

AEROPONÍA COMO MÉTODO DE CULTIVO SOSTENIBLE, RENTABLE E
INCLUYENTE EN BOGOTÁ D.C, COLOMBIA

PAOLA ANDREA MARTÍNEZ PEÑALOZA

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C

2013

AEROPONÍA COMO MÉTODO DE CULTIVO SOSTENIBLE, RENTABLE E
INCLUYENTE EN COLOMBIA

PAOLA ANDREA MARTÍNEZ PEÑALOZA

Trabajo de tesis para optar por el título de Administradora y Gestora Ambiental

Tomás Bolaños Silva: Biólogo

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C

2013

Dedico este logro:

A Dios.

A mis padres en general por forjar mi carácter.

A mi mamá por la perseverancia, constancia y motivación constante.

A mi papá por haber sido militante de vida.

A la memoria de mi padre.

AGRADECIMIENTOS

A Tomas Bolaños Silva, Fredy Santos Beltrán y José Guillermo Ulloa por su apoyo y comprensión dentro de la realización de este documento.

A Paula Ximena Ortiz Juyó y Andrés Felipe Martínez Pinzón por la colaboración que brindaron al documento como grupo de trabajo.

A los amigos que ayudaron con este escrito a lo largo de este proceso.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	iii
INTRODUCCIÓN	iv
1. JUSTIFICACIÓN	1
2. PROBLEMÁTICA.....	5
2.1 PREGUNTA ORIENTADORA.....	5
2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
3. OBJETIVOS.....	7
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	7
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
4. METODO POR OBJETIVO.....	8
5. MARCO TEÓRICO.....	10
5.1 ANTECEDENTES	31
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
7. CONCLUSIONES.....	95
8. RECOMENDACIONES.....	99
BIBLIOGRAFÍA.....	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: MAPA DE PROCESOS: CULTIVO TRADICIONAL.....	36
Figura 2: MAPAS DE PROCESOS: CULTIVO HIDROPÓNICO Y AEROPÓNICO.....	40
Figura 3: DIAGRAMA DE REDES: CULTIVO HIDROPÓNICO Y AEROPÓNICO	60
Figura 4: CULTIVO TRADICIONAL	Figura 5: CULTIVO HIDROPÓNICO
Figura 6: CULTIVO AEROPÓNICO.....	86
Figura 7: DIAGRAMA DE RELACIÓN/COMPONENTES.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: MATRIZ DOFA - CULTIVO TRADICIONAL – NIVEL RURAL	68
Tabla 2: RELACIÓN COSTO–BENEFICIO / COSTOS VARIABLES MENSUALES– CULTIVO TRADICIONAL (Análisis por Hectárea)	70
Tabla 3: MATRIZ DOFA - CULTIVO HIDROPÓNICO – NIVEL URBANO.....	73
Tabla 4: RELACIÓN COSTO–BENEFICIO / COSTOS VARIABLES MENSUALES– CULTIVO HIDROPÓNICO (Análisis por Hectárea).....	75
Tabla 5: MATRIZ DOFA - CULTIVO AEROPÓNICO – NIVEL URBANO	78
Tabla 6: RELACIÓN COSTO–BENEFICIO / COSTOS VARIABLES MENSUALES– CULTIVO AEROPÓNICO (Análisis por Hectárea)	80
Tabla 7: FICHA DE PROPUESTA-GESTIÓN AMBIENTAL/CULTIVOS AEROPÓNICOS.....	93
Tabla 8: ACTIVIDADES PROYECTO/COMUNIDAD	94

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL CULTIVO TRADICIONAL
Anexo 2: MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL CULTIVO HIDROPÓNICO
Anexo 3: MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL CULTIVO AEROPÓNICO
Anexo 4: MATRIZ DE IMPACTOS NEGATIVOS SEVEROS
Anexo 5: RELACIÓN COSTO-BENEFICIO CULTIVO TRADICIONAL
Anexo 6: RELACIÓN COSTO-BENEFICIO CULTIVO HIDROPONICO
Anexo 7: RELACIÓN COSTO-BENEFICIO CULTIVO HIDROPONICO
Anexo 8: SÍNTESIS RELACIÓN COSTO-BENEFICIO

RESUMEN

Con este trabajo de grado se pretendió reconocer las diferencias a partir de los cultivos tradicional, hidropónico y aeropónico a manera de identificar cual es económicamente viable, ambientalmente sano y socialmente aceptado.

Para tal fin, se realizaron matrices de impacto ambiental y un diagrama de redes que evidenciaron los impactos que generan los diferentes tipos de cultivos y sus componentes en interrelación. A nivel económico se identificaron los costos de implementación de cada práctica y su ganancia anual. Socialmente se propuso incluir a la comunidad dentro de sistemas de desarrollo ambiental urbano que propicien sentido de pertenencia por el entorno.

La base tecnológica y el desarrollo de investigación en la producción de alimentos urbanos contribuyen a la innovación. La novedosa forma de cultivo (aerponía) se destacó por encima del resto de tipos de siembra debido a la reducción considerable de agua y nutrientes en solución; además de permitir la correcta absorción de los mismos con oxigenación de las raíces presentando buen tamaño y desarrollo, minimizando impactos ambientales e incrementando el rendimiento por espacio.

Se planteó enfrentar los problemas que genera la agricultura tradicional con agricultura urbana de la mano de aerponía que fomente el consumo saludable, contribuya a la nutrición, mejore la calidad de vida, eleve la producción, genere ingresos y empleo, eduque ambientalmente, reduzca impactos negativos, se desarrolle sosteniblemente, integre a nivel urbano-rural, fortalezca el desarrollo local, la participación social e inclusión de grupos vulnerables como lo son las mujeres, niños y jóvenes, familias pobres y ancianos.

INTRODUCCIÓN

A través del tiempo, se han presentado cambios importantes que han conllevado a la degradación del medio ambiente por apropiación del mismo de parte de los humanos. El estilo de vida actual y el desarrollo, trajeron consigo elementos destructivos para la naturaleza dentro de sus componentes principales agua, aire, suelo, fauna y flora; y a nivel cultural para la humanidad.

Es así, como esta situación replantea las pautas que debemos tener a nivel de comportamiento frente a la naturaleza, teniendo en cuenta que los recursos naturales disponibles se agotan con el paso del tiempo y los seres humanos somos responsables por ello y sus posibles problemáticas presentes y venideras. “El hombre es el único ser capaz de degradar su entorno y a la vez de conocer el daño que le causa” (Marín, 2009)¹

Según Lisbert Roig Marín² “Vivimos en una sociedad global en la que un 20% de la humanidad, los 1.300 millones de personas que pertenecen a los sectores ricos de la Tierra, consume el 80% de los recursos globales (alimentos, energía, etc.), dejando para el 80 % restante, 4.700 millones de Personas, tan solo un 20% de los bienes comunes”. De acuerdo con esto y con respecto al nivel social, existe un marcado abismo entre ricos y pobres alrededor del mundo, mostrando la necesidad de un cambio en los sistemas económicos, ambientales, sociales y de producción.

Se buscó entender las dinámicas de la agricultura tradicional y compararlas con esta propuesta aeropónica con el fin de identificar que método es el mejor a nivel económico, social y ambiental y así, definir el papel del Administrador y Gestor Ambiental dentro de la misma.

¹ ROIG MARÍN, Lisbert. La gestión de problemas ambientales y el trabajo social comunitario a nivel local, su incidencia en la capacitación de actores locales en la comunidad “La cabaña” del Municipio Pinar del Río. Paz del río, Cuba. (2009). p. 5. Citado por FUNG RIVERÓN, M. Medio Ambiente y conciencias populares. En Cuba Verde. En busca de un modelo para la sustentabilidad en el siglo XXI. (2002)

² ROIG MARÍN, Lisbert. Op. cit., p. 5.

A partir de la investigación, se logró la construcción de escenarios desde los cuales se pretende proyectar las ventajas y desventajas de cada alternativa planteada, haciendo uso de los resultados generados y dando a conocer una idea viable de negocio.

El documento apunta hacia la proposición de una alternativa de negocio sobre agricultura urbana confiable y segura según los resultados que arroje la investigación realizada; es así, como se propone usar la aeroponía como método alternativo de agricultura apuntando hacia el cumplimiento del desarrollo sostenible según el informe Brundtland en 1987.

1. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, se tiene en cuenta el medio ambiente como parte fundamental de la vida y desarrollo del ser humano; de allí, que se promovieran prácticas amigables hacia el entorno y se impulsara la necesidad de crear estrategias y herramientas por parte de instituciones públicas y privadas que permitan perpetuar la idea de una sociedad sostenible sustentando la capacidad del sistema para renovarse en el tiempo sin superar su capacidad de carga.

La crisis ambiental que se ha presentado en los últimos años entre la sociedad ha generado una conciencia frente a las problemáticas propiciadas hacia el medio ambiente. En él, está involucrado el mercado de bienes y servicios donde los consumidores demandan productos libres de impactos negativos tanto ambientales como sociales. Es así, como los productores están respondiendo cada día más a los requerimientos de la población ofertando aquellos productos que mantienen posiciones amigables con el ambiente ya sea en sus procesos de producción o disposición final.

El modelo de agricultura que se viene desarrollando a través de los años está llegando a sus límites físicos, ecológicos y sociales; lo que demanda soluciones radicales, innovadoras y prontas. La producción está incrementando a medida que aumenta la población y las tierras no son suficientes para suplir el alimento necesario; por ello, el aumento de la productividad debe venir de la mano de una producción sostenible.³

La agricultura tradicional tiende a sobreexplotar la tierra a niveles excesivamente altos donde la degradación es máxima, el costo ambiental es excesivo y su tierra ya no es rentable para su producción. El propósito de este trabajo de grado estuvo reflejado en beneficios económicos directos para los agricultores, con mejoras dentro de su medio a nivel social y enmarcado en una cultura ambiental que adquiriera nuevas tecnologías, limpias e innovadoras.

³ MINAGRICULTURA. Gestión Ambiental en el sector agropecuario. (2006)

A nivel de producción, se han ampliado a través de los años las opciones tecnológicas que pueden ofrecer o emplear en torno a ser competitivos y a su vez, mejorar la relación con el entorno en donde se crean o desarrollan. En Colombia, las tecnologías en producción hortifrutícola según la Guía Ambiental para el Sector Hortifrutícola están expresadas en investigaciones y programas de transferencia desarrollados por organizaciones internacionales como el CIAT, organizaciones gubernamentales como CORPOICA a través de sus diferentes regionales y otros organismos no gubernamentales como los centros de investigación especializados en productos específicos” (Minambiente, 2002)⁴

Gracias a ellos, este sector ha acogido algunas de las prácticas tecnológicas necesarias para el buen manejo de los recursos naturales a nivel de agricultura. Sin embargo, no ha sido suficiente la difusión de los mismos debido a temas de ubicación de productores, falta de disponibilidad, acceso y actualización de la información; por lo que siguen presentándose problemas serios de utilización de recursos naturales indebidos y uso excesivo de químicos en forma de abonos, control de plagas y enfermedades como se menciona en la guía: “Entre las consecuencias de la inseguridad alimentaria están los efectos en la salud, la nutrición y la educación de los miembros de la comunidad, lo que conlleva a una reducción de la productividad laboral en el adulto y a una disminución de la capacidad cognoscitiva y del rendimiento escolar en los niños, con aumento del ausentismo y deserción”⁵.

A manera de propuesta se incorpora el desarrollo de la aeroponía como técnica innovadora de cultivo que no utiliza sustratos y mantiene las raíces de las plantas expuestas al aire en un ambiente controlado; a su vez, permite

⁴ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Guía Ambiental para el Sector de Hortifruticultura. Bogotá, Colombia. Ministerio de Ambiente, 2002. p. 2

⁵ MORÓN, C. Seguridad alimentaria en América Latina, citado por DÍAZ BENITO León Marú, NARVAÉZ Manuel; DÍAZ Amílcar. El sistema autogestionario aeropónico para el desarrollo local. Un caso de promoción de empresas asociativas accediendo a recursos para proyectos comunitarios del Fondo Intergubernamental, para la descentralización en isla de Margarita, Venezuela. En: CAYAPA, Revista Venezolana de Economía Social. Venezuela. No. 3 (Junio 2002); p.3

diferentes especies de cultivos simultáneos y varias cosechas en un mismo periodo comparado con el cultivo tradicional. Posibilita además, la biodiversidad y la capacidad ecológica de protección.⁶

Se proponen los cultivos aeropónicos como un tipo de producción de alimentos con beneficio a nivel ambiental, social y económico, ya que, aparte de reducir significativamente la problemática hacia el medio ambiente mitigando los impactos por dicha actividad, son una manera de producir más, a menor costo (con menos espacio y recursos); favoreciendo la relación costo-beneficio del productor e incluyendo a los pequeños agricultores y a la población más necesitada; ofreciéndoles una alternativa de trabajo o negocio. Este sistema se puede controlar durante el desarrollo de cada cosecha, lo que permite recoger en su momento óptimo de crecimiento.

“En Venezuela, la tecnología aeropónica ha sido desarrollada en el Estado de Trujillo, estando la técnica estandarizada, probada, validada y colocando producción en el mercado regional. La tecnología aeropónica desarrollada ha sido registrada en el Servicio Autónomo de Propiedad Intelectual (SAPI), del Ministerio de Producción y Comercio (MPC), de la República Bolivariana de Venezuela”⁷ (León Marú & Díaz Benito, 2002)

Como beneficios puntuales se encuentra que resuelve el problema de espacio para cultivos, reduce el uso de fertilizantes, agua y presenta drástica disminución en los consumos energéticos de los cultivos en invernadero. Permite obtener enormes incrementos en la producción, y se puede aplicar a diferentes tipos de cultivos.

Se plantean estos cultivos desde una perspectiva urbana que devuelva los espacios silvestres y libres, las especies nativas vegetales y animales, se recupere el suelo y elimine la presión en los acuíferos para el área rural; además, reduzca las cadenas de suministro, genere nuevos empleos, oportunidades de creación de empresa, generación de ingresos y alimentos libres de tóxicos que contribuyan hacia la mejora de la salud. La agricultura

⁶ Rosas, A. 10 de Octubre de 2011. Aeroponía. Video disponible en youtube en <<http://www.youtube.com/watch?v=EdX6OtkagCM>>

⁷ MARÚ, L.; DÍAZ, B. Op. cit., p.4

urbana a su vez, puede conectar a los agricultores urbanos hacia mercados más desarrollados, explorar hacia nuevas tecnologías y disminución considerable de agro-tóxicos.⁸

Se incorpora además, la gestión desde el individuo que satisfaga su entorno directo con el trabajo en dichos cultivos a gran escala o con ideas de negocio de micro-empresas individual o donde se unan varios vecinos a realizar cultivos y lo vendan a grandes mercados. De cualquier manera se benefician con su propio sustento, ya sea con un cultivo propio por su facilidad de obtención de alimento o por lo que devenguen en el negocio. La comercialización, generación de ingresos y actitud empresarial permite a las personas acceder a niveles de desarrollo humano.

A manera de autoconsumo es viable para satisfacer la demanda de comida a nivel individual, familiar o institucional. Sirven como terapia o hobby facilitando el contacto con la naturaleza aprovechando el tiempo libre, la recreación, el gusto y deleite por su cultivo.

El componente educativo está presente dentro de las dinámicas diarias de la agricultura urbana; la adquisición de conocimientos, hábitos alimenticios, beneficios y la estrecha relación que desarrollan con la planta hace que los miembros del hogar en especial los hijos, desarrollen una relación cercana y hacen parte fundamental del desarrollo de los hijos en un hogar. Contribuye a la creación de una conciencia acerca de los alimentos, su origen y la importancia de la relación población-ambiente.⁹

Las necesidades y el uso del producto se derivan del interés de las personas de consumir productos orgánicos y amigables con el ambiente; suple la necesidad de no ingerir alimentos que en alguna cantidad poseen metales

⁸ OTAZÚ, V. Manual de producción de semilla de papa de calidad usando aeroponía. (2009)

⁹ JARDÍN BOTÁNICO, JOSÉ CELESTINO MUTIS. Cartilla técnica sobre agricultura urbana. Bogotá (2006)

pesados afectando la salud humana y son suministros con un ciclo de vida que no genera impactos ambientales negativos significativos.¹⁰

Los espacios, las tipologías, las imágenes que asociamos a la agricultura urbana son mucho más diversos que la parcela de tierra con surcos (tradicional). Por ejemplo, existe una creciente hortodiversidad en los entornos urbanos debido a la pluralidad de lugares donde se cultiva (solares recuperados, terrazas, azoteas...), los formatos (huertos escolares, comunitarios, de ocio, terapéuticos...), las motivaciones que llevan a la gente a implicarse en estas iniciativas (educativas, asociativas, relacionales, salud...) y grupos sociales que la promueven (asociaciones vecinales, ecologistas, de mayores...). Una actividad que mientras siembra hortalizas además cosecha nuevas relaciones sociales e inspira nuevos modelos de ciudad.¹¹

Continuar con el modelo actual de agricultura resultara inviable a medida que pase el tiempo, por lo que la creación de escenarios de transición en torno a la agricultura urbana podrían ser elementos estratégicos para suplir las necesidades futuras. Este tipo de agricultura debe tratar de recuperar espacios inservibles, educar ambientalmente e involucrar a la ciudadanía en nuevas iniciativas de consumo saludable.

2. PROBLEMÁTICA

2.1 PREGUNTA ORIENTADORA

¿Son los cultivos aeropónicos una solución rentable para la reducción de impactos ambientales/sociales derivados de la agricultura en el país?

¹⁰ ZAPP, GLAUSER, J. El huerto hidropónico familiar en Colombia : desarrollo participativo de un modelo para evaluar el potencial actual de los hidroculivos realizados en las viviendas del sector popular. Universidad Nacional Agraria La Molina (1997). Lima (Perú)

¹¹ FERNÁNDEZ, CASADEVANTE, J. ¡Nos plantamos! Las potencialidades de la agricultura urbana y periurbana. Disponible desde internet en: <<http://tiempodeactuar.es/blog/potencialidades-agricultura-urbana/>>

2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La agricultura es la actividad agraria que comprende todo un conjunto de acciones humanas que transforma el medio ambiente natural, con el fin de hacerlo más apto para el crecimiento de las siembras. Es el arte de cultivar la tierra, refiriéndose a los diferentes trabajos de tratamiento del suelo y cultivo de vegetales, normalmente con fines alimenticios, o a los trabajos de explotación del suelo o de los recursos que este origina en forma natural o por la acción del hombre: cereales, frutas, hortalizas, pasto, forrajes y otros variados alimentos vegetales.¹²

Una de las actividades que más impacta al ecosistema es la agricultura, ya que genera la tala de bosques para adecuación de sus terrenos (deforestación), la erosión de los suelos producto del uso de químicos y fertilizantes y el agotamiento de los acuíferos por mencionar los inconvenientes más relevantes de esta práctica; razones que motivaron a brindar soluciones oportunas para la disminución de los mismos con una alternativa de producción más limpia como lo es la aeroponía.

“La agricultura está arruinando el ambiente; no hay tierra arable suficiente para alimentar a las 9.5 billones de personas proyectadas para el 2050”. (Despommier, 2010).¹³

En los últimos años, tanto la creciente pobreza rural, por un lado, como la intensificación productiva, por otro, han llevado consigo la degradación de los ecosistemas y graves desequilibrios ecológicos que acentúan los agudos problemas ambientales heredados de la revolución verde.¹⁴

Con el fin de minimizar dicha problemática se proponen los cultivos aeropónicos como medida de mitigación de impactos ambientales; trayendo

¹² SÁEZ, DOMINGO. A. La agricultura y su evolución a la Agroecología. Obra propia Editorial.

¹³ DESPOMMIER, D. Agricultura vertical. Investigación y ciencia, (2010) p. 74-81.

¹⁴ SEGRELLES, J. Problemas ambientales, agricultura y globalización en América Latina. Barcelona (2001).

consigo beneficio a nivel ambiental, social y económico para quienes produzcan alimentos, ya que, aparte de reducir significativamente la problemática hacia el medio ambiente, es una manera de producir más, a menor costo (con menos espacio y recursos); favoreciendo la relación costo-beneficio del productor y generando trabajo para quien lo necesita. CIP, 2010 lo menciona así:

“Para brindar un ejemplo claro se puede decir que bajo agricultura tradicional, una semilla puede producir un promedio de 15 tubérculos en toda su campaña, que es entre 6 y 7 meses. Mediante un cultivo aeropónico, una semilla puede multiplicarse por 100 o 150, ya que su desarrollo de los estolones en este medio produce nuevos tuberculillos cada 15 y 30 días por lo que pueden realizarse varias cosechas en un mismo periodo”¹⁵ (CIP, 2010).

Para confirmar esta teoría, a continuación se realiza una comparación entre un cultivo tradicional, un cultivo hidropónico y un cultivo aeropónico con el fin de identificar si la aeroponía es verdaderamente una solución viable para la producción de alimentos sostenibles a bajo costo.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el papel de la aeroponía a nivel urbano como alternativa de producción más limpia para la disminución de impactos ambientales generados por la agricultura tradicional con eje de inclusión social y cambio de hábitos estableciendo vínculos sociedad-naturaleza.

¹⁵ (CIP). International Potato Center. Media Clipping 2009. Lima, Peru. CIP Communication and Public. 2010.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los impactos y componentes derivados de la agricultura tradicional, hidropónica y aeropónica.
- Establecer la relación costo – beneficio de la implementación y mantenimiento de agricultura tradicional, hidropónica y aeropónica. (DOFA, pre-factibilidad).
- Realizar una propuesta de gestión ambiental para la implementación y desarrollo de los cultivos aeropónicos con base en las fortalezas y beneficios encontrados.

4. METODO POR OBJETIVO

- Identificar y comparar los impactos y componentes derivados de la agricultura tradicional, hidropónica y aeropónica.

Para este objetivo se realizó:

- ✓ Mapas de proceso: procesos operacionales: indicaron los procesos por los que atraviesa un cultivo desde su inicio hasta la obtención de la cosecha.
- ✓ Evaluación de impacto ambiental: matrices de impacto ambiental: mostraron los impactos positivos y negativos a nivel socio-económico de cada tipo de cultivo.
- ✓ Diagrama de redes: cultivo hidropónico y aeropónico: identificó los componentes y beneficios alrededor de la implementación de este tipo de prácticas.

Dichas matrices, mapas de proceso y diagrama de redes se anexarán con su respectiva explicación u análisis.

- Establecer la relación costo – beneficio de la implementación y mantenimiento de agricultura tradicional vs cultivo aeropónico. (DOFA, pre-factibilidad)

Se realizó un análisis de pre-factibilidad que contó con una Matriz DOFA que arrojó resultados de cada tipo de cultivo. Además, se identificó los costos de implementación entre un tipo de cultivo y otro, así como sus ganancias a partir del desarrollo de los mismos. Esta relación costo-beneficio ayudó a medir el grado de desarrollo y bienestar económico que brindó el proyecto.

La relación costo-beneficio es un indicador que mide el grado de desarrollo y bienestar que un proyecto puede generar a una determinada comunidad. Se define con claridad el concepto de ingresos y egresos. Cuando los ingresos netos son mayores a egresos netos; es decir, los beneficios (ingresos) son mayores a los sacrificios (egresos) el proyecto generará riqueza.

Estos cálculos se hicieron en base al método CAUE

CO = costo oportunidad

$$\checkmark R = A / i$$

Dónde:

R = costo anual

A = costo total de implementación

i = tasa de descuento por soporte bancario

$$\checkmark B-C = Bn/R$$

Dónde:

B-C = relación costo – beneficio

Bn = beneficios netos

R = costo anual

Este análisis costo-beneficio sirvió para identificar la alternativa más viable en cuanto a costos se refiere; valorarla, así como analizarla y calcularla; además, de analizar la sensibilidad de riesgo que se pueda presentar durante el desempeño de los cultivos a lo largo de su trayecto de vida útil.

- Realizar una propuesta de gestión ambiental para la implementación y desarrollo de los cultivos aeropónicos con base en las fortalezas y beneficios encontrados.

De acuerdo a los resultados arrojados en cuanto a impactos ambientales-sociales se refiere, a los costos de implementación y al desarrollo de cada cultivo, se realizó una propuesta desde la gestión ambiental dirigida hacia el progreso del individuo con la opción de cultivo más viable a utilizar que apunte al desarrollo sostenible.

5. MARCO TEÓRICO

Desde que se concibió en el Informe Brundtland en 1987 el Desarrollo Sostenible como “satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones” en la Cumbre de la tierra en Estocolmo, se ha venido trabajando en el cumplimiento de dicha premisa generando acciones que favorezcan la preservación de la misma.

Después, la Cumbre de Río de Janeiro en 1992 logró la consolidación de temas ambientales imprescindibles en torno a disminución de residuos contaminantes para el aire, fuentes alternativas de energía, acceso al agua, entre otros. La convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto resultantes de esta Cumbre, centraron sus principales objetivos en reducción de gases efecto invernadero contaminantes para la atmósfera.¹⁶

¹⁶ FUNDACIÓN DESDE AMÉRICA. Reseñas sobre el cambio climático. Julio de 2007. Disponible desde internet en < <http://www.desdeamerica.org.ar/pdf/resenas%20sobre%20cambio%20climatico.pdf> >

La Cumbre de Johannesburgo en 2002 a 10 años de la Cumbre de Río, se centró en el concepto de Desarrollo Sostenible con enfoque hacia la pobreza. El agua, la energía, la biodiversidad, la salud y la agricultura formaron parte fundamental de los temas tratados.¹⁷

Rio+20 en el 2012 invitó a los Estados, la sociedad civil y los ciudadanos a “sentar las bases de un mundo de prosperidad, paz y sustentabilidad”, incluyendo tres temas en el orden del día: 1. El fortalecimiento de los compromisos políticos en favor del desarrollo sustentable. 2. El balance de los avances y las dificultades vinculados a su implementación. 3. Las respuestas a los nuevos desafíos emergentes de la sociedad. Dos cuestiones, íntimamente ligadas, constituyeron el eje central de la cumbre: 1. Una economía ecológica con vistas a la sustentabilidad y la erradicación de la pobreza y 2. La creación de un marco institucional para el desarrollo sustentable.¹⁸

Dentro del Plan Estratégico de Diversidad Biológica 2011-2020 con el propósito de realizar acciones a favor de la diversidad biológica alrededor del mundo se encuentran 20 metas ambientales (Metas Aichi)¹⁹ que se establecieron con sus respectivos objetivos estratégicos, visión y misión.²⁰

Se habla de las Metas Aichi como referente importante para cumplir en torno al trabajo que se quiere desarrollar; teniendo en cuenta que abordan la problemática por la que atraviesa la biodiversidad y establece lineamientos como posible solución a los mismos. Aunque todas las metas son importantes, se tomaron las que más relevancia tienen en torno al tema tratado.

¹⁷ NACIONES UNIDAS. La cumbre de Johannesburgo: panorama general. Abril de 2002. Disponible desde internet en: < http://www.un.org/spanish/conferencias/wssd/cumbre_ni.htm>

¹⁸ PORTAL RIO+20. Rumbo a Río+20. Disponible en internet en: < <http://rio20.net/en-camino-a-rio>>

¹⁹ Según las Naciones Unidas en su alianza con el CDB y el PNUMA, las metas Aichi son un Plan Estratégico del Convenio sobre la Diversidad Biológica que contiene 20 objetivos concretos establecidos por Naciones Unidas en 2010 para salvar la biodiversidad.

²⁰ PNUMA; ONU; CDB. Plan estratégico para la diversidad biológica 2011-2020 y las metas Aichi. Disponible en internet en: < <http://www.cbd.int/doc/strategic-plan/2011-2020/aichi-targets-es.pdf>>

Meta 4: Para 2020, a más tardar, los gobiernos, empresas e interesados directos de todos los niveles habrán adoptado medidas o habrán puesto en marcha planes para lograr la sostenibilidad en la producción y el consumo y habrán mantenido los impactos del uso de los recursos naturales dentro de límites ecológicos seguros.²¹

Esta meta esta intimamente relacionada con los propositos a los que se quiere llegar con la idea de aeroponía aquí propuesta en lo que a producción y consumo responsable se refiere, ya que los productos se obtendrían del cultivo propio para consumo o comercialización, minimizando así los impactos ambientales presentados por agricultura a gran escala apostandole a la sostenibilidad.

Meta 7: Para 2020, las zonas destinadas a agricultura, acuicultura y silvicultura se gestionarán de manera sostenible, garantizándose la conservación de la diversidad biológica.²²

De esta manera la meta establece la sostenibilidad dentro de la agricultura, tema de competencia ya que, con los cultivos aeropónicos se pretende llegar a realizar una agricultura urbana sostenible que disminuya la presión ejercida sobre los recursos comprometidos como las tierras de cultivo, la contaminación de acuíferos, el aumento de gases efecto invernadero entre otros, y promueva espacios dentro de la ciudad para esta práctica sostenible.

Meta 13: Para 2020, se mantiene la diversidad genética de las especies vegetales cultivadas y de los animales de granja y domesticados y de las especies silvestres emparentadas, incluidas otras especies de valor socioeconómico y cultural, y se han desarrollado y puesto en práctica estrategias para reducir al mínimo la erosión genética y salvaguardar su diversidad genética.²³

²¹ Ibid., p 2.

²² Ibid., p 2.

²³ Ibid., p 2.

El proyecto esta relacionado con esta meta en específico debido a su relación de ideales en torno al poder mantener y preservar las especies nativas dentro del cultivo que se realice, ventajas marcadas dentro del cultivo aeropónico generando beneficios como el mantenimiento de la diversidad genética propia de la región, su protección y evitando al máximo la erosión generada por agricultura tradicional, así como, el logro de la reducción de presión sobre el suelo para que las especies silvestres puedan desarrollarse libremente.

Meta 14: Para 2020, se habrán restaurado y salvaguardado los ecosistemas que proporcionan servicios esenciales, incluidos servicios relacionados con el agua, y que contribuyen a la salud, los medios de vida y el bienestar, tomando en cuenta las necesidades de las mujeres, las comunidades indígenas y locales y los pobres y vulnerables.²⁴

La aeroponía contribuirá al restablecimiento de los ecosistemas gracias a su método diferenciador, el agua sufrirá menos presión y contaminación por fertilizantes y pesticidas, a nivel de salud disminuirán los alimentos infestados de químicos generando bienestar humano y se incluirá a las mujeres cabeza de familia, a colegios, hogares menos favorecidos y vulnerables para el establecimiento de los cultivos que brindarán sustento, alimento y conocimiento.

Meta 15: Para 2020, se habrá incrementado la resiliencia de los ecosistemas y la contribución de la diversidad biológica a las reservas de carbono, mediante la conservación y la restauración, incluida la restauración de por lo menos el 15 por ciento de las tierras degradadas, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático y a la adaptación a este, así como a la lucha contra la desertificación.²⁵

Los cultivos aeropónicos contribuirán en gran medida a la recuperación de tierras degradadas por la agricultura tradicional debido a su implementación en

²⁴ Ibid., p 2.

²⁵ Ibid., p 2.

espacios pequeños, retribuyendo a la naturaleza grandes espacios de tierra donde los ecosistemas podrán resurgir así como la diversidad de especies dentro de los mismos. Además de evitar al máximo el uso de combustibles contaminantes para la atmósfera.

Con estos antecedentes, se pensó en generar un vínculo urbano-rural que posibilite las dinámicas entre ellos y facilite el cumplimiento de los propósitos anteriormente mencionados con el fin de obtener beneficios ambientales, sociales y económicos como pilares del desarrollo sostenible. Para ello, se describirán las dinámicas de comportamiento y los patrones de conducta actuales.

El área periurbana de las ciudades está sufriendo de un aumento de la expansión urbana; lo que genera presión sobre la tierra pasando a ser menos arable; es así, como la integración urbana y rural debe formarse de manera que contrarreste los efectos generados por la urbanización y propicie una economía amplia con beneficios sociales y ambientales, así como la oportunidad de crear integración y desarrollo sostenible tanto urbano como rural.

El fenómeno global de urbanización está acompañado de un crecimiento en la demanda de alimentos que plantea el problema de asegurar la alimentación y los suministros nutricionales (Drechsel et al., 1999; Fleury and Moustier, 1999; Bakker et al., 2000; Griffon, 2003; Van Veenhuizen, 2006). En 2007, más del 50% de la población mundial vivía en las ciudades (Véron, 2007), especialmente en países en desarrollo²⁶

Dichos países, “tuvieron una tasa de crecimiento urbano anual del 3,6% entre 1950 y 2005, en comparación con sólo el 1,4% en los países industrializados (Aubry, et al. 2012)”²⁷. El rápido crecimiento afecta a las grandes ciudades

²⁶ Mawois, M.; Aubry, C. ; Le Bail. M. M. Can farmers extend their cultivation areas in urban agriculture? A contribution from agronomic analysis of market gardening systems around Mahajanga (Madagascar). Land Use Policy. (Septiembre 2010).

²⁷ Aubry, C. ; Ramamonjisoa, J. ; Dabat, M.-H. ; Rakotoarisoa, J. ; Rakotondraibe, J. ; Rabeharisoa, L. Urban agriculture and land use in cities: An approach with the multi-functionality and sustainability concepts in the case of Antananarivo (Madagascar). Land Use Policy. (Agosto 2012).

como las capitales, pero también a ciudades secundarias, quienes se expanden hacia las áreas rurales y en su mayoría a espacios de agricultura (Mawois et al., 2010)²⁸.

Es innegable la reciente crisis mundial que enfrentamos por alimento; a tal punto que ha tomado relevancia e importancia suficiente, para entender y afrontar las causas derivadas de la deficiencia de alimentos de los pobres urbanos cada vez más evidente. Este grupo de la sociedad es más vulnerable en un mercado donde los precios son impactados constantemente debido a las adversidades que atraviesan los alimentos.

Es así como se están buscando soluciones para el tema: “Tanto en el Norte como en el Sur, los investigadores y los planificadores se están centrando cada vez más en el papel de la agricultura en el crecimiento de los espacios urbanos” (Bryant y Johnston, 1992; Bryant, 1997; Mougeot, 2000; Bontje, 2001; van Veenhuizen, 2006).²⁹

De acuerdo con Smit, Ratta y Nasr (1996) la agricultura urbana generalmente se refiere a la comida y combustible crecido en una ciudad o área periurbana, que produce directamente para el mercado o para usos en familia.³⁰ La Agricultura urbana (AU) se define como la producción de cultivos y productos pecuarios dentro de las ciudades y pueblos.³¹

En los países en desarrollo, en particular, la productividad de las zonas agrícolas cerca de las ciudades - que a menudo producen principalmente productos perecederos tales como vegetales (Bricas y Seck, 2004; Temple y

²⁸ M. Mawois, C. Aubry, M. Le Bail. Op.Cit p

²⁹ Aubry, C. ; Ramamonjisoa, J. ; Dabat, M.-H. ; Rakotoarisoa, J. ; Rakotondraibe, J. ; Rabeharisoa, L Op. Cit., p 429

³⁰ Zhenshan Yang, Jianming Cai, Richard Sliuzas. Agro-tourism enterprises as a form of multi-functional urban agriculture for peri-urban development in China. Habitat International. (2010)

³¹ Alberto Zezza, Luca Tasciotti. Urban agriculture, poverty, and food security: Empirical evidence from a sample of developing countries. Food Policy. (Abril 2010).

Moustier, 2004; Moustier y Danso, 2006; Weinberger y Lumpkin, 2007) - deben ser aumentadas para satisfacer la demanda creciente de alimentos.³²

El conflicto se intensifica sin embargo entre el mantenimiento de la producción agrícola local en estas áreas y el consumo rápido y sin control de la tierra a menudo por las crecientes actividades urbanas y las infraestructuras (Rural, 2006). Al mismo tiempo, el estado de las áreas agrícolas dentro o cerca de las ciudades está cambiando: esas zonas ya no se consideran simplemente como una reserva de suelo para la urbanización futura (Zeng et al, 2005.)³³

En cuanto al cambio climático, los alimentos aportan al mismo. El proceso industrial donde se producen alimentos hasta que terminan servidos en nuestra mesa provoca cerca de la mitad de las emisiones de gas con efecto invernadero generados por los humanos. Los fertilizantes químicos, la maquinaria pesada y otras tecnologías agrícolas dependientes del petróleo contribuyen significativamente. El impacto de la industria alimentaria como un todo es incluso mayor: se destruyen bosques y sabanas para producir forrajes animales y se generan desechos que dañan el clima por el exceso de empaques, procesado, refrigeración y transporte de los alimentos a grandes distancias, a pesar de que millones de personas continúan con hambre.³⁴

“A pesar de su contribución relativamente alta a las emisiones de gases de efecto invernadero, la agricultura todavía no está sujeta a límites de emisiones bajo el Protocolo de Kioto para combatir el cambio climático.”³⁵

³² Ibid.

³³ Ibid.

³⁴ GRAIN. Alimentos y cambio climático: el eslabón olvidado. 28 de Septiembre de 2011. Disponible en internet en: <<http://www.grain.org/article/entries/4364-alimentos-y-cambio-climatico-el-eslabon-olvidado>>

³⁵ OECD, Observer. Wilfrid Legg and Hsin Huang. Climate change and agriculture. Marzo de 2010. Disponible en Internet en: <http://www.oecdobserver.org/news/fullstory.php/aid/3213/Climate_change_and_agriculture.html>

La huella de carbono que genera la agricultura implica adquirir compromisos serios en torno al desarrollo de la misma y sus proyecciones hacia futuro, propiciando su disminución así la agricultura crezca para satisfacer el crecimiento de la población mundial. "De hecho, la producción de alimentos tendrá que duplicarse desde los niveles actuales, si las proyecciones de más de 9 mil millones de personas en 2050 resultan correctas. Eso significa más uso de la tierra, más cultivo, más ganado y un mayor uso de combustibles fósiles."³⁶

Además de ser una fuente de cambio climático, la agricultura se ve afectada por los cambios en el clima. Las proyecciones para 2050 indican un aumento en las temperaturas globales medias y la variabilidad del clima, incluyendo la precipitación. Esto claramente afectará el tipo y la localización de la producción agrícola en todo el mundo, desde las viñas de Europa a través de pastos en África para el arroz en Asia, los patrones enteros de producción y medios de vida podrían ser transformados.³⁷

Un amplio rango de informes científicos indica que los suelos cultivados han perdido entre 30 y 75 % de su materia orgánica durante el siglo 20, mientras que los suelos que sustentan pastizales y praderas han perdido típicamente hasta 50 %. Es indudable que estas pérdidas han provocado un serio deterioro de la fertilidad y productividad de los suelos, y han contribuido a empeorar las sequías y las inundaciones.³⁸

Si tomamos como base las cifras más conservadoras que proporciona la literatura científica, la pérdida global acumulada de materia orgánica del suelo durante el último siglo puede calcularse entre 150 mil millones y 200 mil millones de toneladas. No toda esta materia orgánica terminó en el aire como CO₂, ya que cantidades significativas han sido arrastradas por la erosión para

³⁶ *Ibíd.*

³⁷ *Ibíd.*

³⁸ GRAIN. Alimentos y cambio climático: el eslabón olvidado. 28 de Septiembre de 2011. Disponible en internet en: < www.grain.org/article/entries/4364-alimentos-y-cambio-climatico-el-eslabon-olvidado>

ser depositadas en el fondo de ríos y océanos. Sin embargo, puede calcularse que por lo menos se han liberado a la atmósfera entre 200 mil y 300 mil millones toneladas de CO₂ debido a la destrucción global de materia orgánica del suelo. En otras palabras, entre 25 y 40 % del actual exceso de CO₂ en la atmósfera proviene de la destrucción de los suelos y su materia orgánica.³⁹

Las mayores ciudades han crecido históricamente en lugares de fácil abastecimiento de alimentos, a menudo cercanas a vegas fértiles y altamente productivas. Hasta hace muy pocas décadas, los productos agroalimentarios de consumo diario (hortaliza fresca, leche, etc.) se producían en las propias ciudades o en los territorios inmediatamente cercanos. Aún hoy, al menos un tercio de los alimentos consumidos en las ciudades de todo el mundo se producen en esas mismas áreas urbanas o en las zonas periurbanas anejas, y al menos un 7,5% de los alimentos en el mundo están producidos por campesinos urbanos (Grupo ETC, 2009). En este sentido, el desarrollo de las ciudades ha venido acompañado de políticas y leyes que protegían los espacios de producción agraria internos a las ciudades, especialmente en tiempos de crisis y hambrunas (Morán Alonso, 2009)⁴⁰

La simple reducción de intermediarios reduce costos y aumenta de manera muy sensible el valor añadido percibido por el productor (López García, 2011), a la vez que reduce los precios finales del alimento ecológico y los impactos ambientales relativos a transporte y a los envases y embalajes que la distribución convencional utiliza como gancho⁴¹.

³⁹ *Ibíd.*

⁴⁰ Morán, A. Huertos urbanos en tres ciudades europeas: Londres, Berlín, Madrid. Trabajo de investigación tutelada. Doctorado Periferias, Sostenibilidad y Vitalidad urbana. UPM. Madrid. (2009)

⁴¹ López García, D. Canales cortos de comercialización como elemento dinamizador de las agriculturas ecológicas urbana y periurbana. Mayo de 2011. Disponible en internet en: <http://media.utp.edu.co/institutoambiental2011/archivos/documentos-relacionados-con-agroecologia-seguridad-y-soberania-alimentaria/coc-dinamizadores-de-la-agricultura-urbana-ecologica-y-periurbana.pdf>

La distancia y accesibilidad de la ciudad para los agricultores: la proximidad a la ciudad puede favorecer la venta directa de productos agrícolas, así potencialmente impulsar la agricultura local (Cour, 2004), esto, permite a los agricultores urbanos generar ingresos o complementarlos para su hogar a través del empleo en la ciudad⁴².

Las producciones urbanas y periurbanas están en mejor disposición para la construcción de estas redes que aquellas más alejadas de los espacios metropolitanos, ya que la menor distancia facilita esta relación directa. A su vez, las relaciones de proximidad en las cadenas locales sirven de vehículo a las demandas sociales de equilibrio territorial y ambiental frente a la globalización, especialmente entre los habitantes urbanos, en un compromiso por apoyar y fortalecer los paisajes, las culturas y las economías locales sostenibles (Renting et al., 2003; Ploeg y Renting, 2004) de los territorios circundantes a las áreas metropolitanas. Especialmente en las zonas urbanas y periurbanas donde, como ya se ha comentado, la dinámica de la economía globalizada presiona en mayor medida sobre el tejido agrario.⁴³

Esta agricultura urbana a menudo desempeña un papel importante en el abastecimiento de productos perecederos a las ciudades (Moustier y Danso, 2006). Los productos de huerta, entre ellos las hortalizas de hoja, desempeñan un papel importante en la dieta de la población, llenando una parte esencial de las necesidades nutricionales y medicinales (Gockowski et al, 2003;. Kahane et al, 2005;. Smith y Eyzaguirre, 2007)⁴⁴

⁴² Ibid, p. 431

⁴³ López García, D. Canales cortos de comercialización como elemento dinamizador de las agriculturas ecológicas urbana y periurbana. Mayo de 2011. Disponible en internet en: <http://media.utp.edu.co/institutoambiental2011/archivos/documentos-relacionados-con-agroecologia-seguridad-y-soberania-alimentaria/cc-c-dinamizadores-de-la-agricultura-urbana-ecologica-y-periurbana.pdf> >

⁴⁴ M. Mawois, C. Aubry, M. Le Bail. Can farmers extend their cultivation areas in urban agriculture? A contribution from agronomic analysis of market gardening systems around Mahajanga (Madagascar). Land Use Policy. (Septiembre 2010).

Los agricultores urbanos son cada vez más considerados como grupos de interés, y las interacciones locales entre las comunidades agrícolas y urbanas son las que determinan el patrón preciso de desarrollo urbano y de espacios suburbanos (Bryant, 1995).⁴⁵

La agricultura urbana y peri-urbana (UPA) se considera ahora como una estrategia para el aumento de la sostenibilidad en la población en países en desarrollo (Koc et al, 1999;. Mougeot, 2006). En muchos países africanos, la agricultura urbana es una parte vital actividad económica para poblaciones de bajos ingresos que viven en el sector informal asentamientos (Nabulo, et al., 2011)⁴⁶

La participación de la agricultura en la sostenibilidad es primordial para apuntar hacia el desarrollo sostenible dentro de un territorio. A nivel urbano se debe fusionar la sostenibilidad y el cómo se contempla la ciudad para poder proporcionar un espacio que se distinga de los usos alternos que se le brinda al suelo como vivienda o carreteras. “El término sostenible en agricultura se refiere a económicamente viable, socialmente bien insertado y respetuoso del medio ambiente”⁴⁷

Desde el punto de vista agronómico, el aumento de la producción de hortalizas en las granjas se puede obtener a través de aumentar los rendimientos por superficie, dentro del límite de las capacidades de los agricultores locales técnicos, y/o mediante el aumento de las superficies cultivadas (Agbonlahor et al., 2007). Esta última posibilidad, hace un tema importante de la agricultura urbana, donde el acceso a las áreas superficiales es particularmente difícil

⁴⁵ C. Aubry, J. Ramamonjisoa, M.-H. Dabat, J. Rakotoarisoa, J. Rakotondraibe, L. Rabeharisoa. Urban agriculture and land use in cities: An approach with the multi-functionality and sustainability concepts in the case of Antananarivo (Madagascar). Land Use Policy. (Agosto 2011).

⁴⁶ G. Nabulo, C.R. Black, J. Craigon, S.D. Young. Does consumption of leafy vegetables grown in peri-urban agriculture pose a risk to human health?. Environmental Pollution. (Noviembre 2011).

⁴⁷ C. Aubry, J. Ramamonjisoa, M.-H. Dabat, J. Rakotoarisoa, J. Rakotondraibe, L. Rabeharisoa. Urban agriculture and land use in cities: An approach with the multi-functionality and sustainability concepts in the case of Antananarivo (Madagascar). Land Use Policy. (Agosto 2011).

debido a la posible competencia con los usos urbanos (hábitat, infraestructuras, etc) (Temple y Moustier, 2004)⁴⁸.

La influencia principal de la agricultura urbana viene principalmente de la diversidad de su cultivo, la capacidad de transporte, venta y la estabilidad de la relación agricultor-comprador. La agricultura urbana debe ser multifuncional y sostenible en términos de producción de alimentos, inclusión del rol del medio ambiente, sostenibilidad de la agricultura y del territorio⁴⁹.

La multifuncionalidad no es solo una característica de la agricultura urbana en el mundo (Donadieu y Fleury, 2003; Fleury, 2005; Zasada de 2011), también lo es de la rural (Ilbery y Bowler, 1998). La producción de alimentos, especialmente de los productos frescos (Egziabher et al, 1994;. Smith et al, 1996;. Snrech, 1997; Temple y Moustier, 2004), la prevención o la absorción de los riesgos ambientales, la contribución a la limpieza de la ciudad por el reciclaje de residuos (Drechsel et al, 1999;. Mougeot, 2005; Funciones N'Diénor, 2006), el paisaje y socioeducativas (Ba y Moustier, 2010), y su contribución al empleo urbano y la reducción de las desigualdades (Dubbeling et al., 2010) son algunos de los principales funciones de la agricultura urbana.⁵⁰

De acuerdo con algunos informes, 200 millones de personas están empleadas en la agricultura urbana, así como también la relacionada a las empresas, contribuyendo a la fuente de alimentación de 800 millones de habitantes de zonas urbanas (PNUD, 1996).

⁴⁸ Agbonlahor, M.U., Momoh, S., Dipeolu, A.O., 2007. Urban vegetable crop production and production efficiency. *International Journal of Vegetable Science* 13 (2), 63–72. Citado en M. Mawois, C. Aubry, M. Le Bail. Can farmers extend their cultivation areas in urban agriculture? A contribution from agronomic analysis of market gardening systems around Mahajanga (Madagascar). *Land Use Policy*. (Septiembre 2010).

⁴⁹ C. Aubry, J. Ramamonjisoa, M.-H. Dabat, J. Rakotoarisoa, J. Rakotondraibe, L. Rabeharisoa. Urban agriculture and land use in cities: An approach with the multi-functionality and sustainability concepts in the case of Antananarivo (Madagascar). *Land Use Policy*. (Agosto 2011).

⁵⁰ *Ibid.*, p 430

En cuanto a seguridad alimentaria hay un número de maneras en que la agricultura urbana puede en principio, tener un impacto sobre ella. Existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfacen sus necesidades alimenticias y sus preferencias de alimentos para una vida activa y sana (Bengoa, 2000).⁵¹

Este tipo de agricultura, puede llegar a desempeñar un papel fundamental en el conflicto urbano derivado de problemas de seguridad alimentaria con tendencia al crecimiento de la población y la pobreza en países en desarrollo, supliendo una parte de la canasta familiar.

A nivel de los hogares, la agricultura urbana puede ser una fuente de ingresos, puede proporcionar acceso directo a un mayor número de alimentos nutricionalmente ricos (Verduras, frutas, carne) y una dieta más variada, puede aumentar la estabilidad del consumo de alimentos de los hogares frente a la estacionalidad u otras deficiencias temporales, y puede aumentar el tiempo de las madres en el cuidado de sus hijos, en comparación con los productos no agrícolas; con actividades que probablemente se encuentran más lejos del hogar (Maxwell, 2003; Maxwell et al, 1998;. Armar-Klemesu, 2001; Egal et al, 2001)⁵²

En cuanto a servicios eco-sistémicos se refiere, “los beneficios sociales de los agro-ecosistemas generalmente trascienden los relacionadas con los servicios de producción” (Jackson et al., 2007a; Pascual and Perrings, 2007; Perrings et al., 2006; Porter et al., 2009; Sandhu et al., 2010a; Turner et al., 2004)⁵³

⁵¹ Díaz, B; León, M; Narváez, M; Díaz, A. El sistema autogestionario aeropónico para el desarrollo local. Un caso de promoción de empresas asociativas accediendo a recursos para proyectos comunitarios del Fondo Intergubernamental para la descentralización en la isla de Margarita, Venezuela. CAYAPA Revista Venezolana de Economía Social. (Junio 2002).

⁵² Alberto Zezza, Luca Tasciotti. Op.Cit. p 266.

⁵³ Laura Calvet-Mir, Erik Gómez-Baggethun, Victoria Reyes-García. Beyond food production: Ecosystem services provided by home gardens. A case study in Vall Fosca, Catalan Pyrenees, Northeastern Spain. Ecological Economics. (Enero 2012).

Además de la provisión de alimentos, combustibles y fibras (Swinton et al., 2007), ciertos tipos de agro-ecosistemas proporcionan importante apoyo, cultural y de regulación de servicios, como el mantenimiento de la fertilidad del suelo, la regulación de plagas y patógenos, la protección de la vida silvestre, suministro de agua de calidad, secuestro de carbono, mantenimiento de los paisajes rurales y estilos de vida rurales y el mantenimiento de áreas recreativas para la caza y el turismo (Sandhu et al., 2010b; Swinton et al, 2007;.. Zhang et al, 2007).⁵⁴

Sandhu et al. (2010b) atribuyen un mayor flujo de servicios de los ecosistemas a la orgánica que a la agricultura convencional, definida como la agricultura basada en el monocultivo intensivo y el uso de agroquímicos, combustibles y maquinaria.⁵⁵

A pesar del interés creciente en los servicios de los ecosistemas proporcionados por los agroecosistemas, un tipo de agroecosistema que permanece relativamente inexplorado desde una perspectiva de servicio del ecosistema es huertos familiares (ver Andersson et al, 2007;.. Barthel et al, 2010, para algunas excepciones).⁵⁶

A través de los años se han implementado en los cultivos diferentes variedades de especies incrementando su consumo y dejando atrás la variedad local. Estos cultivos pueden servir como herramienta de mantenimiento a nivel de especies locales, hobby, para conocimiento ecológico, creación de tradiciones en torno a las labores, apropiación de comida de calidad, independencia económica de los mercados, encuentro y valoración del entorno, sentido de pertenencia e identidad cultural donde se realicen.

Las primeras experiencias de consumo asociativo de alimentos ecológicos surgen como respuesta a la industrialización agraria y a sus impactos negativos

⁵⁴ Ibid.

⁵⁵ Ibid.

⁵⁶ Ibid., p 154.

sobre la producción y el consumo, así como sobre el medio ambiente. En los años '60 surgen en Japón las primeras iniciativas masivas, donde han experimentado un crecimiento importante y reúnen en la actualidad a más de un millón de familias consumidoras agrupadas en torno a núcleos de contrato entre producción y consumo, los denominados Teikei. De Japón saltan a Europa, y de ahí a EEUU, donde a partir de los '70 se desarrollan profusamente en base al modelo denominado Community Supported Agriculture (CSA), que agrupa en la actualidad a unas 390.000 familias en torno a unos 4.000 grupos de CSA (Barnett, 2010). En Europa, el modelo más desarrollado es el francés, en el que las experiencias de Association pour le Maintien d'une Agriculture Paysanne (AMAP) han crecido desde 2001 hasta alcanzar 1200 unidades que agrupan a unas 50.000 familias (MIRAMAP, 2011), si bien están muy desarrolladas en otros países como Italia, Reino Unido, Alemania, Dinamarca o Austria.⁵⁷

“Otro aspecto al cual dan importancia, es el prestigio que adquieren en el lenguaje familiar y por ende su cultura de valores, las hortalizas. Cuando un niño ha ganado el concurso de cultivo de su escuela con un nabo de mas de 500 gramos, no solo los come crudos como fruta sino que reproduce los conocimientos de sus padres”⁵⁸

Un ejemplo claro es un profesor del Bronx en Estados Unidos que empezó cultivando semillas en las aulas y luego creó granjas a lo largo del barrio. Estos niños sin hogares fijos y que viven por debajo de la línea de la pobreza crearon agricultura urbana para su propio plantel que luego instalaron con paredes en lugares como The Hamptons, Centro Rockefeller y NBC:

⁵⁷ López García, D. Canales cortos de comercialización como elemento dinamizador de las agriculturas ecológicas urbana y periurbana. Mayo de 2011. Disponible en: <http://media.utp.edu.co/institutoambiental2011/archivos/documentos-relacionados-con-agroecologia-seguridad-y-soberania-alimentaria/ccc-dinamizadores-de-la-agricultura-urbana-ecologica-y-periurbana.pdf> >

⁵⁸ Sánchez, S. Algunas relaciones entre la hidroponía familiar y la producción tradicional de hortalizas. Curso Taller de Hidroponía. Lima, Perú. (1996) p. 301

"El barrio que nos dio pantalones holgados y ritmos musicales curiosos se está convirtiendo en hogar de los orgánicos. Con 11000 kilos de vegetales estoy cultivando ciudadanos orgánicos, niños comprometidos, entidades auto-sostenibles y retorno de la inversión en 18 meses. Además estamos ayudando a pagar el salario y el seguro de salud de las personas, a la vez que alimentamos a otros por centavos de dólar"⁵⁹

Estos valores de los servicios ecosistémicos de los jardines caseros pueden ser analizados en términos de los huertos familiares en el papel implícito que desempeñan en la mejora de la autosuficiencia y la resiliencia ante las dinámicas externas como las fluctuaciones en los precios de mercado de los alimentos (Rodríguez et al., 2006) o disminuciones constantes en calidad de los alimentos derivados de la competencia para producir a precios más bajos.⁶⁰

La agricultura urbana en algunos casos, se maneja con soluciones que consisten en edificios mono-funcionales enteramente destinados a la agricultura y la producción de energía correspondiente. En otros casos, multi-funcionales que integran espacial y funcionalmente la agricultura con actividades urbanas residenciales, comerciales y de otro tipo.⁶¹

Pueden existir rascacielos especialmente diseñados para albergar grandes cantidades de agricultura producida de manera ecológica donde los productos se vendan directamente en la primera planta del edificio, en una especie de centro comercial⁶².

A su vez se puede hablar de Agro-civismo que tiene muchos valores: económico, social, recreativo, ecológico, y estético. Su objetivo es integrar las áreas de cultivo" en los parques y jardines, realizando continuos corredores verdes, y hacer las áreas accesibles a todos con senderos y pistas para

⁵⁹ Ritz, Stephen. Un profesor que siembra verde en el sur del Bronx. Disponible en internet como http://www.ted.com/talks/lang/es/stephen_ritz_a_teacher_growing_green_in_the_south_bronx.html

⁶⁰ Laura Calvet-Mir, Erik Gómez-Baggethun, Victoria Reyes-García. Beyond food production: Ecosystem services provided by home gardens. A case study in Vall Fosca, Catalan Pyrenees, Northeastern Spain. *Ecological Economics*. (Enero 2012).

⁶¹ Daniele Torreggiani, Enrica Dall'Ara, Patrizia Tassinari. The urban nature of agriculture: Bidirectional trends between city and countryside. *Cities*. (Enero 2012).

⁶² *Ibid.*, p 413.

bicicletas" (Inglés traducción por los autores de Ingersoll et al. (2007)), usando una pluralidad de espacios y ocasiones, incluidas las zonas residuales y marginales, y plazas residenciales (casas, escuelas y oficinas de las asociaciones).⁶³

Varios proyectos tienen por objeto la integración de espacios para la agricultura dentro de un edificio mismo; entre las propuestas se pueden mencionar: Tour Vivante (por SOA Architectes, 2005), cuyo programa incluye el desarrollo de viviendas, comerciales áreas, oficinas y granjas verticales; Cultivando la ciudad (por S. Rodríguez Estévez, M. Tonossi Gian, S. Mendoza Muro, Jung S. y S. Colombo, 2007), un proyecto para una zona en las afueras de Zagreb (Croacia) seleccionado en la competencia European9 (European Europa, 2008); Agro-vivienda, por Knafo Arquitectos Klimor, en Wuhan (China) (McKeogh, 2008), y la Granja Urbana (por B. Viganò Arquitectos y L. Beltrami Gadola, 2008), un proyecto de co-vivienda para los Lambrate trimestre en Milán promovido por Innosense Partnership, agencia de innovación social, y el Departamento INDACO del Politécnico de Milán.⁶⁴

La agricultura vertical es cada vez más objeto de varios diseños y propuestas de planificación en contextos urbanos, con el objetivo de convertir partes de las tierras de cultivo en áreas naturales (Despommier, 2008), o - en sentido amplio - de ganar " " suelo y al mismo tiempo aumentar la capacidad de producción agrícola reduciendo la necesidad de cultivar el extranjero (MVRDV, 2005).⁶⁵

Al situar un cultivo en zonas urbanas se debe tener en cuenta su posicionamiento dentro de ella ya que no todos los lugares están aptos para ello debido al nivel de contaminación que se maneja. Se debe tener en cuenta "la importancia de la deposición atmosférica como una vía para la contaminación de las hortalizas cultivadas en los barrios del centro urbano y apoyar las estimaciones del riesgo de exposición a metales de las poblaciones

⁶³ Ibid., 413.

⁶⁴ Ibid., 413.

⁶⁵ Ibid., 414.

urbanas de consumo de hortalizas cultivadas al lado de las carreteras (Hough et al., 2004)". La deposición atmosférica durante la producción, el transporte y la venta de verduras puede conducir a niveles elevados de metales traza en verduras (Al-Jassir et al, 2005;.. Sharma et al, 2009).⁶⁶

Existen varias corrientes y métodos de agricultura sostenible que comparten los mismos objetivos y principios generales de producción sostenible, reciclaje de recursos, integración de procesos y diversificación de cultivos⁶⁷. A continuación se presentarán algunos de ellos:

Agricultura biodinámica: resultante del curso agrícola dado por el filósofo austríaco Rudolf Steiner en 1924. El aspecto distintivo es el uso de preparados dinamizados – a la manera de *homeopatía agrícola* – y el enfoque de las unidades rurales como *organismos agrícolas*, sometidos a la influencia de factores cósmicos complementarios al fotoperiodismo y al clima en general.

Agricultura orgánica: es un movimiento iniciado en Inglaterra en la década de los años 30, por los Agrónomos Lady Eve Balfour y Sir Albert Howard; se destaca por la recomendación de abonos orgánicos y por sus métodos de compostaje controlado. Es la denominación más difundida mundialmente, particularmente a partir de 1972, año de fundación de la IFOAM – Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica.

Agricultura Biológica o Agro-biología: nombre usado en Francia y Portugal desde la década de los años 60, para el método difundido por agrónomos como Francis Chaboussou, Raul Lemaire y Claude Aubert. Se destaca por la importancia del Control Biológico, del Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades y por la Teoría de la Trofobiosis (plantas enfermas de pesticidas Chaboussou, 1980).

⁶⁶ Ina Säumel, Iryna Kotsyuk, Marie Hölscher, Claudia Lenkereit, Frauke Weber, Ingo Kowarik. How healthy is urban horticulture in high traffic areas? Trace metal concentrations in vegetable crops from plantings within inner city neighbourhoods in Berlin, Germany. *Environmental Pollution*. (Febrero 2012).

⁶⁷ Suquilanda, M. Agricultura orgánica, alternativa tecnológica del futuro. Principios de agricultura orgánica. Alternativas tecnológicas para una producción sostenible.

Permacultura: este método fue estructurado en la década de los años 60 por el biólogo australiano Bill Mollison. Promueve la creación de Sistemas Agrosilvopastoriles (vivienda, medio ambiente, productividad, cultivos, pastoreo) cuyo objetivo es el aprovechamiento permanente de los espacios verticales de vegetación.

Agricultura natural: Propuesta del biólogo y monje zen-budista japonés Masanobu Fukuoka, desde comienzos de la década de 1950; sus métodos sustituyen todo tipo de labranza o cultivo de suelo, por rozadas (cortes de la parte aérea) de la vegetación, cobertura verde (tréboles, plantas arvenses) y muerta (paja, mulch), combinadas con siembras asociadas de cereales y leguminosas o mezclas de hortalizas y hierbas aromáticas.

Otras corrientes: existen otras corrientes, igualmente importantes, que siguen los mismos principios orgánicos o biológicos y se encuentran, desde el punto de vista técnico, en las categorías descritas anteriormente, o en las denominaciones *ecológica*, *regenerativa* y finalmente *sostenible*, terminología de carácter más amplio, que busca establecer un *punte* en términos de dialogo científico y transición tecnológica, con agricultura convencional agroquímica (Paschoal,1995).⁶⁸

Riego por goteo: cultivo bajo cubierta. Las plantas arraigan en canalones de material ligero e inerte, como la vermiculita, reutilizable durante años; unos tubitos que van de unas plantas a otras dejan gotear agua cargada de nutrientes justo en la base de cada tallo, con lo que se evita el enorme desperdicio de agua que se produce en el riego tradicional.⁶⁹

Hidroponía: cultivo bajo cubierta. Se atribuye al agrónomo William F. Gericke la invención de la hidroponía moderna hacia 1929. Las plantas se sostienen de modo que sus raíces yacen sobre canalones sin tierra, por los que circula agua con nutrientes en disolución. Durante la Segunda Guerra Mundial, se cultivaron

⁶⁸ Ibid., p. 22

⁶⁹ Despommier, D. Agricultura vertical. Investigación y ciencia. (2010). Pág 78

por hidroponía unos cuatro millones de kilogramos de hortalizas en las islas del Pacífico Sur, para el consumo de las fuerzas aliadas desplegadas allí.⁷⁰

Los cultivos cubiertos demuestran ventajas como cosechas a lo largo de todo el año, resguardo de sequías e inundaciones que a menudo arruinan a toda la comarca, maximización de rendimiento al optimizarse las condiciones de crecimiento y maduración, y minimización de patógenos humanos.⁷¹

La aeroponía, es desarrollada en 1982 por K.T. Kubick y perfeccionada después por científicos de la NASA. Las plantas penden en una atmósfera infusa con vapor de agua y nutrientes; tampoco existe aquí la necesidad del suelo. Es considerada como una evolución de la hidroponía⁷².

El cultivo en el aire o “aeroponía” no usa un sustento físico a nivel de raíces: solo se requiere mantener las plantas en forma vertical, mediante un soporte que las sostiene a nivel del cuello; de esta manera, las raíces quedan al aire y la solución nutritiva se aplica mediante pulverizaciones finas y frecuentes⁷³. (Véase figura 6).

Los soportes pueden ser paneles agujerados rectangulares de madera o de plástico y en estos agujeros se disponen las plantas. Los cultivos aeropónicos fueron descritos por primera vez por Vincenzoni en 1980⁷⁴.

Se trata de un sistema de araña ajustable fácil de modificar, que consta de 8 columnas donde cada una de ellas contiene 63 orificios donde se depositan las plántulas. Existe rotación constante a nivel del sistema y de columnas con el ánimo de que reciban la misma cantidad de luz. En cada columna se pueden cultivar diferentes especies. Esto refiriéndose a hortalizas y aromáticas.

⁷⁰ Ibid., p. 78

⁷¹ Ibid., p 78.

⁷² Ibid., p 77.

⁷³ Giaconi, M.V. Cultivo de hortalizas, 3ª ed., Santiago, Chile, Editorial Universitaria, 2004

⁷⁴ Vincenzoni, A (s.f) International Society for Horticultural Science (ISHS). Disponible en internet en: < http://www.actahort.org/members/showpdf?booknr=98_27 >

La aeroponía es una tecnología accesible ya que trabaja con un sistema parecido a la hidroponía. El equipamiento consiste en un sistema de recirculación que permite la oxigenación y la absorción directa con un equipo de bombeo que es el que alimenta a las plantas según se guste; un ejemplo podría ser cada 15 minutos durante 1 minuto dentro de las cámaras aeropónicas. Cuenta con filtros a la entrada y salida de todo el sistema que impedirán una posible contaminación del agua. "En un cultivo tradicional cosechar una hortaliza como la lechuga, puede tomar unos 40 días; mediante la aeroponía este periodo se reduce a solo 28 días. Así se pueden obtener hasta 13 cosechas por año (Bonilla, 2012)"⁷⁵. "Los ensayos que se han realizado en la empresa se han hecho con tomates, arvejas, lechugas - "sacamos batavias de un kilo cada una", anota Jairo Jiménez, uno de los trabajadores⁷⁶.

En la aeroponía, aparte de desarrollar todo tipo de hortalizas, se ha comprobado que tuberculos como la papa pueden funcionar en él. En Perú, se está realizando un proyecto denominado PROPAPA SEMILLA, que se traduce a la aplicación de aeroponía en el campo, e involucra a los pequeños agricultores productores de semillas:

"Tenemos la mayor cantidad de variedades de papas del mundo, pero también tenemos todas sus plagas y enfermedades; ante este problema, descubrimos que la aeroponía es la tecnología ideal para la producción de semillas sanas y de calidad que demanda el nuevo mercado de papas nativas, por ello pusimos todo nuestro esfuerzo en aprender la técnica para llevarla al campo y ponerla en manos de agricultores" según afirma la ingeniera Celfia Obregón.⁷⁷

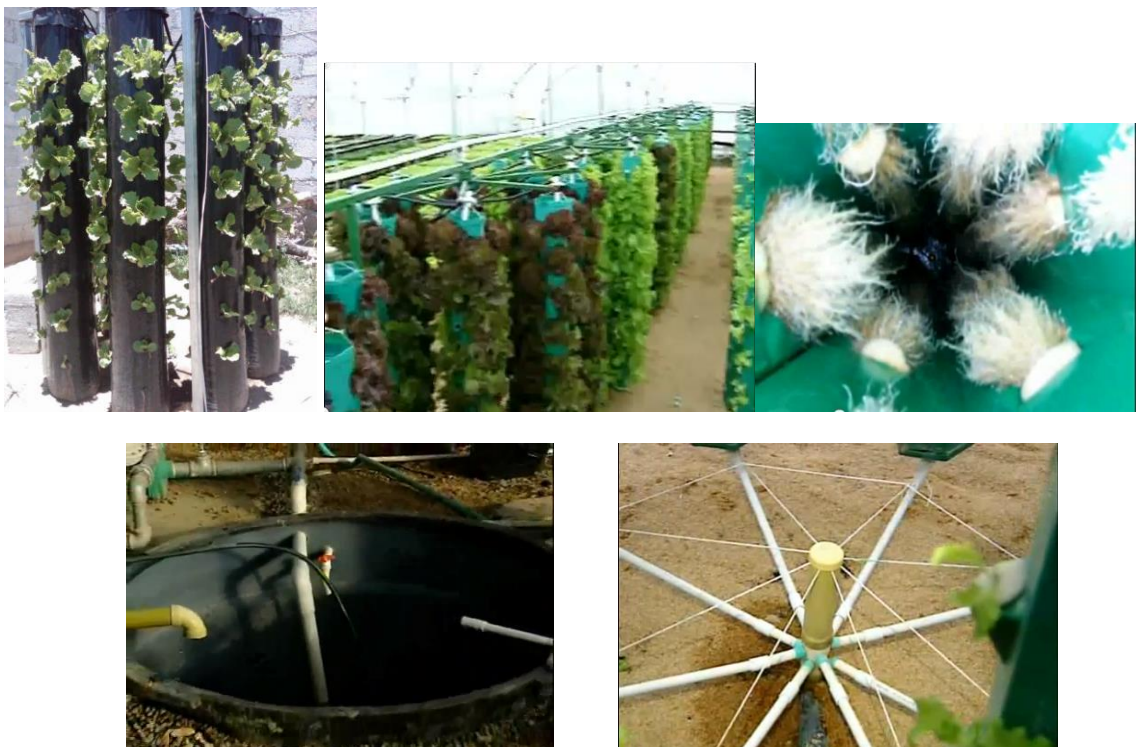
⁷⁵ Bonilla, A. 5 de Febrero de 2012. Disponible en internet en <http://www.agro20.com/profiles/blogs/aeroponia-vertical-rotacional-2>

⁷⁶ Restrepo, L. Aeropónicos o la comida sin tierra. Publicado el 11 de Mayo de 2011. Disponible en internet en: [http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/A/aeroponicos o la comida sin tierra/aeroponicos o la comida sin tierra.asp](http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/A/aeroponicos%20o%20la%20comida%20sin%20tierra/aeroponicos%20o%20la%20comida%20sin%20tierra.asp)

⁷⁷ (CIP). International Potato Center. Media Clipping 2009 Lima, Peru. CIP Communication and Public. 2010.

La aeroponía podría reemplazar exitosamente a la hidroponía en la producción de todo tipo de cultivos alrededor del mundo, sobre todo pensando en el cuidado del medio ambiente ya que, no se requiere el uso de bromuro de metilo, sustancia altamente contaminante y con un grado elevado de toxicidad que es uno de los químicos empleados en la desinfección de los sustratos usados en el sistema convencional de hidroponía.

Tienen una tendencia de crecimiento más rápido que las plantas en el suelo o en tiestos y se disminuyen costos, ya que los cultivos no son asaltados por las plagas habituales del suelo, teniendo en cuenta que se puede cultivar en interiores, lejos de los insectos y otras plagas.



Fuente: La finca de hoy. Aeroponía. Proyecto de Antonio Rosas y Ezequiel Huertas. Encontrado en: <http://youtu.be/EdX60tkagCM>

5.1 ANTECEDENTES

Antes de que Vincenzoni en 1980 definiera el modelo aeropónico que se usa por excelencia en la actualidad, existieron una serie de autores que ya habían realizado aportes al desarrollo e implementación de esta práctica:

- ✓ Inglaterra Woodward 1699: fue la primera persona que hizo crecer plantas en componentes líquidos agregándole un poco de suelo.⁷⁸
- ✓ Químico alemán Sachs junto con Knop 1860: desarrollaron un cultivo sumergido en solución nutritiva.⁷⁹
- ✓ W. F. Gericke (Universidad de California) 1929: transfirió esta tecnología y la desarrollo en laboratorio con fines comerciales.⁸⁰
- ✓ 1942: Carter utilizó unas boquillas con spray para producir nutrientes y que las raíces de las plantas de piña. Klotz en el mismo año implementó el atomizador.⁸¹
- ✓ En 1953 Vyvyan y Trowell hicieron que crecieran árboles de manzana al aire libre con sus raíces en cajas donde eran alimentadas por un spray con nutrientes.⁸²
- ✓ 1957: Fue descrita una investigación en una caja de niebla que utilizaba boquillas en spray para rociar los nutrientes en las raíces de plantas de tomate.⁸³
- ✓ Muras en 1963, exploró algunas maneras de optimizar los requerimientos de la cultura de las plantas en aeroponía. Su

⁷⁸ BAUTISTA ARROYO, Rubén. Diseño de dos sistemas de riego automatizados para invernadero rural. México, 2009, 120 p. Trabajo de grado (Ingeniero mecánico). Instituto Politécnico Nacional. Escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica. Unidad Culhuacán.

⁷⁹ Ibid., p 18.

⁸⁰ Ibid., p 18.

⁸¹ Weathers, P.J, Zobel.R.W. Aeroponics for the cultura of organism, tissues and cells. Cornell University. 1992.

⁸² Ibid., p 93.

⁸³ Ibid., p 93.

investigación fue dirigida hacia una cultura de rutina en que las plantas estuvieran bajo condiciones de crecimiento óptimo.⁸⁴

- ✓ Italia 1968 denominado “Fusi autonomi”: consistía en una técnica de tubo vertical con orificios por donde salían las plantas; de un extremo rociaban manualmente agua y del otro se colocaba una caneca para recolección y reutilización de la misma.⁸⁵
- ✓ 1969 “Tapis Roulant”: implementó la misma técnica de “Fusi autonomi” pero agregó una solución nutritiva en la práctica.⁸⁶
- ✓ 1970 “Linea di coltura”: Se adoptaron los procesos realizados en “Fusi autonomi” y en “Tapis Roulant” pero en tubos de PVC.⁸⁷
- ✓ 1973 “Inclinación y aeropónico vertical de superficie” por Massantini: acogió los procesos que venían ocurriendo pero cambiaron de práctica horizontal a vertical e implementó aspersores que riegan las raíces que cuelgan en una losa.⁸⁸
- ✓ Hubick y al. en 1978, exploró muchos sistemas, incluso el aeropónico para realizar una inducción artificial de sequía en condiciones controladas.⁸⁹

⁸⁴ Ibid., p 93.

⁸⁵ Vincenzoni, A (s.f) International Society for Horticultural Science (ISHS). Disponible en internet en: < http://www.actahort.org/members/showpdf?booknrarnr=98_27 >

⁸⁶ Ibid.

⁸⁷ Ibid.

⁸⁸ Ibid.

⁸⁹ Weathers, P.J, Zobel.R.W. Aeroponics for the culture of organism, tissues and cells. Cornell University. 1992.

Déspués de Vicenzoni, se registraron también avances en materia de aeroponía:

- ✓ Soffer en 1986 describió un aparato que proveía de nutrientes con un disco giratorio en la parte superior del sistema de raíces mientras se tenía una baja porción de ellas inmersa en los nutrientes.⁹⁰
- ✓ En 1988, Weathers and Giles describió la regeneración de las plantas a partir de una cultura de tejidos de cultivos utilizando una niebla de nutrientes en un bioreactor.⁹¹
- ✓ 1997: Universidad de Arizona – NASA: como se mencionó anteriormente; realizaron cultivos aeropónicos por necesidad de comida para los astronautas, en ausencia de gravedad.⁹²

Como casos exitosos se pueden mencionar los siguientes:

- ✓ En Estados Unidos, “Future World” en Walt Disney World. Incluye un jardín aeropónico que produce más de 9 toneladas de alimentos que se consumen en los restaurantes de Disney cada año.⁹³
- ✓ Singapur Lee Sing Kong (Horticultor y profesor Universidad Tecnológica) cultivos de lechuga en techos de edificios.⁹⁴

⁹⁰ Ibid.. p 93.

⁹¹ Ibid., p 94.

⁹² NASA. Progressive Plant Growing is a Blooming Business. Publicado el 23 de Abril del 2007. Disponible en internet en: http://www.nasa.gov/vision/earth/technologies/aeroponic_plants.html

⁹³ Jardineria.com. Cultivos aeropónicos. Publicado el 30 de Marzo de 2011. Disponible en internet en: <http://www.dejardineria.com/cultivos-aeroponicos>

⁹⁴ Ecopolis capítulo 1 1/5 y 1 2/5 (Discovery channel). Disponible en: <http://www.youtube.com/watch?v=KWBouxlsdwl>

- ✓ En Perú, se está realizando un proyecto denominado PROPAPA SEMILLA, que se traduce a la aplicación de aeroponía en el campo, e involucra a los pequeños agricultores productores de semillas.⁹⁵
- ✓ Aeropónicos de Colombia, Medellín Antioquia. Empresa que viene exportando hace algunos años Nufar y Genovesa, dos de las 286 variedades de albahaca que existen, a Estados Unidos y Canadá.⁹⁶
- ✓ CORPOICA. Capacitación a agricultores en producción de semilla básica de papa. 28 productores de papa criolla de 4 municipios de Cundinamarca: Sibaté, Granada, El Rosal y Subachoque y uno en Boyacá: Ventaquemada.⁹⁷, entre otros.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

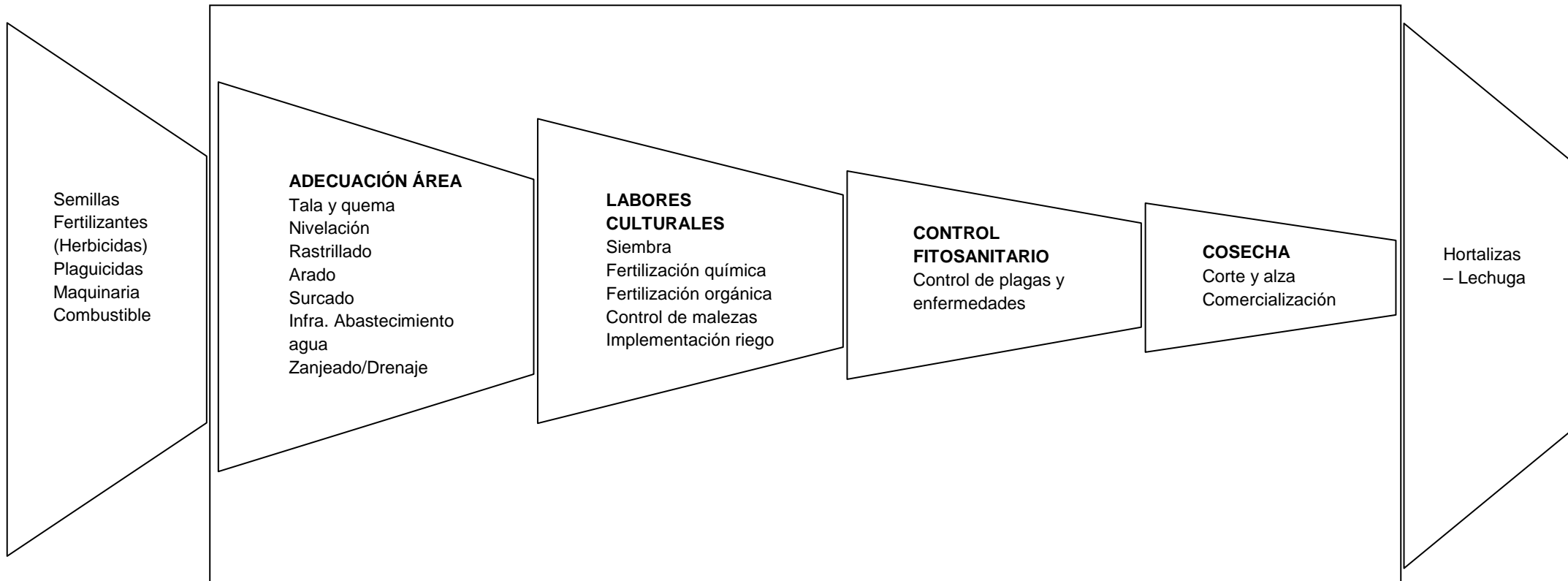
IMPACTOS Y COMPONENTES

⁹⁵ (CIP). International Potato Center. Media Clipping 2009 Lima, Peru. CIP Communication and Public. 2010.

⁹⁶ Restrepo, L. Aeropónicos o la comida sin tierra. Publicado el 11 de Mayo de 2011. Disponible en internet en:
<http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/A/aeroponicos_o_la_comida_sin_tierra/aeroponicos_o_la_comida_sin_tierra.asp>

⁹⁷ CORPOICA. Departamento de comunicaciones. 22 de Septiembre de 2011. Disponible en línea <http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Noticias/vernoticia.asp?id_noticia=1126>

Figura 1: MAPA DE PROCESOS: CULTIVO TRADICIONAL



** Los procesos gerenciales y de apoyo no se contemplaron ya que se evaluó solo el proceso operativo del cultivo. Los trámites legales tampoco se contemplaron ya que no hacen parte de la formación del cultivo.

Fuente: Elaboración propia.

Adecuación del área

Tala y quema: sirven para limpiar el terreno de la vegetación no deseada, para la mejora de la fertilidad, la reducción de plagas y malezas y dejarlo listo para la siembra. El round up es un herbicida (Glifosato) que se aplica como complemento de este proceso para mantener la salud de las plantas y permitirles tener resistencia a las enfermedades.

Nivelación: sucede cuando el terreno está compuesto por desniveles y consiste en remover suelo de las partes altas, depositarla en las bajas, empatando la tierra y dándole precisión para que quede con la menor inclinación posible y facilite las labores posteriores.

Rastrillado: Desprender y recolectar la superficie del suelo que consta de hierba, plantas secas, maleza o derivados para aflojarlo y ponerlo apto para sembrar. Se rastrilla 2 o 3 veces el terreno antes de arar el terreno, se ara y se rastrilla una última vez para mezclar el fertilizante con la tierra.

Arado: labrar la tierra para revolver, des-compactar y remover el terreno; darle la vuelta al mismo para beneficiar el aireado y desarrollo de las plantas.

Surcado: se hacen surcos que atraviesan la tierra para crear zanjas uniformes y se hacen los orificios donde se colocarán las plántulas o semillas.

Infraestructura abastecimiento agua: suplen de agua al cultivo para su crecimiento y desarrollo. Existen diversos tipos de riego; riego por goteo, aspersión o riego por gravedad. Una maquinaria denominada zancudo carga las tuberías de riego y se suplen de la Laguna más cercana, en este caso la Laguna Herrera.

Zanjeado/Drenaje: elimina el agua restante de la superficie del suelo cuando está saturado. Evita encharcamiento, erosión y daños en raíces. Son zanjas alrededor del cultivo con una pendiente determinada que se conectan a una zanja mayor que drena el agua restante hacia una fuente hídrica cercana.

Labores culturales

Siembra: se efectúa con personal y se considera el fondo y la distancia entre un hoyo y otro que garantice la cobertura total de la semilla o plantula.

Fertilización química: sustancia de composición química que se deposita a un lado de la planta para que se mantenga o incremente el contenido nutritivo del suelo. Esta fertilización ocurre a los 30 días de haber iniciado el cultivo.

Fertilización orgánica: sustancia de composición natural que se mezcla con la tierra para que las plantas se nutran mejor, crezcan y se desarrollen de buena forma. Se realiza antes de la siembra del cultivo para que la tierra absorba los nutrientes necesarios y los transmita a la planta.

Control de malezas: durante la realización del cultivo se realiza una inspección con el fin de desyerbar manualmente con azadones pequeños, este proceso lleva por nombre “guachapear”. Cuando hay demasiada cantidad de malezas se hace preciso aplicar herbicidas.

Implementación riego: se provee de líquido a la planta. La continuidad y volumen de riego dependen del tipo de cultivo que se esté realizando. En el caso de la lechuga por 8 días se riega 3 veces el cultivo.

Control fitosanitario

Control de plagas y enfermedades: se fumiga varias veces con el uso de plaguicidas. La cantidad varía dependiendo del cultivo que se realice. En el cultivo de lechuga se fumiga 1 vez después de la quema durante la preparación del terreno. Este proceso se realiza con un tractor, ocurren 5 fumigadas a lo largo del cultivo.

Cosecha

Corta y alza: se realiza manualmente. Se recoge la cosecha ya lista para comercializar 60 días después.

Comercialización: venta y distribución de los productos cultivados con el fin de obtener ganancia por los mismos.

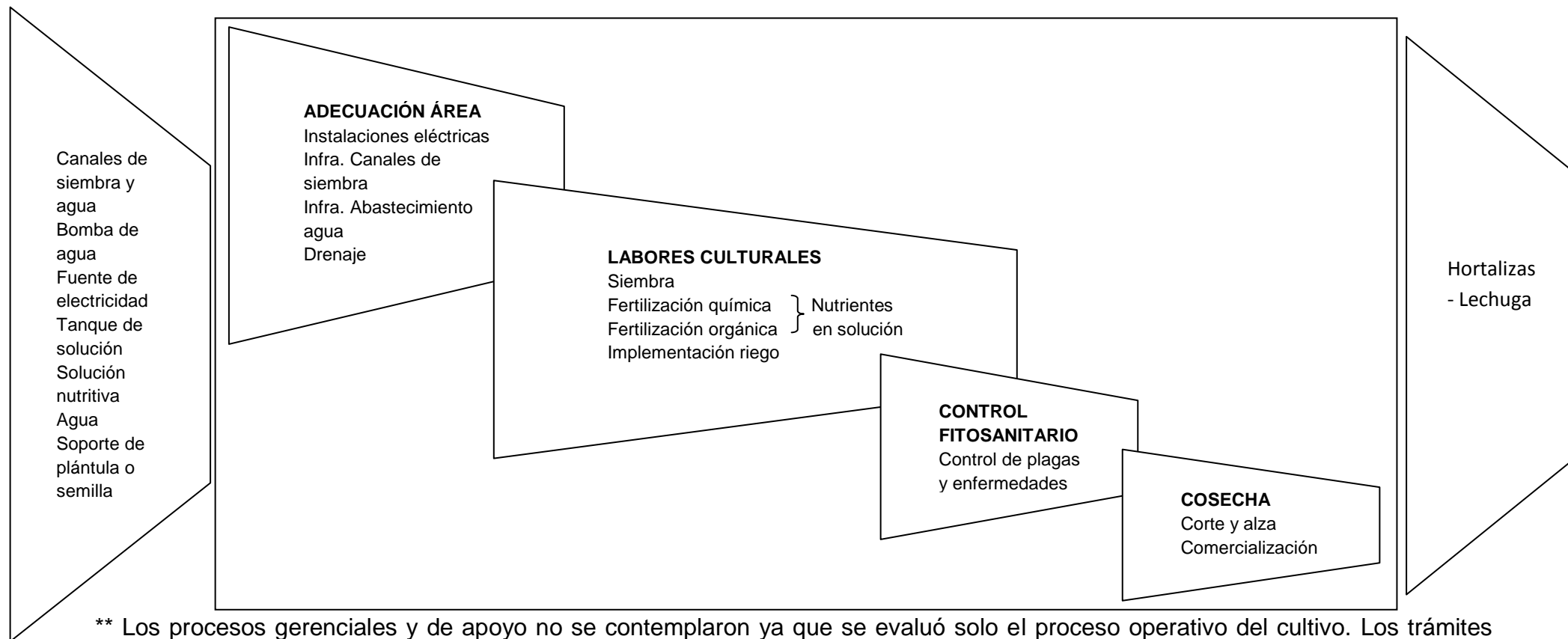
Gestión de trámites legales ambientales

POT: revisión del POT, PBOT O EOT según aplique al territorio correspondiente para tener en cuenta las posibles áreas de ocupación agrícola a fin de evitar sellamientos, sanciones o cierres futuros por afectación del medio ambiente en cualquiera de sus componentes.

Normativa ambiental: búsqueda de la legislación en torno al desarrollo de la actividad agrícola con el fin de cumplir con los parámetros establecidos a nivel de ocupación suelo, uso de agroquímicos, uso de agua para riego, vertimientos directos, contaminación por fuentes móviles y los que así apliquen.

*Los cultivos se pueden realizar de dos maneras: surcados o parcelados. En una hectárea de cultivo trabajan aproximadamente entre 7 y 10 personas. La matriz se realizó en base a un cultivo de lechuga que se desarrolla en la finca San Rafael, kilómetro 2, vía fuerza aérea, Madrid, Cundinamarca.

Figura 2: MAPAS DE PROCESOS: CULTIVO HIDROPÓNICO Y AEROPÓNICO



Fuente: Elaboración propia.

Adecuación área

Instalaciones eléctricas: disposición de electricidad que alimente la bomba indispensable dentro del sistema para el bombeo del agua con nutrientes.

Infraestructura de canales de siembra: construcción de sistema vertical u horizontal que llevará las plántulas dentro de sí mismo para su potencial desarrollo.

Infraestructura de abastecimiento agua: construcción de sistema vertical u horizontal según construcción previa de los canales de siembra por donde pasará el agua con nutrientes necesaria para el crecimiento y desarrollo de las semillas o plántulas.

Drenaje: recoge el agua restante del sistema y la devuelve al tanque para su recirculación.

Labores culturales

Siembra: se efectúa con un soporte a nivel de la raíz como una espuma, con un vaso agujereado con algún tipo de sustrato como arlita (reciclable), cascarilla de arroz, aserrín, entre otros o directamente en el hoyo que contiene el sistema.

Nutrientes en mezcla con agua: Se realiza la mezcla de nutrientes diluidos en agua para el riego en el tanque recolector.

Implementación riego: la bomba contenida en el tanque es la encargada de distribuir el líquido a través del sistema. En la hidroponía las raíces deben estar suspendidas en la solución distribuida. En aeroponía las raíces están flotando en el aire y el agua les llega a manera de nebulización por medio de aspersión.

Control fitosanitario

Control de plagas y enfermedades: Se atiende todo lo referente al cultivo desde el inicio de los procesos para evitar enfermedades y plagas. Durante el desarrollo se realiza un monitoreo y revisión periódica directa del cultivo para eliminar plantas enfermas que puedan afectar otras, se usan trampas, aceites, mallas contra insectos. Si se presenta gran cantidad de enfermedades, plagas o se desea prevenir contra las mismas se aplica pesticida aunque no es en gran cantidad.

Cosecha

Corte y alza: se realiza manualmente. Se recoge la cosecha ya lista para comercializar aproximadamente 30 días después.

Comercialización: venta y distribución de los productos cultivados con el fin de obtener ganancia por los mismos.

Gestión de trámites legales ambientales

POT: revisión del POT, PBOT O EOT según aplique al territorio correspondiente para tener en cuenta las posibles áreas de ocupación agrícola a fin de evitar sellamientos, sanciones o cierres futuros por afectación del medio ambiente en cualquiera de sus componentes.

Normativa ambiental: búsqueda de la legislación en torno al desarrollo de la actividad agrícola con el fin de cumplir con los parámetros establecidos a nivel de ocupación suelo, uso de agroquímicos, uso de agua para regadío, vertimientos directos, contaminación por fuentes móviles y los que así apliquen.

*Estas matrices se hicieron en base a una investigación previa, la recolección de información secundaria y conocimiento adquirido con anterioridad.

* Anexo 1: MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL CULTIVO TRADICIONAL

Esta matriz se realizó y evaluó en base a un cultivo de lechuga ya establecido en zona rural mencionado anteriormente. La implementación de un cultivo de este tipo a nivel urbano es improbable; por lo que se buscó acercarse a la realidad con la elaboración de la misma.

Este cultivo puede presentar residuos por daños en la cosecha; equipamiento por gasto y uso de los trabajadores; bolsas, envases y plásticos de nutrientes no evaluados dentro de un proceso en la matriz. Se presenta como impacto muy bajo ya que no ocurren en gran cantidad ni en periodos de tiempo repetitivos; además de contemplar que la totalidad de la cosecha saldrá buena y a la venta.

Procesos de hidroponía y aeroponía no aplican

No se contempló la infraestructura de siembra ni las instalaciones eléctricas ya que estos procesos no se realizan en un cultivo tradicional.

El POT se tuvo en cuenta para el desarrollo de la matriz pero la calificación a través de los componentes dio como resultado no aplica; exceptuando en localización del proyecto, ya que no hay manera de evaluar a través de los impactos presentados por ser un documento que se debe investigar con anterioridad para evaluar el posicionamiento del cultivo y si cumple o no con las normas estipuladas en él; en este caso en un contexto rural donde se definen lugares apropiados para implementación de agricultura. La localización del proyecto como impacto dio como resultado no aplica a través de todos los procesos exceptuando el de POT ya que únicamente le compete a esta instancia la ubicación del cultivo; en los demás no se emplea o evalúa.

Impactos negativos severos

La Tala y Quema: Muestra como impactos relevantes en Geología y geomorfología (suelo) a la erosión al quedar desprotegido quitando la capa de

vegetación y ser fácilmente degradado y transportado por el aire habitual o agua de riego produciendo con el tiempo un suelo infértil. La ausencia de la misma hace que el agua no sea absorbida y arrastre la tierra ya que el agua caería directamente en el suelo.

La deposición (sedimentos) surge por el material ya sea de restos del proceso o tierra desprotegida transportada por aire o agua que sirve como medio de traslado de sedimentos por gravedad generando capas de los mismos. Estos se depositan cuando el aire o el agua ya no tienen suficiente fuerza para arrastrarlos creando resistencia. Este impacto de aguas debajo de los ríos es el reflejo de la erosión de terreno producida aguas arriba. Los sedimentos generalmente arrastran y acumulan contaminantes químicos que venían con ellos generando un peligro prominente para la vida de especies.

La salinización del suelo ocurre en sistemas agrícolas por el sistema de riego. El agua utilizada para el riego proviene de una Laguna cercana de la que se abastecen todos los cultivos de la zona; esta agua viene contaminada con productos químicos como fertilizantes y pesticidas de los sembradíos anteriores producto de la lixiviación a la fuente de agua, además de los que se le aplican en el cultivo propio. Las sales aumentan la concentración del suelo por evapotranspiración. Cuando ocurre inundación de agua en el suelo y la carga es mayor a la descarga natural de las aguas subterráneas el agua ascenderá y generará más sales.

La generación de residuos sólidos ocurre por el resultado del proceso mismo, restos de vegetación, arboles, raíces y demás residuos provenientes de la Tala y Quema.

En Hidrología e hidrogeología (agua) se visualiza que la contaminación de agua subterránea y superficial además de la salinización del recurso se ven bastante afectadas por el herbicida aplicado para prevenir enfermedades en las plantas. Este glifosato se filtra en el suelo contaminando el agua subterránea y aportando a la cantidad de sales que pueden afectar a futuro el cultivo. El agua superficial puede verse afectada cuando brota del nivel subterráneo a la

superficie en forma de manantiales, lagunas, ríos, quebradas entre otros; sería agua que ya viene con una carga de contaminante alta.

En Atmósfera se ve impactado con polvo y partículas provenientes de la actividad propia que ejercerían contaminación atmosférica por residuos en el aire de compuestos como el humo propio de la quema, cenizas o restos finos de madera.

En la Flora, la eliminación de cobertura vegetal se ve seriamente afectada por el proceso mismo además de la pérdida de especies nativas al instalar un monocultivo y eliminar las especies vegetales propias de la región.

La Fauna se ve afectada en cuanto a migración de animales se refiere debido a la ausencia y pérdida del ecosistema que habían establecido y en la disminución de la población fáunica (envenenamiento) ya que los pocos animales que quedan se acercan a mirar que quedó y prueban por error lo que queda en suelo y el herbicida aplicado para la prevención de enfermedades les genera complicaciones en su organismo como agentes patógenos que producen enfermedades o malformaciones en diferentes animales.

A nivel Socio-económico se ve afectado seriamente el aporte a salud, la seguridad para empleados y las mejoras en la calidad de vida debido a que los trabajadores que no manipulan maquinaria pesada dentro del proceso no son cubiertos con salud o seguridad social. La demanda de obra calificada se calificó como negativa ya que si se tuvieran personal más especializado se podría ahorrar tiempo y dinero para evitar retrasos y costos además de conceder privilegios como la adquisición de salud y seguridad social.

En cuanto al paisaje todos los subcomponentes se ven afectados; la modificación del paisaje, alteración de hábitats naturales y pérdida de espacios silvestres y libres ya que, esta actividad modifica por completo el ecosistema que allí se desarrollaba, se crean nuevos agro-ecosistemas y se pierden por naturaleza los espacios donde se desenvolvía fauna y flora de la región.

Nivelación, Rastrillado, Arado: La Atmósfera (aire) es un componente que se ve afectado por los gases contaminantes atmosféricos debido al smog con gran

cantidad de CO₂ arrojado por la quema de combustible de la maquinaria a la hora de realizar cada trabajo. Se debe tener en cuenta que el proceso de rastrillado se realiza dos veces por lo que es probablemente el proceso que más carga contaminante aporta por gases a la atmosfera.

Surcado, Zanjeado/drenaje: En la compactación del suelo componente de la Geología y Geomorfología (suelo) presenta un impacto elevado ya que la maquinaria para la realización de este proceso es muy pesada y puede degradar el suelo por acumulación de procesos anteriores haciendo que se unan las partículas en él, reduciendo el espacio poroso y evitando el flujo de aire y agua por lo que se afecta el crecimiento de las raíces y la microflora. El nivel de compactación del suelo depende en gran medida de la presión que se ejerza sobre el mismo. El suelo húmedo es más propenso a este impacto por ser débil. Gran cantidad de cultivos se realizan en suelo húmedo.

En Gases atmosféricos componente de Atmósfera es alto el impacto debido a que la maquinaria con combustible que se quema y contamina la atmosfera con CO₂.

Siembra: A nivel socioeconómico es donde se ven los impactos más altos proporcionados por el Aporte a salud, Seguridad para empleados, Mejoras en calidad de vida y Demanda de mano de obra calificada ya que el aseguramiento dentro del cultivo a nivel de EPS y ARP solo se le da a quienes maniobran con maquinaria pesada como tractores; además el aumento en el personal genera costos para el productor ya que las personas deben aprender la manera adecuada (capacitación) acerca de cómo realizar su trabajo.

Fertilización química: En Geología y Geomorfología se ven impactos relevantes en Erosión y Salinización suelo/Pérdida de fertilidad ya que, debido a la cantidad de químicos que manejan los fertilizantes aparece una especie de capa que impide que el agua se filtre y llegue a las raíces, acelerando la erosión y disminuyendo el rendimiento dentro del cultivo. Las sales entran a su vez por infiltración al suelo por el fertilizante utilizado para el proceso lo que hace que los componentes del suelo se alteren y exista sobrecarga de nutrientes afectando la condición y calidad del mismo.

En Hidrología e hidrogeología (agua) se impactan la contaminación de agua subterránea, contaminación de agua superficial y salinización del agua. Los químicos implementados en esta fertilización son altamente contaminantes para las aguas y aportan gran contenido de componentes como fosfato y nitrógeno provocando sobrecarga de nutrientes generando contaminación del recurso por exceso de los mismos incorporándose en el agua subterránea o aflorando hacia aguas superficiales. La eutrofización puede surgir a causa de este exceso de nutrientes proliferando especies como algas y evitando que el sol actúe por debajo de la corriente disminuyendo la cantidad de organismos que viven en ella.

En Flora la Alteración de microflora (Flora microbiana) se ve principalmente afectada debido a que los microorganismos que interactúan debajo del suelo como microbios, bacterias y hongos son afectados por los químicos implementados en el proceso cambiando así los componentes naturales biológicos de los organismos y alterando su desarrollo normal dentro del subsuelo.

En Fauna se afecta la Disminución de la población fáunica (Envenenamiento) ya que los químicos que se riegan al lado de las plantas afectan a los pocos animales que visitan el cultivo por comida contaminando su organismo.

A nivel socioeconómico el Aporte a salud, la Seguridad para empleados, las Mejoras en la calidad de vida y la Demanda de mano de obra calificada se afecta debido al químico que se debe usar, su manipulación debe ser cautelosa y meticulosa, además, los empleados por ser una tarea aparentemente sencilla no están asegurados a nivel de EPS y ARP lo que lo hace riesgoso. En cuanto a la mano de obra que trabaja en el lugar se ahorrarían costos si el personal estuviese especializado para realizar esa acción además de evitar riesgos por manipulación del producto.

Control de Malezas: se ve más impactado el componente de generación de residuos sólidos para Geología y Geomorfología (suelo) debido al proceso de “Guachapeada o Deshierbe” con azadones pequeños, trabajo que se realiza manualmente en donde salen malezas como la ortiga en su mayoría.

Para el componente socioeconómico se ven afectados el Aporte a salud, la Seguridad para empleados, las Mejoras en la calidad de vida y la Demanda de mano de obra calificada ya que no se protege al personal por cualquier accidente provocado dentro del cultivo. Su paga es semanal sin aportes a EPS o ARP además, la cantidad de gente empleada para este trabajo hace que los costos se incrementen para el productor que tiene que capacitar para que el trabajo se realice correctamente.

Implementación riego: en Geología y Geomorfología (suelo) se impactan la erosión y Salinización de suelo/Perdida de fertilidad debido a los riegos constantes e inundaciones presentadas en el cultivo ya que el agua arrastra componentes del suelo; transporta material gracias a la falta de vegetación protectora erosionándolo rápidamente. El agua utilizada para el riego de estos cultivos que proviene de la Laguna Herrera viene contaminada con residuos de aguas domésticas más aguas provenientes de cultivos anteriores debido a que toda la zona es agricultora; el riego con estas aguas con sales promueve la salinización del suelo y pérdida de fertilidad con el tiempo. Con un suelo saturado de sales provenientes de pesticidas y fertilizantes del cultivo propio o de las aguas capturadas, el riego excesivo agrava la salinidad por acumulación, encapsulación y estancamiento (mayor recarga que descarga) de las mismas en el suelo reduciendo a su vez la productividad del cultivo. La concentración de las mismas aumenta por evapotranspiración.

En Hidrología e Hidrogeología (agua) se ven afectados la Salinización del recurso agua y la Reducción del recurso hídrico debido a la calidad de agua proporcionada para el riego. Las sales proporcionadas por el agua de la Laguna para afectan a las aguas subterráneas incrementando la cantidad de sales en ellas.

Control de plagas y enfermedades: en Geología y Geomorfología (suelo) se ven afectados por Erosión y Salinización del suelo/Pérdida de fertilidad se ven afectados por la cantidad de riego de pesticida sobre el cultivo. Los efectos causados son relativamente parecidos a los generados por el fertilizante químico solo que en una cantidad más considerable.

En Hidrología e Hidrogeología (agua) se ve altamente impactada la contaminación en agua subterránea, en agua superficial y salinización del recurso agua ya que se fumiga 5 veces en total el cultivo para evitar las plagas y las enfermedades con químicos altamente contaminantes. La expansión de los cultivos fomenta mayor riego contaminando aguas por pesticidas, reduciendo la calidad del agua; además de suscitar el aumento del uso de químicos por control del crecimiento en número de plagas y enfermedades. Las sales se producen a su vez por la cantidad químico incorporado dentro del agua. El nitrógeno y fosforo proporcionado en grandes cantidades excede los nutrientes que por naturaleza debe contener el agua. Estos se infiltran en el suelo contaminando las aguas subterráneas y pueden ser arrastrados por drenaje al agua superficial. Como resultado puede obtenerse eutrofización.

En la Flora se ve impactada la Alteración de la microflora (Flora microbiana) debido a la cantidad de químicos que absorbe el suelo durante las fumigaciones en el cultivo y la afección que reciben los microorganismos del mismo como hongos, bacterias entre otros; alterando sus componentes propios naturales y su funcionamiento dentro del ecosistema.

En la Fauna se presenta la Disminución de la población fáunica (Envenenamiento) como principal impacto debido a la fumigación con los químicos que trae cada pesticida que los animales ingieren por curiosidad sin saber y se envenenen.

En el aspecto socioeconómico el Aporte a salud, la Seguridad para empleados, las Mejoras en la Calidad de vida y la Demanda de obra calificada se ven altamente impactadas ya que la manipulación de los químicos puede afectar si no se manejan adecuadamente además de no poseer beneficios de EPS y APR por no manejar maquinaria pesada. Se debe asegurar una capacitación adecuada para evitar errores que pueden incurrir en accidentes; lo que aumenta los costos hacia el personal por no tener los conocimientos básicos y estar calificado acerca del trabajo a realizar.

Corte y alza: se ve impactado en el entorno Socioeconómico; principalmente en Aporte a salud, Seguridad para empleados, Mejoras en la calidad de vida y

Demanda de mano de obra calificada ya que el personal no está debidamente asegurado por ser una labor relativamente sencilla además de necesitar personal que sepa del trabajo y aumenten así los costos.

El paisaje tiene como impacto directo la Modificación Paisajística debido a que la recolección de la siembra deja el terreno desprotegido y altera la manera en que se estaba concibiendo de nuevo el terreno.

Comercialización: En el componente Atmósfera se visualiza que el impacto más relevante es el de Gases Contaminantes Atmosféricos debido al transporte por el que atraviesan los productos de la cosecha para llegar a su comercialización ya que los carros y camiones distribuidores hacia el mercado en general, utilizan combustible que expulsa CO₂ hacia la capa de ozono.

A nivel socioeconómico se ven afectados el Aporte a salud, Seguridad para empleados, Mejoras en la calidad de vida y Demanda de mano de obra calificada ya que quienes realizan este trabajo no están asegurados a nivel de salud y seguridad además de enviar a comercializar a personal que de repente no tiene la agudeza, entusiasmo o ingenio para desarrollar relaciones cliente-productor incurriendo en costos por pérdidas de la cosecha.

POT: presenta un impacto negativo en la localización de cultivo ya que no tuvieron en cuenta el POT para ocupar el espacio de realización y desarrollo del cultivo.

Normativa ambiental: Todos los componentes tales como Geología y Geomorfología (suelo), Hidrología e Hidrogeología (agua), Atmósfera (aire), Flora, Fauna, Aspectos Socioeconómicos exceptuando Aspectos legales que no aplica para normativa, se ven afectados de manera negativa con este proceso ya que no se cumple en ningún aspecto con la normativa establecida. A nivel rural los organismos de control son muy blandos, permitiendo así el mal uso de los componentes agua, suelo, aire, flora y fauna facilitando el deterioro de los mismos. Con la comunidad tampoco se cumple en términos legales ya que no aseguran a todos sus trabajadores como es debido con Salud y

Seguridad social respectiva, por lo que no mejora la calidad de vida ni las condiciones de trabajo.

Impactos positivos

Tala y Quema: En el componente socioeconómico se ve impactada de manera positiva en cuanto a la Generación de empleo ya que brinda oportunidades de trabajo.

Nivelación, Rastrillado, Arado, Surcado, Infraestructura de abastecimiento agua y Zanjeado/Drenaje: Generan impacto positivo en el ámbito socioeconómico en Generación de empleo, Aporte a salud, Seguridad para empleados y Mejora en la calidad de vida ya que son procesos que se realizan con maquinaria pesada por lo que estas personas tienen beneficios sobre otras al estar cubiertas en Salud y Seguridad por EPS y ARP.

Siembra: En el componente socioeconómico genera un impacto positivo en Generación de empleo por las oportunidades a nivel de trabajo que se abren para las personas de la comunidad alrededor.

El Paisaje se afecta de manera positiva en la Modificación del Paisaje ya que aunque se cambia el ecosistema anteriormente constituido, restablece de alguna manera el entorno con la instauración de la siembra; se crea entonces un agro-ecosistema.

Fertilización química, Control de malezas, Control de plagas y enfermedades, Corta y Alza y Comercialización: muestra impactos positivos a nivel Socioeconómico en Generación de empleo ya que aunque sea una actividad riesgosa puede propiciar oportunidades de ocupación y ganancia para la comunidad cercana.

Fertilización orgánica e Implementación riego: genera impactos positivos a nivel socioeconómico en Generación de empleo, Aporte de salud, Seguridad para empleados y Mejoras en la calidad de la vida ya que aunque son procesos en los que no se cubre al personal con salud y seguridad la realización de los

mismos no afecta de ninguna manera la salud humana por su manejo e implementación lo que brinda seguridad a la hora de realizar las labores por parte del personal y les genera los ingresos que necesitan.

El total de los procesos de Adecuación del Área, Labores Culturales, Control Fitosanitario y Cosecha dieron como resultado de igual proporción un -1, Los trámites legales ambientales dieron como resultado -3 y al conmutar resultados, el gran total dio -1; lo que quiere decir que en general los procesos que se realizan impactan de manera negativa durante toda su realización.

Los componentes de Geología y geomorfología (suelo), Hidrología e hidrogeología (agua), Atmósfera (aire), Flora, Fauna, Aspectos Socioeconómicos y Paisaje dieron como resultado igualitario un -1. Los Aspectos legales dieron un total de -3; el gran total dio -1 lo que quiere decir que se impacta negativamente en todos sus componentes durante todo el ciclo por el que atraviesa el cultivo.

*** Anexo 2: MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL CULTIVO HIDROPÓNICO**

*** Anexo 3: MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL CULTIVO AEROPÓNICO**

Estos cultivos se calificaron a nivel urbano a diferencia del cultivo tradicional por su posible realización en la ciudad. Se realizó la misma matriz para los tres cultivos con el fin de identificar con los mismos procesos los que fuesen beneficiosos o no para el entorno ambiental, socio-económico y legal. Se ejecutó con base en información encontrada como se estipuló con anterioridad.

Estos cultivos pueden presentar residuos por daños en la cosecha; equipamiento por gasto y uso de los trabajadores; bolsas, envases y plásticos de nutrientes no evaluados dentro de un proceso específico en la matriz. Se presenta como impacto muy bajo ya que no ocurren en gran cantidad ni en periodos de tiempo repetitivos; además de contemplar que la totalidad de la cosecha saldrá buena y a la venta.

Aunque las matrices hayan arrojado resultados similares, la diferencia entre el cultivo hidropónico y aeropónico se muestra principalmente en la cantidad que se suministra entre uno y otro de agua y nutrientes para el sistema, así como en su método de riego. En hidroponía las raíces se sumergen en el agua con nutrientes, en aeroponía los nutrientes llegan por aspersión directa a las raíces propiciando su aireación, ahorrando significativamente en la mezcla, evitando desperdicios y aumentando por tal motivo la ya considerable producción.

Procesos de Cultivo tradicional no aplican:

Los procesos de Tala y quema, Nivelación, Rastrillado, Arado y Surcado no aplican dentro de estas matrices ya que son procesos que no se realizan en cultivos hidropónicos y aeropónicos a nivel urbano.

El control de malezas se calificó como no aplica ya que las plantas crecen en un ambiente controlado libre de malezas; y aunque dentro de este tipo de cultivos se hacen revisiones de hojas en mal estado o sueltas y son removidas; este tipo de suceso casi nunca ocurre por lo que se consideró que no aplicaba.

El POT se contempló dentro de las matrices aunque se evidenció que no aplicaba para los impactos establecidos excepto para localización del proyecto, que dio positivo debido a que es un tema que se debe contemplar antes de realizar el cultivo ya que en este caso, se debe evaluar qué tipo de cumplimiento tendría la realización de un cultivo a nivel urbano, además de pensar en el lugar a desarrollarse ya que no todos los lugares dentro de la ciudad serían viables o compatibles para la implementación de un cultivo hidro y aeropónico. Teniendo en cuenta esto se evitarían las posibles repercusiones contempladas como impacto en aspectos legales. De llevarse a cabo una acción de tipo legal se elegirá la medida correctiva que le aplique.

Impactos negativos

Las matrices arrojan resultados concretos acerca de los procesos que atraviesa; casi no se producen impactos negativos que afecten a los componentes ya descritos. Se contempló en los procesos de fertilización

química y el control de plagas y enfermedades su posible impacto leve a nivel socio-económico en aporte a salud, seguridad para empleados y mejoras en calidad de vida debido al potencial uso de químicos que aunque sea reducido, puede acarrear problemas si no se manipulan de la manera correcta, si surgen equivocaciones en cantidad, existen dificultades dentro del sistema mismo derivado de factores externos como el clima o no se transmitió el conocimiento necesario. En el corte y alza se ve alterada la modificación paisajística ya que se extrae toda la cosecha para vender y sembrar otra.

En este tipo de cultivo se tuvo en cuenta que la mano de obra calificada es fundamental para el desarrollo del mismo, lo que significa ahorro potencial de personal, aseguramiento de la calidad del cultivo y reducción en costos; por ello, otro impacto negativo leve contemplado, mayor a los descritos anteriormente fue el de demanda de mano de obra calificada para el corte y alza del cultivo y comercialización, ya que posiblemente para este tipo de trabajo se consideraría un aumento de personal que no se necesita mayor capacitación abarcando costos por contratación.

No se encontraron impactos severos dentro de estas matrices.

No impacta

Dentro de los procesos por los que atraviesan los cultivos; la mayoría no impacta en ninguno de sus campos por la realización de los mismos. La Adecuación del área, Labores culturales, Control fitosanitario y la Cosecha no impactan dentro de la Geología y geomorfología (suelos), Hidrología e hidrogeología (agua), Atmósfera (Aire), Flora y Fauna en ninguno de sus subcomponentes ya que no se usa el suelo directamente o la tierra, el agua que se usa es reciclada por lo que no genera vertimientos, no se usa maquinaria con combustible en ningún proceso que impacte la capa de ozono y la flora y fauna no se ve afectada por factores como eliminación de cobertura o migración ya que no se está afectando un ecosistema sino se está creando uno dentro de la ciudad.

Al igual se encuentra que para los procesos descritos anteriormente en el componente de paisaje se encuentra que no se impacta en los subcomponentes Alteración de los hábitats naturales y Pérdida de espacios silvestres y libres para ninguno de los procesos anteriormente nombrados ya que al darse un cultivo a nivel urbano no se generan afectaciones de índole silvestre o con cambios de hábitat. La modificación paisajística como subcomponente del paisaje no se ve afectada o impactada por los subprocesos de Instalaciones eléctricas, Fertilización química, Fertilización orgánica, Implementación riego, Control de plagas y enfermedades y Comercialización. Las conexiones ya están implementadas en el lugar donde se realice, las fertilizaciones, riegos y controles de plagas se hacen en el cultivo directo ya instalado y la comercialización ocurre cuando el producto ya está listo para la venta por lo que la realización de estos procesos no tiene influencia alguna en el paisaje.

Los impactos no proporcionados por los cultivos hidropónicos y aeropónicos muestran las ventajas significativas frente al cultivo tradicional ya que no se afectan recursos de mayor importancia como lo son el suelo o el agua, así como no se hace necesario un espacio que elimine los ecosistemas ahí establecidos sino que creará vida y espacios verdes en entornos urbanos ya saturados.

Impactos positivos

Los impactos positivos de la realización e implementación de estos cultivos se derivan de ventajas a nivel socio-económico; además de no impactar negativamente componentes que si se verían dentro de la agricultura tradicional.

En el proceso entero de Adecuación del terreno y subprocesos de siembra, fertilización orgánica e implementación de riego del proceso de Labores Culturales se generan ventajas positivas en todos los aspectos socio-económicos presentados ya que además de generar empleo, los procesos a

realizar son seguros y no generan afectación a la salud, mejorando su calidad de vida, dándoles empleo en sus lugares de interés evitando así la migración.

En los subprocesos de Fertilización química de Labores Culturales y Control de plagas y enfermedades de Control Fitosanitario los impactos positivos se presentan en Generación empleo, Demanda de obra calificada y Migración de personas ya que se reduce personal por ser cultivo de manejo propio o contratar a quienes están debidamente capacitados, además de generar oportunidades en zonas determinadas para quienes lo necesitan, evitando desplazamientos.

En Corte y alza y Comercialización los impactos positivos se derivan de la Generación de empleo, Aporte a salud, Seguridad para empleados, Mejoras en la calidad de vida y Migración de personas ya que no corren peligro con la realización de estas actividades ni se hacen desplazamientos largos para llegar a la venta, además de estar protegidos con salud y seguridad.

En los subprocesos de Infraestructura canales de siembra, Infraestructura abastecimiento agua, Zanjeado/Drenaje del proceso de Adecuación del terreno y la Siembra de Labores Culturales tienen impactos positivos en la Modificación paisajística ya que alteran de manera positiva el paisaje en donde se implemente; ya sea en patios o terrazas, dándole espacio a la estructura verde, dejando a un lado los desechos y cosas en desuso y aprovechando efectivamente el espacio con estructuras amigables a la vista.

Estos impactos positivos se derivan a su vez de la seguridad que genera el cultivo en sí, la facilidad de manejo, el desarrollo y desenvolvimiento del dueño del cultivo o del personal.

La normativa ambiental es positiva durante todos los impactos por los que atraviesa excepto en localización del proyecto que no aplica, ya que se evalúa con la casilla de POT y debe tenerse en cuenta antes para la realización del cultivo y así disminuir impactos posibles a presentarse. Los cultivos presentan ventajas sobre la legislación al no cambiar el uso del suelo, ahorrar agua, no contaminar el aire y evitar pérdidas en flora y fauna y generar ventajas a nivel

socioeconómico. A nivel urbano se ejerce mayor control sobre la legislación a cumplir, razón por la cual se está más atento al desempeño de los cultivos, además de tener en cuenta de antemano el POT para su implementación.

Todos los procesos de Adecuación del terreno, Labores culturales, Control fitosanitario y Cosecha arrojaron en su sumatoria un total de 0, lo que quiere decir que en general los procesos no impactan. En Trámites legales ambientales la Normativa ambiental arroja un resultado general positivo. Al final, se muestra como los procesos en general no impactan.

En cuanto a los impactos presentados en Geología y geomorfología (suelos), Hidrología e hidrogeología (agua), Atmósfera (aire), Flora, Fauna y Paisaje arrojan un resultado general de 0, lo que significa que ningún componente es considerablemente afectado por ninguna actividad. En los Aspectos socio-económicos y aspectos legales se encuentran impactos positivos. En general los componentes tienen un resultado no impactante frente a los procesos.

Los cultivos demuestran la viabilidad de cada uno desde su respectivo funcionamiento.

* Anexo 4: **MATRIZ DE IMPACTOS NEGATIVOS SEVEROS**

Se visualizan los impactos negativos más significativos dentro de los componentes presentes.

Agricultura tradicional

Componente biótico

Flora: La eliminación de la cobertura vegetal se repite en 2 procesos en total (Tala y Quema y Normativa ambiental).

Pérdida de especies nativas se repite en 2 procesos en total (Tala y Quema y Normativa ambiental).

Alteración de microflora se repite en 3 procesos en total (Fertilización química, Control de plagas y enfermedades y Normativa ambiental).

Fauna: Migración de animales (Aves, reptiles, mamíferos) se repite en 2 procesos en total (Tala y Quema y Normativa ambiental).

Disminución de población fáunica (Envenenamiento) se repite en 4 procesos en total (Tala y quema, Fertilización química, Control de plagas y enfermedades y Normativa Ambiental).

Componente abiótico

Aire: Ruido se repite en 1 proceso en total (Normativa ambiental).

Gases contaminantes atmosféricos se repite en 7 procesos en total (Nivelación, Rastrillado, Arado, Surcado, Zanjeado/Drenaje, Comercialización y Normativa ambiental).

Polvo y partículas se repite en 2 procesos en total (Tala y Quema y Normativa ambiental).

Agua: Contaminación agua subterránea y Contaminación de agua superficial se repiten a su vez en 4 procesos en total (Tala y Quema, Fertilización química, Control de plagas y enfermedades y Normativa ambiental).

Salinización del recurso agua se repite en 5 de los procesos en total (Tala y Quema, Fertilización Química, Implementación riego, Control de plagas y enfermedades, Normativa ambiental).

Reducción del recurso hídrico se repite en 1 proceso en total (Normativa ambiental).

Suelo: Erosión se repite en 5 de los procesos en total (Tala y quema, Fertilización química, Implementación riego, Control de plagas y enfermedades y Normativa ambiental).

Deposición (Sedimentos) se repite en 2 de los procesos en total (Tala y Quema y Normativa ambiental).

Compactación del suelo se repite en 3 de los procesos en total (Surcado, Zanjeado/Drenaje y Normativa ambiental).

Perdida de fertilidad (Salinización) se repite en 5 procesos en total (Tala y quema, Fertilización química, Implementación riego, Control de plaga y enfermedades y Normativa ambiental).

Generación de residuos sólidos se repite en 3 procesos en total (Tala y quema, Control de malezas y Normativa ambiental).

Paisaje: La Modificación paisajística se repite en 3 de los procesos en total (Tala y quema, Corte y alza y Normativa ambiental).

La Alteración de los de los hábitats naturales y La Pérdida de espacios silvestres y libres se repite en 2 de los procesos en total (Tala y quema y Normativa ambiental).

Socioeconómico: Aporte a salud, Seguridad para empleados, Mejoras en la calidad de vida y Demanda de mano de obra calificada se repite por igual en 8 de los procesos (Tala y quema, Siembra, Fertilización química, Control de malezas, Control de plagas y enfermedades, Corte y alza, Comercialización y Normativa ambiental)

Aspectos legales: La localización del proyecto se repite 1 vez en todo el proceso (Normativa ambiental).

Realización rural: Si se puede realizar un cultivo tradicional a nivel rural

Realización urbana: No se puede realizar un cultivo tradicional en área urbana.

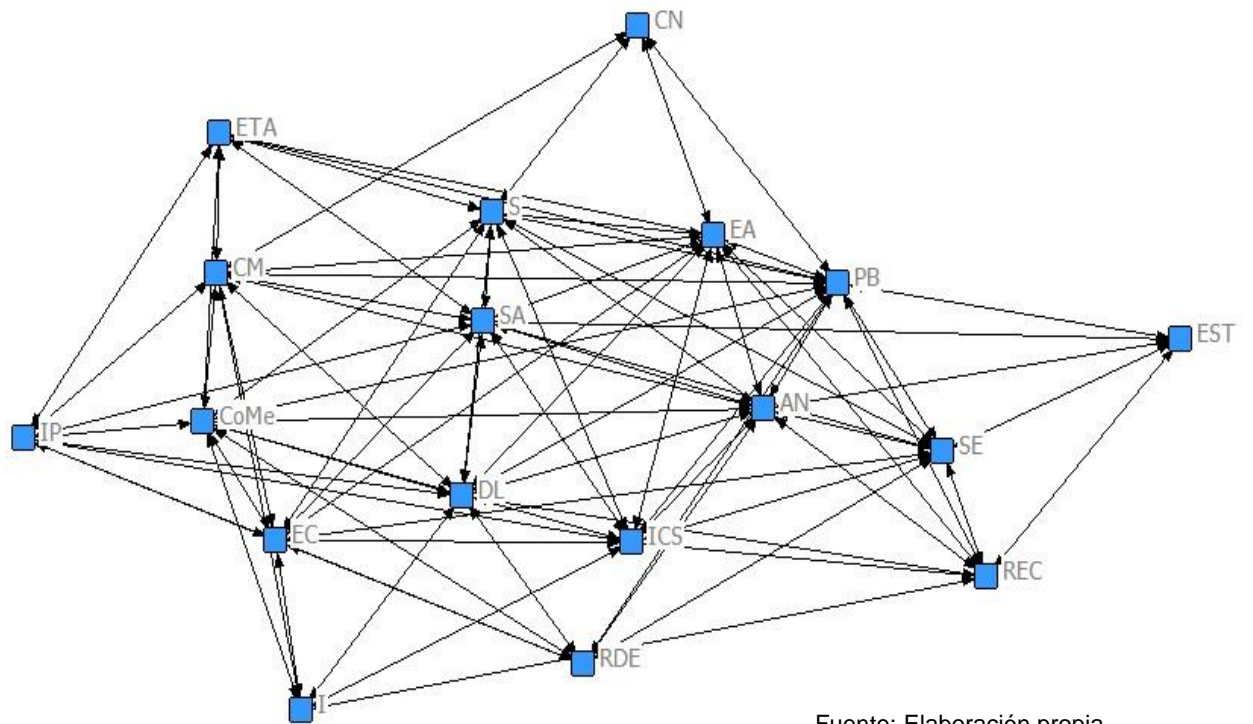
Cultivos hidropónicos/cultivos aeropónicos

No se presentan impactos negativos significativos derivados de los cultivos hidropónicos y aeropónicos.

Realización rural: Si se pueden implementar este tipo de cultivos a nivel rural.

Realización urbana: Si se pueden realizar este tipo de cultivos a nivel urbano.

Figura 3: DIAGRAMA DE REDES: CULTIVO HIDROPÓNICO Y AEROPÓNICO



Fuente: Elaboración propia.

Educación ambiental	EA
Seguridad alimentaria	SA
Salud	S
Preservación biodiversidad	PB
Resiliencia a dinámicas externas	RDE
Servicios ecosistémicos	SE
Desarrollo local (Empleo-Ingresos)	DL
Creación micro-empresa	CM
Competitividad en mercado	CoMe
Incremento en producción(Satisfacción demanda)	IP
Eliminación en transporte alimentos	ETA
Incentivo consumo saludable	ICS
Inclusión	I
Estabilidad en consumo	EC
Apropiación naturaleza (Sentido pertenencia)	AN
Estética (Fortalecimiento paisajístico)	EST
Recreación/hobbie(Terapia)	REC
Cumplimiento normativa	CN

Se identificaron como principales componentes alrededor de la implementación de cultivos hidropónicos y aeropónicos los siguientes:

A nivel ambiental: Educación ambiental, Seguridad alimentaria, Salud, Preservación biodiversidad, Resiliencia a dinámicas externas y Servicios ecosistémicos.

A nivel económico: Desarrollo local (Empleo-Ingresos), Creación micro-empresa, Competitividad en mercado, Incremento en producción (Satisfacción demanda) y Eliminación en transporte alimentos.

A nivel social: Incentivo consumo saludable, Inclusión, Estabilidad en consumo, Apropiación naturaleza (Sentido pertenencia), Estética (Fortalecimiento paisajístico) y Recreación/hobbie(Terapia).

A nivel legal: Cumplimiento normativa.

Donde la Educación ambiental, la Seguridad alimentaria, la Salud, la Preservación de biodiversidad, el Desarrollo local (Empleo-ingresos), el Incentivo al consumo saludable y la Apropiación de la naturaleza son los factores que más se destacan al recibir mayor cantidad de interacciones entre sí.

Componente ambiental

Educación ambiental: se interrelaciona con componentes como el cumplimiento de la normativa ya que con conocimientos previos acerca del ambiente se aprecia lo que hay en él y se protege el mismo cumpliendo con la reglamentación necesaria para tal fin; además de aprovechar las oportunidades ambientales que te brinda el mercado en torno a la creación de micro-empresa como negocio y al desarrollo local con ingresos y empleo a nivel urbano eliminando por ejemplo, el transporte alimentos desde largas distancias hacia la ciudad.

A nivel individual la adquisición de conciencia hacia el medio con educación puede propiciar conductas favorables hacia el mismo y adquisición de sentido

de pertenencia o apropiación por la naturaleza, preservando así la biodiversidad, además de tomar el cultivo como un hobby e incentivar al cuerpo a consumir saludable de una propia huerta, propiciando una estabilidad en el consumo y la seguridad de obtención de alimentos sanos.

En cuanto a la relación entre educación ambiental y servicios eco-sistémicos se puede decir que al adquirir conocimientos en relación al entorno se puede generar beneficios a nivel ecosistémico que traerían consigo ventajas tanto para el ambiente como para el individuo. El aprovechamiento de alimento, el reciclaje de nutrientes, recreación y control de plagas y enfermedades son un buen ejemplo de lo expuesto.

Seguridad alimentaria: al brindar seguridad en los alimentos que se consume se fortalece la salud debido a que son libres de aguas contaminadas o grandes cantidades de fertilizante y pesticida y a su vez, a nivel estético el cultivo fortalecería las terrazas de donde se realizare brindando sentido verde a la urbanidad. La educación ambiental se fortalecerá por aprendizaje diario junto a la cosecha, además de aprender la importancia de los alimentos dentro de una dieta diaria y creando sentido de pertenencia o de apropiación hacia la naturaleza por tenerla de alguna manera cerca.

Se impulsará el incentivo hacia el consumo saludable por la disposición de alimentos libres de contaminantes que brinda la cosecha lo que generará estabilidad en el consumo de los mismos. Los servicios eco-sistémicos se ven relacionados en específico con la seguridad alimentaria a través del favorecimiento en la producción de alimentos, control de plagas y enfermedades e inspiración cultural, intelectual y espiritual.

La eliminación en el transporte de alimentos es un aspecto favorable dentro de la seguridad alimentaria ya que al realizarse a nivel urbano asegura cadenas cortas de suministro, menos contaminación y magulladuras en los alimentos. El incremento en la producción por aseguramiento de alimentos sanos puede propiciar la creación de micro-empresas que satisfaga la demanda generando desarrollo local de quienes más necesitan.

Salud: el cumplimiento de la normativa ayudará a este aspecto en particular ya que el cultivo debe cumplir con ciertas reglas para no contaminar al medio ambiente, además de producir alimentos sanos para el ser humano. La eliminación en transporte alimentos, es una ventaja marcada del cultivo a nivel urbano, disminuyendo la cantidad de smog proporcionado por los carros transportadores desde la ruralidad que contaminan la capa de ozono y los mismos alimentos evitando posibles enfermedades. La seguridad alimentaria se manifiesta no solo en la disposición para adquirir los alimentos sino en la certeza de que los alimentos son sanos.

Los cultivos libres de tóxicos pueden generar una estabilidad en el consumo al traer consigo mejoras hacia la salud, así como incentivar con el tiempo hacia lo sano y beneficioso para los seres humanos generando competitividad en el mercado por aumento en la demanda de dichos productos.

La educación ambiental propicia también el mejoramiento del bienestar humano ya que se enseña a la población a cuidar el ambiente a favor de nuestra propia existencia, adquiriendo sentido de pertenencia o apropiación por la naturaleza, preservando la biodiversidad y adquiriendo beneficios por parte de la naturaleza o del agro-ecosistema por medio de los servicios ecosistémicos que nos brinda.

Preservación biodiversidad: el cumplimiento normativo es indispensable en la preservación de la biodiversidad ya que cumpliendo con parámetros establecidos se cuida y protege. La educación ambiental dentro de la población asegurará la conservación de la misma ya que se adquiere sentido de pertenencia, además de traer consigo salud al cuidar el entorno y velar por la población con la realización e implementación de un cultivo sano. Un cultivo se puede usar como recreación y a su vez estar conservando la biodiversidad.

La agricultura urbana de la mano de hidroponía/aeroponía además de preservar la biodiversidad al no utilizar o comprometer los recursos naturales, se presenta como principal atractivo al ser libre de tóxicos, lo que incentiva el consumo saludable generando competitividad en el mercado frente a los demás productos de la agricultura tradicional. La creación de micro-empresas

para vender este tipo de productos puede surgir y conducir al desarrollo local generando ingresos con productos libres de tóxicos, aportando a la salud y cuidando el medio ambiente.

Este tipo de cultivos poseen resiliencia a dinámicas externas cambiantes como el clima, evitando pérdidas en cosechas por factores externos lo que favorece no solo los alimentos sino al ambiente al disminuir la presión que ejerce cada cultivo tradicional sobre el mismo. Al ser de realización urbana se elimina el transporte de alimentos que contamina la capa de ozono por la quema de combustible y magulla los productos. Por último, los servicios eco-sistémicos se ven favorecidos con el agro-ecosistema urbano ya que se preservan los procesos de ecosistemas naturales que favorecen al humano al no ejercer presión sobre ellos en el campo y propiciar espacios para él dentro de la ciudad.

Componente económico

Desarrollo local (Empleo-Ingresos): con este tipo de cultivos se puede generar competitividad en el mercado por alimentos libres de tóxicos, propiciar la creación de micro-empresa que supla la cantidad que busca el mercado incrementando la producción y satisfaciendo la demanda actual por el creciente incentivo al consumo saludable dentro de la población.

Que el cultivo sea resiliente a dinámicas externas hace que los ingresos se mantengan constantes ya que las variables exteriores no lo afectan. A la vez que se genera empleo se puede tomar el cultivo como hobby o terapia para salir de la rutina diaria y crear inclusión a nivel social de la gente de escasos recursos dentro del mercado y la economía.

Al estar educados a nivel ambiental se pueden desarrollar ideas de este tipo que no solo beneficien al medio ambiente sino al ser humano en sí. Preservando la biodiversidad cuidamos el entorno donde vivimos, adquirimos apropiación por lo que nos rodea, sentido de pertenencia y además, se asegura

como individuo la procedencia de los alimentos que se come, así como de lo que causa dentro del entorno que lo rodea la producción del mismo.

Componente social

Incentivo consumo saludable: la salud está estrechamente relacionada con este ítem ya que el consumo saludable con alimentos sanos evita posteriores enfermedades y afecciones. Asegurarse de donde provienen las provisiones y la continua disposición de los mismos con un cultivo propio, conduce a una estabilidad en consumo, lo que mejorará el medio ambiente ya que se deja de presionar a nivel agro los ecosistemas y el ser humano se acostumbrará con el tiempo a ser saludable.

La educación ambiental propicia conductas favorables hacia el entorno preservando la biodiversidad, apropiándose de la naturaleza, adquiriendo sentido de pertenencia e incentivando hacia la mejora del medio ambiente y del ser humano relacionándose así a nivel alimenticio, con un consumo saludable.

La demanda de consumo hacia alimentos saludables incrementaría la producción generando desarrollo local con empleo e ingresos, lo que traería consigo inclusión de la población necesitada dentro del mercado y una manera de recrearse haciendo negocio.

Apropiación naturaleza (Sentido pertenencia): Al adquirir conciencia ambiental relacionada con la educación ambiental se preserva la biodiversidad al entender la riqueza natural que nos rodea y la dependencia hacia la misma. Los tipos de cultivo que aquí se proponen propician la mejora de salud por alimentos sanos y libres de tóxicos, asegurando su procedencia y la disposición de los mismos al necesitarlos.

Cuando se conoce el entorno que nos rodea se adquiere una apropiación hacia la naturaleza que puede beneficiar al ser humano y su existencia. Del incentivo hacia el consumo saludable pueden surgir ideas de negocio que satisfagan a nivel económico, social y ambiental como la creación de micro-empresas con productos sanos dentro de la urbanidad, que resistan dinámicas externas como

el clima y no presenten afecciones; además de generar ingresos y favorecer los servicios eco-sistémicos alrededor del agro-ecosistema que se crea como la producción de alimentos, control plagas, recreación, entre otros.

RELACIÓN COSTO-BENEFICIO

Aunque existen diferentes productos para cultivar, este trabajo se desarrolló con un ejemplo base de cultivo de lechuga para agricultura tradicional, hidroponía y aeroponía.

Para el cumplimiento de este objetivo, se contempló la realización de estos tres tipos de cultivos a gran escala con uso efectivo del mismo espacio para su desarrollo (1 Hectárea), con el fin de hacer más notorio el resultado comparado frente a una muestra pequeña.

Se contempló el mismo espacio de desarrollo entre los 3 tipos de cultivo. En el análisis económico no se segregó de ninguna manera entre lo rural y lo urbano para identificar la opción viable a utilizar en igualdad de condiciones.

Se estipuló un valor comercial de \$700 pesos para las lechugas de cultivo tradicional, \$750 pesos en el caso de la hidroponía y \$800 pesos para la aeroponía.

El interés o tasa de descuento por soporte bancario:

i = tasa de descuento por soporte bancario

Es un factor que no se tiene en cuenta dentro del análisis ya que se asumió que la inversión inicial es propia. Se quiso plasmar el ejercicio real de un agricultor que conociera las nuevas técnicas de cultivo y las implementara con la ganancia de su cultivo anterior o ahorros propios. Los beneficios adquiridos estarán libres de todo pago hacia una entidad bancaria, por ello las ganancias reflejadas serán mayores.

Se hicieron proyecciones a un año de implementación del cultivo. Los cálculos arrojaron dichos resultados.

Este punto se realizó para identificar el tipo de cultivo que más se destacó en cuanto a su relación costo-beneficio. Lo que aquí se presenta no refleja la intención de realizar un cultivo con las condiciones expuestas, solo una manera de mostrar una ventaja frente a las demás prácticas.

Dentro de cada tabla se encuentran columnas con los siguientes títulos:

- Cosecha: número de cosechas que se realizaran al año.
- Semillas: número de semillas y lechugas que se producirán por cosecha.
- Valor de cosecha - Precio lechuga: producción mensual en dinero por una hectárea. Sale como resultado de la multiplicación del precio de venta de la lechuga por unidad y el total de lechugas cultivadas (incluido el porcentaje por pérdidas en lechugas).
- Utilidad Bruta: resulta del valor de la cosecha por hectárea menos los costos variables y fijos por cosecha. Es la ganancia que se logra frente a la producción.
- Ganancia cosecha: para la primera cosecha se obtiene a partir de la utilidad bruta por cosecha menos el costo del capital invertido en el cultivo. A partir de la segunda cosecha se suma la ganancia de la cosecha anterior con la utilidad bruta que le corresponde. Es la ganancia frente al costo total de realizar el cultivo.
- Relación Costo-Beneficio: Se genera a partir de la división entre el costo total anual y la ganancia final por cosecha en una hectárea.
- ROI: La tasa interna de retorno de la inversión se obtiene a partir de la ganancia final de la cosecha dividido el costo total anual de la cosecha.
- RI: La recuperación de la inversión se obtiene a partir de la división entre 1 y la relación costo beneficio. Brinda el total de veces en que se recupera la inversión.

Tabla 1: MATRIZ DOFA - CULTIVO TRADICIONAL – NIVEL RURAL

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<p>Enfermedades asociadas a alimentos. Perdidas de cosechas por clima. Costos altos de corrección de impactos ambientales. Uso de plaguicidas, fertilizantes de síntesis química, semillas transgénicas. Cantidades excesivas de químicos en recursos naturales. Gran contenido de agro-tóxico en alimentos. No busca biodiversidad, busca monocultivo, causando inestabilidad al agro-ecosistema. Desbalance de la biota del suelo. Riego del cultivo realizado con aguas contaminadas (aguas residuales domésticas, lixiviados industrias arriba). Ríos contaminados por químicos. Afecciones de trabajadores por manipulación del cultivo. Alto consumo agua.</p>	<p>Buscar alimentar la planta y no al suelo. Uso de diferentes tipos de agricultura orgánica. Variedad en cultivos. Evitar monocultivos. Los suelos agrícolas sobre-exigidos deberían dedicarse a cultivos capaces de regenerarlos en vez de depredarlos.</p>
FORTALEZAS	AMENAZAS
<p>Fuente de ingresos y empleo de personas generalmente menos favorecidas. Fuente de alimentos. Mercado establecido. Conocimientos adquiridos.</p>	<p>Agroquímicos destruyen ciclos naturales de renovación de nutrientes, que permiten a los ecosistemas vírgenes mantenerse a sí mismos. Disminución en caudal de ríos, lagunas y quebradas por uso continuo. Contaminación aguas superficiales y subterráneas por lixiviados y escorrentías. Altas concentraciones de nitrógeno y fosforo). Salinización aguas y suelos. Ecosistemas sometidos a tensión (selvas tropicales, tierras áridas y semiáridas). Suelos erosionados. Deforestación. Baja calidad perjudica comercialización productos. Alteración del medio. Destrucción de hábitats. Aumento gases efecto invernadero que contaminan la atmósfera. Aceleración calentamiento global por deforestación y gases contaminantes. Morbilidad por enfermedades infecciosas.</p>

<p>Explotación del suelo hasta descender a niveles no económicos y con el costo ambiental de la irreversibilidad del proceso.</p> <p>Menor cantidad de áreas de cultivo por urbanización. Abastecimiento futuro de demanda en riesgo.</p> <p>Cultivos para criar ganado reducen la capacidad de suministro de la población.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2: RELACIÓN COSTO–BENEFICIO / COSTOS VARIABLES MENSUALES– CULTIVO TRADICIONAL (Análisis por Hectárea)

MATERIALES	PRECIO UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Plántulas lechuga crespa ^a	\$ 29	80.000	\$ 2.320.000
Energía de bombeo (control de agua) ^b	\$ 500.000	1	\$ 500.000
Fertilizante ^c			
Triple 15 por 6 bultos (orgánico)	\$ 72.000	6	\$ 432.000
3 bultos urea (químico)	\$ 63.000	3	\$ 189.000
2 bultos de nitron. (químico)	\$ 51.000	2	\$ 102.000
Combustible: ACPM – Galones ^d	\$ 8.708	170	\$ 1.480.360
Pesticida (5 veces por cosecha) ^e	\$ 73.242	5	\$ 366.210
Round up tala y quema una vez herbicida (1 por cosecha) ^f	\$ 70.000	1	\$ 70.000
Recolectores de cosecha ^g	\$ 900.000	6	\$ 5.400.000
COSTOS VARIABLES MENSUALES			\$ 10.859.570
Trabajadores ^h	\$ 750.000	2	\$ 3.750.000
COSTOS FIJOS			\$ 3.750.000
Tractor propio ⁱ	\$ 60.000.000	1	\$ 60.000.000
Adaptadores macho hembra ^j	\$ 2.000	400	\$ 800.000
Tubos de PVC 10 metros ^k	\$ 65.000	200	\$ 13.000.000
Aspersor ^l	\$ 15.000	50	\$ 750.000
Arado ^m	\$ 15.000.000	1	\$ 15.000.000
Rastrillado ⁿ	\$ 15.000.000	1	\$ 15.000.000
Surcado ^o	\$ 15.000.000	1	\$ 15.000.000
Zanjeado/ Drenaje ^p	\$ 15.000.000	1	\$ 15.000.000
Terreno 1 hectárea ^q	\$ 15.000.000	1	\$ 15.000.000
Bomba Centrífuga de agua ^r	\$ 195.000	1	\$ 195.000
Imprevistos	\$ 7.000.000	1	\$ 7.000.000
TOTAL INVERSIÓN ACTIVO			\$ 156.745.000
TOTAL IMPLEMENTACIÓN			\$ 171.354.570

Fuente: Elaboración propia

^a Centro de Bio-Sistemas. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Encontrado en:

http://www.utadeo.edu.co/es/dependencias/bio_sistemas/precios_plantulas.php

^b Se aproximó el valor de gasto de energía por cosecha

^c Precios estipulados por Julián Correa. Administrador de empresas. Agricultor independiente.

^d Se aproximó el gasto de combustible según entrevista con Julián Correa a un tanque completo diario por proceso (42,5 galones). Son 4 procesos los que necesitan maquinaria así que los 42,5 galones por los 4 procesos dan 170 galones por cosecha. El precio por galón es de \$8708 pesos. Encontrado en: <http://www.elespectador.com/economia/articulo-364132-congelan-precio-de-gasolina-y-acpm-sube-100>.

^e Se hallaron valores de pesticidas y se hizo la conversión de soles a pesos. Encontrado en:

<http://www.huanucoagrario.gob.pe/content/precios-de-pesticidas>

^f Se hizo una búsqueda y la conversión de euros a pesos del producto a través de la página agrotierra. Encontrado en:

<http://www.agrotierra.com>

^{g, h, i, m, n, o, p, q} Valores brindados por Luis Chávez. Agricultor independiente. Empírico.

^{j, k} FERRETERIA ISCAR SAS. Sucursal: Calle 18 No. 22-31 Paloquemao.

^{l, r} Se encontraron valores de aspersores y se realizó la conversión de dólares a pesos. Encontrado en:

http://www.herboriego.com/herboriego_precios.pdf

***Anexo 5: RELACIÓN COSTO-BENEFICIO CULTIVO TRADICIONAL**

En el cultivo tradicional la producción es de 5 cosechas anuales. La siembra sería de 80.000 plántulas por cosecha ya que por cada 2 metros de largo en la línea de producción habría 16 plántulas de lechuga. A lo largo serían 100mts en total, como se cuentan cada 2mts de a 16 plántulas se multiplica por 50mts y no por los 100 originales dando como resultado 800 plántulas por línea de producción. De ancho se tiene un espacio de 50cm por línea de producción y 50cm para que transiten los trabajadores lo que quiere decir que 2 líneas de producción harían 1mt. Teniendo en cuenta lo anterior y que el espacio de ancho abarca 100 mts, se multiplica las 800 plántulas de línea de producción por los 100 espacios disponibles dando como total 80.000 plántulas.

Desde el inicio del cultivo se debe contemplar un porcentaje de pérdida (5%) por las 80.000 plántulas que se desean cultivar; así que se multiplican las 80.000 plántulas por ese porcentaje de pérdida (5%) dando como resultado 76.000 lechugas.

El costo total anual se obtuvo a partir de la sumatoria de todos los costos presentes; el costo del capital invertido (\$156.745.000 pesos), más los costos variables (\$10.859.570 pesos), los costos fijos por cosecha (\$3.750.000 pesos) multiplicado por 5 que es el número de cosechas por año, más los gastos administrativos anuales (\$2.400.000 pesos). Esto dio un resultado de \$232.192.850 pesos.

El valor por cosecha se da a partir de la multiplicación del precio de venta de unidad de lechuga (\$700 pesos) por la cantidad de lechugas con el porcentaje de pérdida (76.000) dando como resultado \$53.200.000 pesos de ganancia sin descontar los gastos propios del cultivo.

La utilidad bruta surge de la resta del valor por cosecha (\$53.200.000 pesos), los costos variables por cosecha (\$10.859.570 pesos), los costos fijos por cosecha (\$3.750.000 pesos) y los gastos administrativos por cosecha (\$480.000) que dio como resultado \$38.110.430 pesos de ganancia frente a la producción.

La ganancia por cosecha o ganancia real frente a la realización del cultivo entero en la primera cosecha, se obtiene a partir de la resta de la utilidad bruta (\$38.110.430 pesos) y el costo del capital invertido (\$156.745.000 pesos) dando como resultado un valor negativo de (\$118.634.570 pesos). A partir de la segunda cosecha en adelante, se toma la ganancia de la cosecha anterior y se le suma la utilidad bruta que le corresponda (\$38.110.430 pesos) dando como valor al final de la última cosecha anual \$33.807.150 pesos.

La relación costo-beneficio se da a partir de la división del costo total anual por cosecha (\$232.192.850 pesos) y la sumatoria del valor por las 5 cosechas al año (\$266.000.000 pesos) que dio como resultado el 0,87.

El ROI o retorno de la inversión se consigue por la división de la última ganancia anual por cosecha (\$33.807.150 pesos) y el costo total anual (\$232.192.850 pesos) obteniendo como resultado un 32,29%. La recuperación de la inversión se realiza al dividir 1 entre la relación costo-beneficio (0.87) dando como resultado 1,15. Lo que quiere decir que un cultivo tradicional recupera esa cantidad de veces la inversión.

Tabla 3: MATRIZ DOFA - CULTIVO HIDROPÓNICO – NIVEL URBANO

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<p>La planta es dependiente completamente del cuidado del hidrocultor. La inversión inicial del cultivo hidropónico es mayor a la del cultivo en tierra. Requiere de un abastecimiento continuo de agua. Comercialización del producto. Aceptación del mismo. Abrir camino en el mercado local. Mayores facilidades de venta en estratos altos. Uso de bromuro de metilo en la desinfección del agua dentro del sistema. Poco conocimiento del sistema hidropónico. Financiamiento.</p>	<p>Creciente demanda en el mercado de productos no contaminados y no contaminantes. Tendencia de consumo hacia productos naturales. Competitividad en mercados exclusivos. Condiciones climáticas no afectan considerablemente la producción. Permite la incorporación de personal, que por sus características (avanzada edad, discapacidad, amas de casa, niños, etc.) no podrían realizar tareas en los cultivos tradicionales. Apoyo a campesinos pobres migrantes por violencia o pobreza. Facilidad de control de las plagas en los cultivos. Capacidad de abastecimiento cuando no es temporada en cultivo de tierra. Modernización de la pequeña agricultura. La hidroponía de naturaleza comercial conecta a los productores urbanos pobres con los mercados más desarrollados. Impulso en investigación y desarrollo de cultivos autóctonos subexplotados. Desarrollo de infraestructura tecnológica. A gran escala genera nuevos puestos de trabajo, viveristas, cultivadores y cosechadores. Semillas autóctonas.</p>
FORTALEZAS	AMENAZAS
<p>Reducen la dependencia externa del sistema alimentario a niveles económicos razonables. Hobby. Fines terapéuticos Mayor rentabilidad. Mayor rendimiento por unidad de superficie. Mayor producción. Producción en poco espacio.</p>	<p>No existe una difusión amplia de lo que es la Hidroponía. El método de cultivo insertado en el mercado regional es el desarrollado en tierra – Prevención de nueva idea de cultivo. Debe realizarse un extremo cuidado con medidas sanitarias para no malograr la cosecha.</p>

<p>Inversión inicial puede pagarse en un par de meses. La producción no necesita de grandes espacios físicos. Consumo hídrico menor, menor generación de residuos, disminución de riesgo de enfermedades infecciosas, y sin maquinaria alimentada por combustibles fósiles ni necesidad de transporte desde zonas rurales distantes. Se reduce la contaminación de aguas, la erosión del suelo, pérdida de vegetación, contaminación atmosférica por maquinaria y demás impactos derivados de la agricultura tradicional. Conservación de diversidad biológica. Reutilización del agua utilizada para la producción hidropónica. Mayor utilización de los recursos empleados debido a su menor consumo dentro del sistema. Cultivo libre de parásitos, bacterias, hongos y contaminantes. Autoconsumo. Mejora en alimentos. Fortalece economía familiar generando ingresos y disminuyendo costos de canasta familiar. Formación de microempresa. Dimensiones educativas. Desarrollo de organizaciones urbano, periurbano y rurales, participación popular, mejora de condiciones de vida, participación de comunidades locales en proceso de producción, con atención a mujeres, pequeños agricultores y campesinos sin tierras. Integración local.</p>	<p>Puede existir carencia de agua por motivos externos y como este es un cultivo basado en el agua es necesario contar siempre con ella. No puede existir faltante de energía o se malogra todo el proceso.</p>
---	--

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: RELACIÓN COSTO–BENEFICIO / COSTOS VARIABLES MENSUALES– CULTIVO HIDROPÓNICO (Análisis por Hectárea)

MATERIALES	PRECIO UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Plántulas lechuga crespá ^a	\$ 29	198.144	\$ 4.775.456
Nutrientes en solución (Litros) ^b	\$ 39.000	2	\$ 78.000
Agua y Energía ^c	\$ 3.500.000	1	\$ 3.500.000
Recolectores de cosecha ^d	\$ 900.000	10	\$ 9.000.000
COSTOS VARIABLES MENSUALES			\$ 17.353.456
Trabajadores ^e	\$ 1.500.000	5	\$ 7.725.000
Técnico agrícola ^f	\$ 2.000.000	1	\$ 2.000.000
COSTOS FIJOS			\$ 9.725.000
Adaptadores macho hembra ^g	\$ 2.000	840	\$ 1.680.000
Bomba para tanque almacenamiento ^h	\$ 3.240.000	1	\$ 3.240.000
Tubos de PVC 10 metros para ubicación horizontal ⁱ	\$ 65.000	1000	\$ 65.000.000
Terreno 1 hectárea ^j	\$ 15.000.000	1	\$ 15.000.000
Estructura general techado ^k	\$ 10.000.000	1	\$ 10.000.000
Tanque almacenador y purificador de agua (1000 litros) ^l	\$ 200.000	2	\$ 400.000
Canastas plásticas ^m	\$ 25.000	80	\$ 2.000.000
Filtros de entrada y salida de agua ⁿ	\$ 39.600	2	\$ 79.200
Bomba de Agua Centrifuga ^o	\$ 195.000	1	\$ 195.000
Plástico Protector – Invernadero ^p	\$60.000m ²	100m ²	\$ 6.000.000
Imprevistos	\$ 7.000.000	1	\$ 7.000.000
TOTAL INVERSIÓN ACTIVO			\$ 110.594.200
TOTAL IMPLEMENTACIÓN			\$ 137.672.656

Fuente: Realización propia

^a Centro de Bio-Sistemas. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Encontrado en:

http://www.utadeo.edu.co/es/dependencias/bio_sistemas/precios_plantulas.php

^b Se buscó el precio correspondiente y se hizo la conversión de euros a pesos. Encontrado en:

http://www.inea.org/index.php?option=com_content&view=article&id=113&Itemid=248

^c Se aproximó la cantidad a pagar de estos componentes por cosecha

^{d, e, f} Valor aproximado de pago a personal por servicios dentro de la huerta

^{g, i, k, l, m} FERRETERIA ISCAR SAS. Sucursal: Calle 18 No. 22-31 Paloquemao

^j Se estipuló el valor aproximado comercial de una hectárea.

ⁿ Se encontraron valores de filtros y se realizó la conversión de dólares a pesos. Encontrado en:

http://www.herboriego.com/herboriego_precios.pdf

^{h, o} Precios encontrados en: <http://articulo.mercadolibre.com.co>

^p Se identificaron valores y se efectuó la conversión de pesos mexicanos a pesos colombianos. Encontrado en:

http://www.firco.qob.mx/proyectos/proap/documents/presentacion_ranqos_precios_proap_2010.pdf

* Anexo 6: RELACIÓN COSTO-BENEFICIO CULTIVO HIDROPONICO

En el cultivo hidropónico se consideran 8 cosechas anuales. Las plántulas sembradas serían 198.144 por cosecha. Por 2 metros se producen 16 plántulas (misma medida de cultivo tradicional) aunque en este caso, hay 8 tubos de pvc por línea de producción, lo que significaría que por 2mts de largo habría no 16 sino 128 plántulas (multiplicando 16×8). Son 100mts de largo, como se cuentan cada 2 mts de a 16×8 se multiplica por 50mts que equivale a 6400 lechugas.

El ancho total de una "línea" de producción de 8 tubos es de 1,60 mts. El espacio para que el personal transite también. El ancho total del cultivo es de 100mts. Ya que el ancho de una línea de producción y el espacio para transitar representan el mismo valor se dividieron los 100mts en 1,60 que dieron como resultado 62.5 espacios, se divide a su vez en 2 ya que las líneas aprovechables serán únicamente la mitad lo que dio 31.25 líneas de producción de a 8 tubos. Al multiplicar las 6400 plántulas de 1 línea de producción por los 31 espacios en la hectárea tenemos la cantidad de plántulas a sembrar: 198400 menos la producción del espacio destinado al tanque daría 198.144.

El costo total anual se obtuvo a partir de la sumatoria de todos los costos presentes; el costo del capital invertido (\$110.594.200 pesos), más los costos variables (\$17.353.456 pesos), costos fijos por cosecha (\$9.725.000 pesos) multiplicado por 8 que es el número de cosechas por año, más los gastos administrativos (\$3.600.000). Esto dio un resultado de \$330.821.848 pesos.

Al inicio del cultivo se contempló el porcentaje de pérdida de lechugas que en este caso asignamos como el 3% por ser un cultivo tecnificado. Se multiplicó el total de plántulas de lechuga (198.144) por el porcentaje de pérdida (3%) dando como resultado 192.199 lechugas.

El valor de cosecha surge de la multiplicación de la cantidad de lechugas cultivadas (con el valor de porcentaje de pérdida, 192,199) por el precio de venta por unidad que será de \$750 pesos dando como resultado \$144.149.250 pesos por cosecha.

La utilidad bruta se identifica a partir de la resta del valor de la cosecha (\$144.149.250 pesos) menos los costos variables (\$17.353.456 pesos), los costos fijos por cosecha (\$9.725.000 pesos) y el gasto administrativo por cosecha (\$450.000) dando como resultado (\$116.620.794). Se obtiene el mismo valor cosecha tras cosecha y esta, refleja la ganancia frente al gasto de la producción.

La ganancia para la primera cosecha acumulada se proporciona por la utilidad bruta que le corresponde (\$116.620.794 pesos) menos el costo capital invertido (\$110.594.200 pesos) dando como resultado \$6.026.594. A partir de la segunda cosecha en adelante lo que se hace es sumar la ganancia de la cosecha anterior más el valor de utilidad bruta (\$116.620.794) obteniendo al final del año con la octava cosecha un resultado de \$822.372.152 pesos.

La relación costo-beneficio se da por la división entre el costo total anual (\$330.821.848 de pesos) y el total o sumatoria del valor de cosecha al año (\$1.153.194.000 pesos) que da como resultado 0,29.

La ROI o retorno de la inversión se obtiene por el valor de la ganancia de la última cosecha (\$822.372.152 pesos) dividido el costo total anual (\$330.821.848 pesos) que finalmente da como resultado 248,58%.

La recuperación de la inversión sale de dividir 1 entre la relación costo-beneficio (0.29) que da como resultado 3.49 lo que significa que se recupera la inversión en 1 año 3,4 veces lo invertido.

Tabla 5: MATRIZ DOFA - CULTIVO AEROPÓNICO – NIVEL URBANO

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<p>Escepticismo de la población al no ser cultivo tradicional. Comercialización. Facilidades de venta en estratos altos. Carencia de apoyo gubernamental - Políticas de apoyo para su promoción. Gran inversión inicial. Dificil financiamiento. Requiere atención puntual diaria. Uso energía constante. Fundamental disponibilidad energética. Disponibilidad agua.</p>	<p>Alternativa de producción de semillas de alta calidad. Semillas autóctonas. Innovación tecnológica-agrícola. Investigación. Modernización. Cultivo en territorio densamente poblado – poco espacio. Demanda en el mercado de alimentos libres de tóxicos. Tendencia a consumo saludable. Clima no afecta a producción. Abastecimiento en temporada baja. Incorporación de personal que por sus características (avanzada edad, discapacidad, amas de casa, niños, etc.) no podrían realizar tareas en los cultivos tradicionales. Apoyo a campesinos pobres migrantes por violencia o pobreza. Fácil control plagas. Asociaciones. Conexión productores urbanos pobres con mercado desarrollado. A gran escala genera nuevos puestos de trabajo, viveristas, cultivadores y cosechadores.</p>
FORTALEZAS	AMENAZAS
<p>Incremento en producción mayor al hidropónico. Ahorro considerable de recursos. Mayor uso de los mismos por consumo menor. Espacios libres de virus y plagas. Eliminación de problemas de contaminación e infección. Aumento en rendimiento a comparación de la hidroponía por optimización de aireación en raíces. Agua y nutrientes reciclados. Recirculación. Reducción en consumo. Producción limpia – Sostenibilidad.</p>	<p>Fracaso por idea de mercado no incluyente en la sociedad. No existe difusión de la Aeroponía. Método de cultivo insertado en el mercado regional es el desarrollado en tierra – Recelo, prevención hacia los alimentos. Malogro de la cosecha – Cuidado extremo. Daño de la cosecha completa por falta de energía o carencia de agua.</p>

<p>Reducción en tiempo de cultivo. Uso poco espacio. Mayor producción. Mayor rentabilidad.</p> <p>No produce impactos ambientales (erosión, deforestación, contaminación de aguas subterráneas, lixiviados, cambios uso del suelo, remoción cobertura vegetal, migración animales, entre otros).</p> <p>Consumo hídrico menor, menor generación de residuos, disminución de riesgo de enfermedades infecciosas, y no uso de maquinaria alimentada por combustibles fósiles ni necesidad de transporte desde zonas rurales distantes.</p> <p>Fortalece economía familiar con ingresos y reduce dependencia del sistema alimentario externo a niveles económicos razonables.</p> <p>Hobby. Fines terapéuticos. Dimensión educativa.</p> <p>Inversión inicial puede pagarse al poco tiempo.</p> <p>Cultivo libre de parásitos, bacterias, hongos y contaminantes.</p> <p>Autoconsumo. Mejores alimentos.</p> <p>Creación micro-empresa.</p> <p>Desarrollo de organizaciones urbano, periurbano y rurales, participación popular, mejora de condiciones de vida, participación de comunidades locales en proceso de producción, con atención a mujeres, pequeños agricultores y campesinos sin tierras. Integración local.</p>	
--	--

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6: RELACIÓN COSTO–BENEFICIO / COSTOS CULTIVO AEROPÓNICO (Análisis por Hectárea)

MATERIALES	PRECIO UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Plántulas lechuga crespa ^a	\$ 29	199.584	\$ 5.787.936
Fertilizante orgánico (Litros) ^b	\$ 39.000	2	\$ 78.000
Agua y Energía ^c	\$ 3.000.000	1	\$ 3.000.000
Recolectores de cosecha ^d	\$ 900.000	10	\$ 9.000.000
COSTOS VARIABLES MENSUALES			\$ 17.865.936
Trabajadores ^e	\$ 1.500.000	5	\$ 7.500.000
Técnico agrícola ^f	\$ 2.000.000	1	\$ 2.000.000
COSTOS FIJOS			\$ 9.500.000
Tubo pvc 20 cm de diámetro y 3 mts de largo ^g	\$ 11.000	3168	\$ 34.848.000
Bomba para tanque almacenamiento ^h	\$ 3.240.000	1	\$ 3.240.000
Aspersor ⁱ	\$ 9.000	3168	\$ 28.512.000
Temporizador ^j	\$ 158.400	1	\$ 158.400
Bomba centrífuga de agua ^k	\$ 195.000	1	\$ 195.000
Tanque almacenador de agua (1000 litros) ^l	\$ 200.000	2	\$ 400.000
Mangueras de alto flujo (Metro) ^m	\$ 6.000	3300	\$ 19.800.000
Terreno 1 hectárea ⁿ	\$ 15.000.000	1	\$ 15.000.000
Estructura general techado ^o	\$ 25.000.000	1	\$ 25.000.000
Soporte de acero de 8 puestos ^p	\$ 145.000	396	\$ 57.420.000
Filtros de entrada y salida de agua ^q	\$ 45.000	2	\$ 90.000
Canastas plásticas ^r	\$ 25.000	40	\$ 1.000.000
Plástico Protector Invernadero ^s	\$55.000m ²	100m ²	\$ 5.500.000
Imprevistos			\$ 7.000.000
TOTAL ACTIVO			\$ 198.163.400
TOTAL IMPLEMENTACIÓN			\$ 225.529.336

Fuente: Elaboración propia.

^a Centro de Bio-Sistemas. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Encontrado en:

http://www.utadeo.edu.co/es/dependencias/bio_sistemas/precios_plantulas.php

^b Se buscó el precio correspondiente y se hizo la conversión de euros a pesos. Encontrado en:

http://www.inea.org/index.php?option=com_content&view=article&id=113&Itemid=248

^c Se aproximó la cantidad a pagar de estos componentes por cosecha

^{d, e, f} Valor aproximado de pago a personal por servicios dentro de la huerta

^{g, l, m, o, p, r} FERRETERIA ISCAR SAS. Sucursal: Calle 18 No. 22-31 Paloquemao

^{i, j, q} Se encontraron valores de aspersores, temporizadores y filtros y se realizó la conversión de dólares a pesos. Encontrado en:

http://www.herboriego.com/herboriego_precios.pdf

^{h, k} Precio encontrado en: <http://articulo.mercadolibre.com.co>

ⁿ Se estipuló el valor aproximado comercial de una hectárea

^s Se identificaron valores y se efectuó la conversión de pesos mexicanos a pesos colombianos. Encontrado en:

http://www.firco.gob.mx/proyectos/proap/documents/presentacion_ranqos_precios_proap_2010.pdf

***Anexo 7: RELACIÓN COSTO BENEFICIO CULTIVO AEROPONICO**

En el cultivo aeropónico se proyectan 13 cosechas anuales. Las plántulas disponibles para siembra son 199.584. Al contemplarse el cultivo de manera vertical se debe tener en cuenta que por cada estrella de 8 puntas la producción será de 504 lechugas. En cada tubo caben 63 plántulas. La araña ocupa un espacio de 4 mts² y el espacio para caminar de 1 mt². Hacia lo largo se cuentan de a 4 metros hasta llegar a 80 metros aprovechables para cultivar porque 20 metros son para circulación. Quiere decir que habría 20 estrellas de producción en la primera columna de 100 metros donde se producirían 10080 lechugas. Hacia lo ancho funciona igual lo que quiere decir que multiplicas 10080 lechugas por los 20 espacios que representan 80 metros y te da un total por hectárea de 201600. Se descuenta la producción de 4 arañas que brindarán el espacio para el tanque de almacenamiento, es decir las 201600 – 2016 da como gran total de volumen de producción 199.584 lechugas.

El costo total anual se obtuvo a partir de la sumatoria de todos los costos presentes; el costo del capital invertido (\$198.163.400 pesos), más los costos variables (\$17.865.936 pesos), costos fijos por cosecha (\$9.500.000 pesos) multiplicado por 12 que es el número de cosechas por año, más los gastos administrativos anuales (\$3.600.000 pesos). Esto dio un resultado \$530.154.632 pesos.

Al inicio del cultivo se contempla un margen de error o porcentaje de pérdida de lechugas del 3% por ser la aeroponía un cultivo tecnificado. Se multiplicó el total de plántulas de lechuga (199.584) por el porcentaje de pérdida (3%) que dio como resultado un total de 193.596 plántulas.

El valor de la cosecha se encontró por la multiplicación del precio de venta por unidad de lechuga (\$800 pesos) y las lechugas cultivadas con porcentaje de pérdida (192.199) dando como resultado \$154.877.184 que es el valor de ganancia por cosecha sin descontar costos de la misma.

La utilidad bruta resulta de la diferencia del valor por cosecha (\$154.877.184 pesos), los costos variables por cosecha (\$17.865.936 pesos), los costos fijos

por cosecha (\$9.500.000 pesos) y los gastos administrativos por cosecha (\$300.000 pesos) obteniendo un resultado de \$127.211.248 pesos por cosecha.

La ganancia de la primera cosecha se obtiene a partir de la utilidad bruta de la primera cosecha (\$127.211.248 pesos) menos el costo del capital invertido (\$198.163.400 pesos) dando como resultado negativo (\$70.952.152). La ganancia de la segunda cosecha en adelante se obtiene a partir de la ganancia de la anterior cosecha más la utilidad bruta (\$127.211.248 pesos); es así, como al final de las 12 cosechas establecidas en aeroponía, la ganancia por la última cosecha se contempló en \$1.328.371.576 pesos.

La relación costo beneficio se obtiene de la división entre el costo total anual (\$530.154.632 pesos) y el valor total de las 12 cosechas (\$1.858.526.208 pesos) dando como resultado 0,29.

Por último, la ROI o retorno de la inversión se obtiene a partir de la ganancia por cosecha del último cultivo del año (\$1.328.371.576 pesos) dividido el costo total anual (\$530.154.632 pesos) dando como resultado final un 250,56%. La recuperación de la inversión se obtiene de dividir 1 sobre la relación costo-beneficio (0,29) que dio como resultado 3,51; revelando la cantidad de veces que se recupera la inversión en 1 año.

***Anexo 8: SÍNTESIS RELACIÓN COSTO-BENEFICIO**

Cultivo tradicional

Plántulas: el total de plántulas para siembra es 80.000. Con el porcentaje del 5% de descuento: 76.000.

Cosechas: el total de cosechas anuales serán 5.

Costos: Variables por cosecha (**V**): 10.859.570 / Fijos por cosecha (**F**): \$3.750.000 / Capital invertido (**C**): \$156.745.000 / Total anual (**TA**): \$232.192.850.

Gastos administrativos anuales: Fue un gasto que se estipulo por daños en materiales o derivados: \$2.400.000.

Valor total cosecha (Venta): Precio de venta (\$700) por total lechugas con porcentaje de perdida (76.000): \$53.200.000. El total anual de valor de cosecha es de \$266.000.000.

Utilidad bruta (Producción): Valor de cosecha (\$53.200.000) menos los Costos Variables por cosecha (\$10.859.570), los Costos Fijos por cosecha: \$3.750.000 y los Gastos Administrativos por Cosecha: \$480.000: \$46.190.430.

Ganancia cosecha (Libres): **1.** Valor de utilidad bruta por cosecha (\$38.110.430) menos el costo total del capital invertido (\$156.745.000): (\$ - 118.634.570). **5.** Valor de la ganancia de la cuarta cosecha (\$-4.303.208) más la utilidad bruta correspondiente (\$38.110.430): \$33.807.150.

Relación Costo-Beneficios (C-B): Costo total anual (\$232.192.850) dividido el valor total de valor de cosecha por año (\$266.000.000): 0,87

Recuperación de la inversión (RI): 1 dividido la relación costo-beneficio: 1,15.

ROI: Ganancia de última cosecha del año (\$33.807.150) dividido el costo total anual (\$232.192.850): 14,56%.

Cultivos hidropónicos

Plántulas: el total de plántulas para siembra es 198.144. Con el 3% de pérdida contemplada: 192.199 plántulas.

Cosechas: el total de cosechas anuales serán 8.

Costos: Variables por cosecha (**V**): \$17.853.456 / Fijos (**F**): \$9.750.000 / Capital invertido (**C**): \$110.594.200 / Total anual (**TA**): \$352.585.304.

Gastos Administrativos anuales: Fue un gasto que se estipulo por daños en materiales o derivados: \$3.600.000

Valor total cosecha (Venta): Precio de venta (\$750) por total de plántulas con porcentaje de pérdida (192.199): \$192.199.680. El total anual de los valores de las 9 cosechas es: \$1.153.194.250.

Utilidad bruta (Producción): Valor total de cosecha (\$192.199.680) menos los Costos Variables por Cosecha (\$17.853.456), los Costos fijos por cosecha (\$9.725.000) y los Gastos Administrativos por cosecha (\$450.000): \$116.620.794.

Ganancia cosecha (Libres): **1.** Utilidad bruta (\$116.620.794) menos el costo total de capital invertido (\$110.594.200): (\$6.026.594). **8.** Valor de la ganancia de la séptima cosecha (\$705.751.358) más la utilidad bruta (\$116.620.794): \$822.372.152.

Relación Costo-Beneficios (C-B): Costo total anual (\$330.821.848) dividido el valor total de las 8 cosechas anuales (\$1.153.194.000): 0,29.

ROI: Valor de ganancia de la última cosecha (\$822.372.152) sobre el costo total anual (\$330.821.848): 248,58%.

Recuperación de la inversión (RI): 1 dividido la relación costo-beneficio: 3,49.

Cultivos aeropónicos

Plántulas: el total de plántulas para siembra es 199.584. Con el 3% de descuento: 193.596 plántulas.

Cosechas: el total de cosechas anuales serán 12.

Costos: Variables por cosecha (**V**): \$17.865.936 / Fijos (**F**): \$9.500.000 / Capital invertido (**C**): \$198.163.400 / Total anual (**TA**): \$530.154.632.

Gastos administrativos anuales: Fue un gasto que se estipulo por daños en materiales o derivados: \$3.600.000.

Valor total cosecha (Venta): Precio de venta (\$800) por total de plántulas con porcentaje de pérdida (193.596): \$154.877.184. La sumatoria de los valores a lo largo de las 12 cosechas anuales dio como resultado: \$1.858.506.208.

Utilidad bruta (Producción): Valor total por cosecha (\$154.877.184) menos los Costos Variables por cosecha (\$17.865.936), los Costos Fijos por cosecha (9.500.000) y los Gastos Administrativos por cosecha: (\$300.000): \$127.211.248.

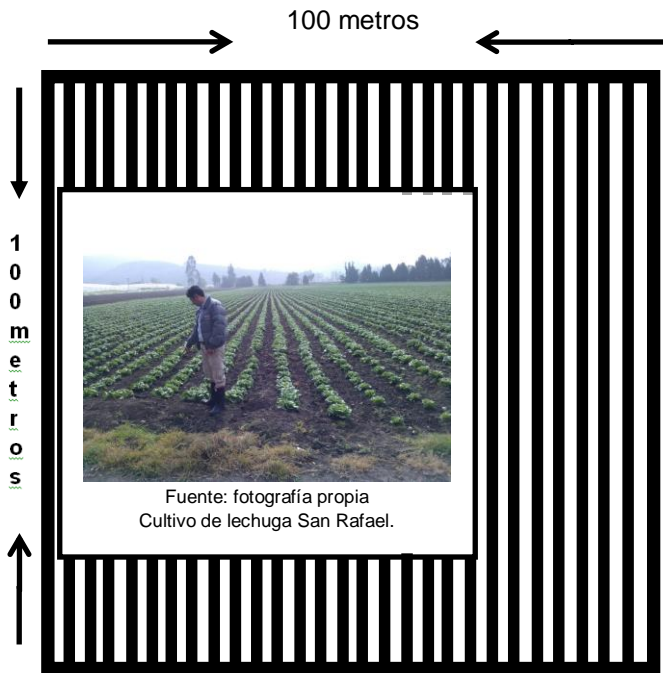
Ganancia cosecha (Libres): **1.** Utilidad bruta (\$127.211.248) menos el costo del capital invertido (\$198.163.400): (\$70.952.152). **12.** Valor de la ganancia de la onceava cosecha (\$1.201.160.328) más la utilidad bruta (\$127.211.248): \$1.328.371.576.

Relación Costo-Beneficios (C-B): Costo total anual (\$530.154.632) dividido el valor total de las 12 cosechas anuales (\$1.858.526.208): 0,17.

ROI: Ganancia de la cosecha 12 (\$1.328.371.576) dividido el costo total anual (\$530.154.632): 250,56%.

Recuperación de la inversión (RI): 1 dividido la relación costo-beneficio: 3,51.

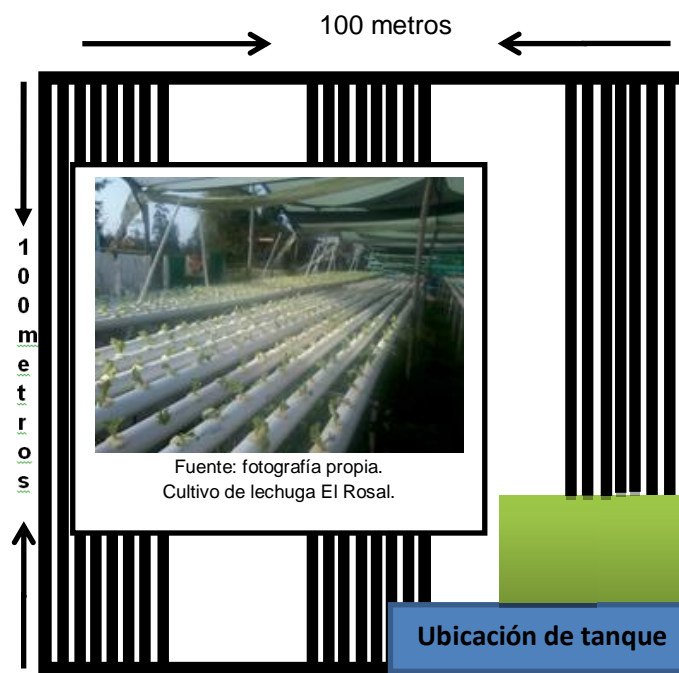
Figura 4: CULTIVO TRADICIONAL



Fuente: Elaboración propia.

Se presenta la distribución que se hace del cultivo. Se realizan seguidos para aprovechamiento de espacio. Las franjas negras representan los espacios donde se siembra que tienen 50cm de ancho y las franjas blancas simbolizan donde transitan los trabajadores 50 cm de ancho. 100 mts de largo. Se realizan aprox. 5 cosechas al año.

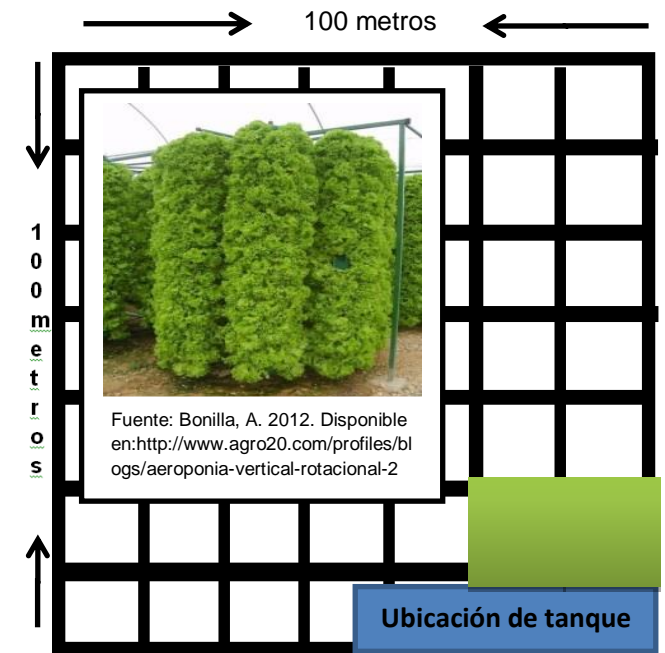
Figura 5: CULTIVO HIDROPÓNICO



Fuente: Elaboración propia.

Distribución del cultivo. La hidroponía puede realizarse horizontal o verticalmente. Aquí, horizontalmente. Se estipuló que una línea de producción es de 1,60 mts de ancho formada por 8 tubos con un espacio de 1,60 mts frente a la siguiente línea. Las líneas negras simbolizan la ubicación de los tubos. Cada tubo tiene 10 cm de ancho y entre ellos la distancia es también de 10 cm. 100 mts de largo. El tanque ocupa 8 mts². Se realizan aprox. 8 cosechas al año.

Figura 6: CULTIVO AEROPÓNICO



Fuente: Elaboración propia.

Distribución del cultivo. La aeroponía puede realizarse de forma horizontal o vertical. Aquí, vertical. Las franjas de color negro evidencian una distancia de 1 m² donde transita el personal. Los espacios blancos representan una fracción de 4 m² donde se encuentra la araña de 8 puntas donde se cultiva. El tanque ocupa 8 mts². Se realizan aprox. 12 cosechas anuales.

PROPUESTA DE GESTIÓN AMBIENTAL-CULTIVOS AEROPÓNICOS

“Pero nosotros, que comprendemos la vida, nos burlamos de los números”

Capítulo IV, El principito.

La Ley 1124 de 2007 estipula en su Artículo 1 que: “La Administración Ambiental es una carrera profesional a nivel universitario, que tiene como objeto gestionar, supervisar, controlar, ejercer autoridad, mando e influenciar en el sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química, biológica, sociocultural y de sus interrelaciones, en permanente modificación por la acción humana o natural que rige o condiciona la existencia o desarrollo de la vida”⁹⁸.

En esta dirección, mi labor como administradora y gestora ambiental en la planeación y ejecución de este proyecto, es contribuir al mejoramiento de las actividades agrícolas a nivel regional; y de esta manera, aportar a la reducción de los impactos ambientales negativos generados en su desarrollo, y así, desde la Aeroponía, conservar, preservar, mitigar y renovar los recursos naturales, encontrando un equilibrio a nivel económico, social y ambiental.

Como ventajas puntuales que implementa este tipo de práctica frente a la agricultura tradicional se presentan las siguientes: limitación de tierra necesaria para la agricultura; implementación de cadenas cortas de suministro de alimentos, la eliminación del transporte de alimentos y la posterior reducción de las emisiones de aire; maximización de la eficiencia energética, la producción durante todo el año, la eliminación de las pérdidas de cosechas causadas por las condiciones climáticas desfavorables; agricultura ecológica, sin el uso de herbicidas, protección de plantas productos o fertilizantes; re-nacionalización de tierras de cultivo ecológico que permite beneficios, y la reducción del impacto de los conflictos armados sobre los recursos naturales como el agua y la tierra (Torreggiani, et al. 2012)⁹⁹.

⁹⁸ Ministerio de Educación Nacional, Ley 1124 de 2007. 22 de Enero de 2007. Disponible en: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2007/ley_1124_2007.html

⁹⁹ Daniele Torreggiani, Enrica Dall’Ara, Patrizia Tassinari. The urban nature of agriculture: Bidirectional trends between city and countryside. Cities. (Enero 2012).

Se entiende que “la gestión ambiental está referida a los procesos, mecanismos, elementos, herramientas, acciones y medidas de control involucradas en cada etapa (Consulta normatividad, diagnóstico ambiental, impactos ambientales, planeación de actividades, productos y residuos), con el propósito de establecer la magnitud de la actividad, el uso adecuado de los recursos naturales y humanos, los productos y los subproductos obtenidos”¹⁰⁰.

En la agricultura "una buena gestión ambiental no solamente es útil para la implementación de medidas de manejo y control ambiental efectivas durante el desarrollo de la actividad hortifrutícola, sino que además sirve como herramienta para que el productor maximice los recursos utilizados, que le permitan ser más competitivo empresarialmente y contribuya con la sostenibilidad ambiental"¹⁰¹. La Aeroponía aparece entonces como propuesta tecnológica e innovadora dentro de la urbe, propiciando la creación de agro-ecosistemas en la ciudad y disminuyendo la presión sobre los recursos naturales a nivel rural.

La gestión ambiental y la inclusión social de la población permiten trabajar en conjunto con la comunidad y entender sus necesidades a nivel individual. En la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Brasil, 1992) se establece que “el mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda” (Informe de Río, 1992)¹⁰².

El trabajo social comunitario se convierte en un instrumento de capacitación y educación de la población, proceso que persigue el incremento de la autonomía personal, es decir de la capacidad individual para enfrentarse a las

¹⁰⁰ Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). Guía ambiental para el Subsector Hortifrutícola. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/documentos/GUIA_~1C.PDF

¹⁰¹ MADS Op.Cit.

¹⁰² LISBERT ROIG, Marin. La gestión de problemas ambientales y el trabajo social comunitario a nivel local. su incidencia en la capacitación de actores locales en la comunidad “la cabaña” del municipio pinar del río. Pinar del Río. Enero del 2009. Tesis en opción al título de Master en Desarrollo Social. Universidad de pinar del río. Facultad latinoamericana de ciencias sociales (flacso). Facultad de ciencias sociales y humanísticas.

relaciones, situaciones y problemas del medio ambiente local y el incremento de la organización y autogestión, es decir de la capacidad de organización y gestión ante los problemas, planteando alternativas y diseñando las acciones que posibiliten la puesta en marcha de soluciones¹⁰³.

Las organizaciones comunitarias juegan un papel fundamental en este ámbito siendo necesaria una nueva forma de gestión del ambiente y el desarrollo basado en la sostenibilidad ecológica. (Acosta, 2002: 75) plantea que “emprender el camino del desarrollo sustentable no depende solo de directrices o acuerdos en el plano económico o político, sino esencialmente de drásticos cambios sociales a escala local. Esto requiere de la formación conscientemente estructurada de un sistema de valores donde predominen la solidaridad y la responsabilidad del individuo con la sociedad y su entorno existencial¹⁰⁴.

La participación juega un papel crucial como medio para incrementar la conciencia ambiental de los ciudadanos y educarlos sobre las relaciones entre medio ambiente y desarrollo, crear legitimidad y transparencia en las decisiones en materia ambiental para que se involucren en la gestión de los problemas ambientales (Espinosa, Et. al., 1998)¹⁰⁵.

La proyección de nuevas alternativas, impulsando la gestión ambiental desde el trabajo social comunitario, desde el accionar colectivo de los miembros de la comunidad, constituye un aspecto de relevancia directamente vinculado a las conductas, comportamientos y modos de relación sociedad- medio ambiente. Es este un elemento que indudablemente ayuda a tirar del desarrollo y potencia en sí mismo todas las acciones de cambio que se quieran realizar¹⁰⁶.

¹⁰³ LISBERT ROIG, Marin. *Op.Cit.*, p 7.

¹⁰⁴ Iñiguez Rojas, L. (1996) Lo socioambiental y el bienestar humano. Revista Cubana de Salud Pública, ene.-jun., vol. 22, no.1, p.13-14, Cuba. Citado por LISBERT ROIG, Marin. *Op.Cit.*, 9.

¹⁰⁵ *Ibid.* p 12.

¹⁰⁶ LISBERT ROIG, Marin. La gestión de problemas ambientales y el trabajo social comunitario a nivel local. su incidencia en la capacitación de actores locales en la comunidad “la cabaña” del municipio pinar del río. Pinar del Río. Enero del 2009. Tesis en opción al título de Master en Desarrollo Social.

El trabajo a nivel individual se proyecta colectivamente cuando su idea de negocio resulta ser eficiente y rentable, lo que hace que la comunidad se contagie por la experiencia que le describieron, queriendo probarlo y a su vez reproduciendo los resultados con los demás, teniendo una relación sobre los interesados colectiva-individual-colectiva.

Para la concepción, desarrollo y puesta en marcha del proyecto las “microempresas” pueden formarse a partir de una sociedad y una economía con principios de estimulación, promoción, cooperación y eficiencia en la productividad; haciendo parte del desarrollo comunitario local con aeroponía y a su vez, que satisfaga las necesidades actuales del mercado regional y ampliando su campo de visión a futuro en un nivel nacional e internacional.

Lo que se busca con esta propuesta en general, es apuntar a que la gestión a nivel ambiental se fortalezca dentro del círculo donde se desarrolle. Una comunidad puede desarrollar habilidades y conocimientos que busquen una solución en torno a los problemas ambientales presentes y su entorno inmediato. La población vulnerable que podría entrar dentro del mercado por demanda-oferta urbana de víveres sería:

- Mujeres cabeza de hogar
- Desplazados
- Adultos mayores
- Niños y jóvenes
- Familias de escasos recursos
- Discapacitados

Propongo la implementación de la Aeroponía como práctica en jardines, colegios y universidades aspirando a cambiar la concepción de la procedencia de los alimentos desde temprana edad al enseñar a niños y jóvenes del origen

de alimentos y generar un cambio en la concepción de la nutrición hacia una alimentación sana.

Entre los comportamientos positivos que sobre los niños y jóvenes pueda ejercer la Aeroponía como propuesta; especialmente los que inician con esta práctica a temprana edad se pueden apreciar los siguientes:

- Empiezan a consumir los alimentos que crecen en su propio huerto
- Las hortalizas, comienzan a ser ingeridas por gusto
- Niños reproducen los conocimientos a sus padres. Prestigio que adquiere agricultura urbana en lenguaje familiar
- Aporta desarrollo de nuevas ideas, creatividad, investigación e innovación para los estudiantes
- Realización de prácticas que necesiten dentro del mismo y aprendizaje diario

A gran escala se pueden adaptar pisos enteros de edificios o incluso una edificación entera para realización de aeroponía. Relacionado a ello estarían componentes como:

- Construcciones abandonadas como lugar; perfectas para tal fin rescatando los edificios
- Espacios de producción en ciudades con alimentos sanos garantizados
- Tipos de energía alternativa como la solar para el uso durante la producción. Uso de electricidad como fuente no contaminante
- Creación de nuevos empleos dentro de la ciudad como agricultores, viveristas, vendedores, entre otros
- Venta de productos en la primera planta como se habló con anterioridad. Un supermercado que disminuya el transporte hasta dentro de la ciudad

Para las comunidades de escasos recursos se propone apuntar hacia la generación de empleo y consumo saludable a partir de la idea de la agricultura urbana en las terrazas de las casas con el nuevo modelo de aeroponía que presenta beneficios como:

- Ahorro de espacio
- Alimento para la casa y la venta
- Superación de temas de solvencia económica y alimentaria
- Ocupación productiva del tiempo
- Hobbie y distracción
- Alternativa de desarrollo individual y familiar

Hacia la comunidad en general, lo que se busca es enseñar acerca de cultivos aeropónicos a través de capacitaciones. Brindarles herramientas de conocimiento que después puedan aplicar y reproducir en sus hogares a manera de desarrollo personal con el cultivo.

Para llevar a cabo las ideas expuestas anteriormente se presenta a continuación las fichas donde se muestran los principales requerimientos y actividades para la realización de este proyecto. Se habla de la realización de cultivos aeropónicos como idea de negocio propio y para que la comunidad implemente.

Tabla 7: FICHA DE PROPUESTA-GESTIÓN AMBIENTAL/CULTIVOS AEROPÓNICOS

Requerimiento	Categoría	Especificaciones	Salario*	Experiencia	Productos
Creador y realizador del proyecto	Profesional Administrador y gestor ambiental	-	\$4.000.000	(<1 año)	Proyecto
Conocimiento de manejo de plántulas y nutrientes	Profesional Agrónomo – Agrícola Especialista	Especialista con experiencia en el área de formación	\$3.740.300	(1-3 años)	Conocimiento a individuos sobre manejo de plantas y nutrientes
Competente en montajes	Técnico hidráulico	Técnico con experiencia en el área de formación	\$956.700	(1-2 años)	Montaje de arañas aeropónicas
Comunidad interesada	Jardines, colegios, universidades, terrazas de edificios, hogares con población vulnerable	Interesados	Ganancia por venta de productos del cultivo	-	Idea de negocio, desarrollo local (empleo, ingresos), recreación, salud, incentivo consumo saludable.
Educador ambiental	Administrador y gestor ambiental Licenciado en educación	Profesional con experiencia en el área de formación	\$2.523.200	(1-3 años)	Educación ambiental, apropiación naturaleza, preservación especies

* Valores tomados de escala salarial o remuneración de profesionales en Colombia #2013. Enlace profesional. Pago por honorarios. Encontrado en:

<http://mteheran.wordpress.com/2013/03/07/escala-salarial-o-remuneracion-de-profesionales-en-colombia-2013/>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: ACTIVIDADES PROYECTO/COMUNIDAD

Actividad	Recursos	Involucrados
Divulgación proyecto	Medios de Convocatoria. Reunión de presentación propuesta. Material de apoyo (presentación PPT, fotografías, videos-pantalla, video beam).	Gestor del proyecto. Alcaldías locales. Comunidad vulnerable (mujeres, niños, ancianos, personas de escasos recursos). Instituciones educativas (jardines, colegios, universidades). Empresas interesadas.
Aprobación y aceptación del proyecto	Tiempo de espera mientras decisión de aprobación del proyecto.	Alcaldías locales. Comunidad vulnerable. Instituciones educativas. Empresas interesadas.
Identificación del estado de la zona donde se realizará el cultivo	Visita a la zona. Entrevista con la población del sector. Revisión información secundaria.	Gestor de proyecto. Alcaldías. Bibliotecas. Población de la zona. Personal de la empresa.
Problemáticas asociadas a la zona	Análisis según información recolectada y búsqueda de soluciones si existen afecciones frente al cultivo.	Gestor del proyecto y profesionales alrededor de él.
Charla con interesados	Convocatoria. Taller de sensibilización. Reunión – exposición Material de apoyo (presentación PPT, fotografías, videos, video beam-pantalla).	Gestor del proyecto. Alcaldías locales. Comunidad vulnerable. Instituciones educativas. Empresas interesadas.
Diseño de “programa piloto” (Proyecto)	Elaboración de documento de propuesta según resultados de la zona.	Gestor de proyecto y profesionales involucrados en él.
Realización montaje e implementación	Montaje del cultivo en espacios requeridos (araña aeropónica de 8 puestos).	Gestor de proyecto y profesionales involucrados en él. Alcaldías locales. Comunidad vulnerable. Instituciones educativas. Empresas interesadas.
Capacitación en manejo de cultivos aeropónicos	Montaje terminado. Enseñanza diaria en cultivo. Aprendizaje de la población. Adquisición experiencia de parte de profesionales. Trabajo de campo.	Gestor de proyecto y profesionales involucrados en él. Alcaldías locales. Comunidad vulnerable. Instituciones educativas. Empresas interesadas.
Funcionamiento del cultivo	Desarrollo y puesta en marcha del cultivo.	Comunidad vulnerable. Instituciones educativas. Empresas interesadas.

Fuente: Elaboración propia

7. CONCLUSIONES

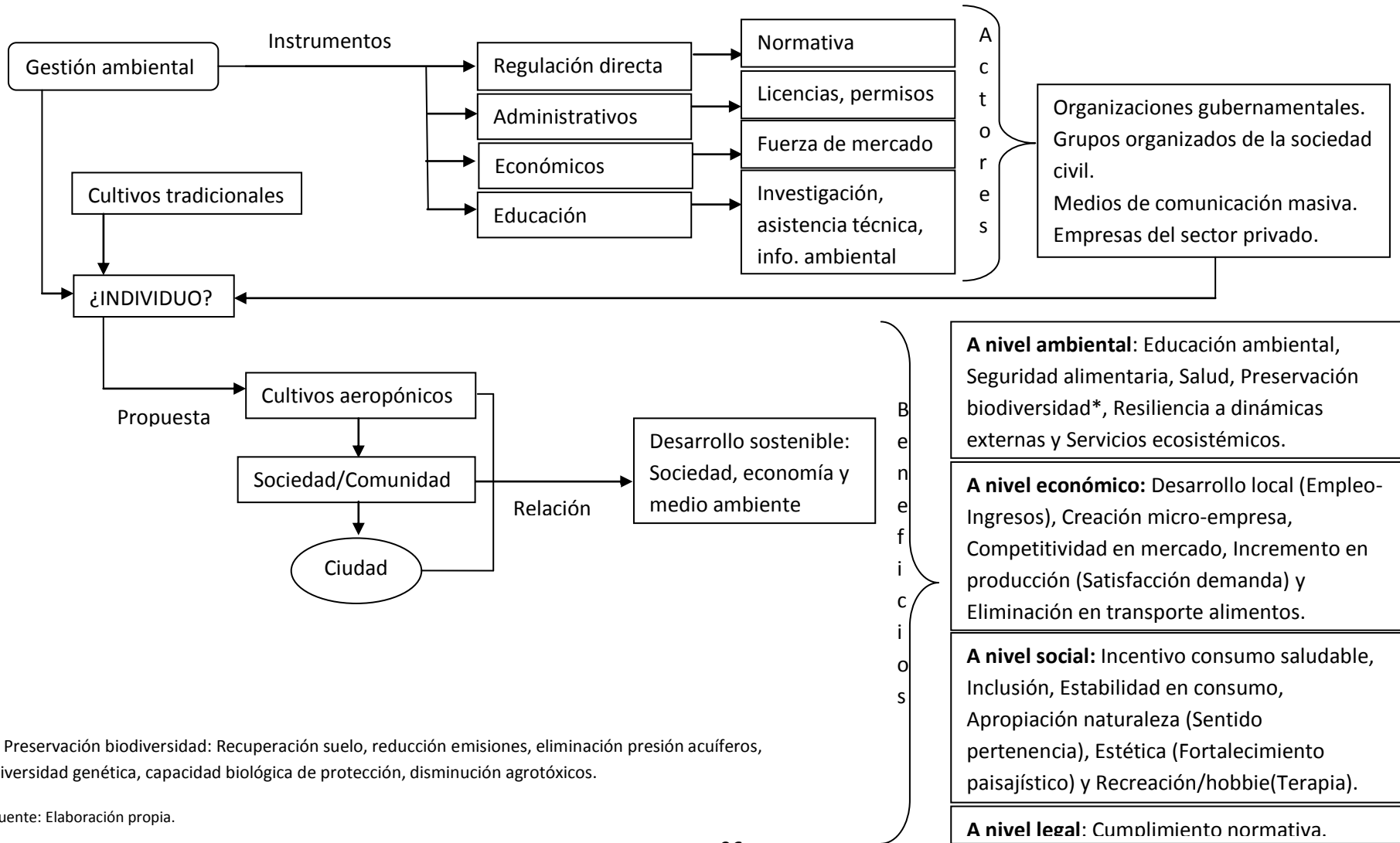
Se presenta un diagrama de relación de componentes que resume lo que se hizo y quiso desarrollar con el trabajo expuesto frente al tema de aeroponía desde la gestión ambiental del individuo (Figura 7).

Esta investigación puede concluir que la agricultura urbana de la mano de la aeroponía presentaría beneficios en cuanto a resiliencia a dinámicas externas, servicios eco-sistémicos, competitividad en mercado, creación micro-empresa, incremento en producción y satisfacción de demanda, eliminación en transporte de alimentos, inclusión, estabilidad en consumo, estética y hobby.

Como privilegios mayores y marcados generados por esta nueva práctica se encuentran la educación ambiental; salud; preservación de biodiversidad entendida como recuperación de suelo, reducción de emisiones, eliminación en presión de acuíferos, diversidad genética, capacidad biológica de protección, disminución de agrotóxicos; desarrollo local con empleo e ingresos; incentivo al consumo saludable y con él, seguridad alimentaria acerca de la proveniencia de los alimentos y apropiación de la naturaleza o sentido de pertenencia por la misma.

La aeroponía según los resultados de las matrices realizadas y la relación costo-beneficio a nivel urbano frente al cultivo tradicional, presenta grandes ventajas a nivel sostenible aun por encima de la hidroponía ya que, los recursos naturales no se ven comprometidos e impactados por la práctica, ayudando a la preservación y conservación de los ecosistemas en la ruralidad, además de ahorrar con su propio sistema mediante el reciclaje de nutrientes y el sistema temporizado de riego. La producción es mayor comparada con la del campo y se crean oportunidades de independencia para la gente, además del aseguramiento de alimentos sanos; libres de tóxicos.

Figura 7: DIAGRAMA DE RELACIÓN/COMPONENTES



* Preservación biodiversidad: Recuperación suelo, reducción emisiones, eliminación presión acuíferos, diversidad genética, capacidad biológica de protección, disminución agrotóxicos.

Fuente: Elaboración propia.

Construir alternativas urbanas de desarrollo desde el individuo hasta la unión de las masas a partir de la relación entre economía, sociedad y ambiente de la mano de los servicios eco-sistémicos establece nuevos agro-ecosistemas en la ciudad que proveen de alimento, generan cultura, regula servicios, es resiliente a dinámicas externas, forma en autonomía frente al mercado, crea nuevas relaciones entre individuos, revalúa la visión de territorio, estipula precios justos de producción y consumo por mencionar algunos de los ejemplos. Los cambios que se puedan generar en el individuo con la reciente propuesta aeropónica pueden propiciar el cambio de las masas por divulgación propia de los sujetos involucrados.

La gestión ambiental en la actualidad necesita darle importancia significativa al individuo, construir espacios donde se tenga en cuenta a la población, se deje de concentrar el poder únicamente en entidades y se reconstruya la visión de gestión desde la localidad que enfrente las afecciones hacia el ambiente.

Al involucrar a las comunidades dentro del ámbito ambiental adquieren sentido de pertenencia por lo que los rodea, además de convertirse en figuras de cambio y desarrollo socio-ambiental. Si se aprovecha el vínculo entre el hombre y la naturaleza, se puede hacer que actúe a favor de ella propiciando prácticas que favorezcan tanto a la población como al entorno. Los niños pueden desarrollar nuevas formas de concebir los alimentos y la naturaleza al ver el crecimiento de los productos dentro de su propia huerta.

Procesos como la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías deben ir de la mano de la intervención e inclusión de los ciudadanos, incorporándolos hacia procesos de desarrollo a nivel de gestión económica, social y ambiental. De la innovación pueden surgir ideas y proyectos que revolucionen en materia de sostenibilidad. Este tipo de iniciativas generan progreso entre todos los involucrados.

Relativo al campo y la ciudad se pueden crear conexiones que favorezcan a los productores y consumidores, abrir las posibilidades dentro de la urbanización donde la producción sostenible se pueda ejercer a partir de inclusión social; haciendo rentable prácticas como agricultura urbana y periurbana.

El aprovechamiento de las ciudades como foco de progreso e impulso agrícola brinda para quienes la implementan y el entorno, beneficios específicos sostenibles. Las organizaciones que puedan surgir de las comunidades fomentarían la gestión dentro de la zona donde se realice la aeroponía y la mejora basada en sustentabilidad. Los cambios sociales promueven estructuras de renovación donde prevalecen valores como el respaldo y compromiso entre la comunidad, por lo que se transforma en sí, las dinámicas de sociedad con su ambiente cercano.

Las prácticas novedosas e innovadoras que sobre gestión ambiental pueda aprender y realizar un individuo aportan al cambio de actitud frente al medio ambiente, que se empieza a considerar como parte importante del desarrollo humano. La influencia de las nuevas alternativas tecnológicas como la aeroponía desde la gestión ambiental con trabajo en comunidades, establece aspectos de relevancia relacionados a conductas socio-ambientales que fomentan e impulsan el accionar colectivo; es por ello que recomiendo el uso de cultivos aeropónicos como método de producción limpia, rentable, y socialmente incluyente.

8. RECOMENDACIONES

Profundizar en el desarrollo de nuevos modelos de innovación y tecnología de la mano de la gestión ambiental y el desarrollo sostenible, para la resignificación de la relación sociedad-naturaleza y los lazos de vecindad y cooperación ciudadana.

Divulgar esta práctica en espacios comunitarios, ONG's, instituciones educativas y culturales y empresas donde se propicie el uso de alimentos dentro de su propia instalación y la mejora del ambiente por reducción de impactos.

Generar instrumentos para la evaluación de la condición ambiental del lugar a nivel urbano donde se instalará el cultivo con el fin de evitar la contaminación del mismo.

Prestar interés, relevancia y financiación de ser requerida por parte del gobierno local a la promoción de proyectos que puedan ayudar al desarrollo sostenible e integral de una localidad. Apoyo gubernamental.

Promover espacios de participación ciudadana dentro de las zonas que fortalezcan los procesos sostenibilidad.

Establecer mecanismos de acción, respuesta y solución de gestión ambiental frente a problemas presentados dentro de la zona involucrada.

Realización de programas que capaciten a la población interesada en el proyecto con el fin de optimizar la gestión ambiental.

Propagación de prácticas exitosas y visitas a las mismas.

BIBLIOGRAFÍA

- Agricultura, D. R. (09 de Enero de 2013). *Gobierno Regional de Huánuco, Perú*. Recuperado el 25 de Enero de 2013, de Gobierno Regional de Huánuco, Perú: <http://www.huanucoagrario.gob.pe/content/precios-de-pesticidas>
- Agrotterra. (s.f.). *Agrotterra*. Recuperado el 10 de Marzo de 2013, de Agrotterra: http://www.agrotterra.com/p/roundup-plus-en-cadiz-17634/17634?utm_expid=182777-1&utm_referrer=http%3A%2F%2Fwww.google.com.co%2Furl%3Fsa%3Dt%26rct%3Dj%26q%3D%26esrc%3Ds%26source%3Dweb%26cd%3D2%26ved%3D0CDUQFjAB%26url%3Dhttp%253A%252F%252Fwww.agrotterra.com%2
- Alberto Zezza, L. T. (2010). *Urban agriculture, poverty, and food security: Empirical evidence from a sample of developing countries*. *Food Policy*.
- Ambiente, M. d. (2002). *Guía Ambiental para el Sector Hortifrutícola*. Bogota, Colombia: Ministerio del Medio Ambiente.
- AMCI, A. M. (6 de Mayo de 2010). *SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación*. Recuperado el 1 de Abril de 2013, de SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación : http://www.firco.gob.mx/proyectos/proap/documents/presentacion_rangos_precios_proap_2010.pdf
- Anonimo. (Agosto de 2012). *Portal Río+20. Construyendo la Cumbre de los Pueblos Río+20*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2012, de Portal Río+20. Construyendo la Cumbre de los Pueblos Río+20: <http://rio20.net/en-camino-a-rio>
- Arroyo, R. B. (2009). *Diseño de dos sistemas de riego automatizados para invernadero rural*. México.
- Arroyo, R. B. (2009). *Diseño de dos sistemas de riego automatizados para invernadero rural*. . México .
- Aubrya, C., Ramamonjisoab, J., Dabatc, M.-H., Rakotoarisoab, J., Rakotondraibee, J., & Rabeharisoaf, L. (2012). *Urban agriculture and land use in cities: An approach with the multi-functionality and sustainability concepts in the case of Antananarivo (Madagascar)*. Madagascar.
- Bonilla, A. C. (05 de Febrero de 2012). *Agro 2.0*. Recuperado el 29 de Octubre de 2012, de Agro2.0 : <http://www.agro20.com/profiles/blogs/aeroponia-vertical-rotacional-2>
- Borroto, C. y. (2001). *El trabajo comunitario integrado: base para la intersectorialidad*.

- Calvet-Mir, L., Gómez-Baggethun, E., & Reyes-García, V. (2012). *Beyond food production: Ecosystem services provided by home gardens. A case study in Vall Fosca, Catalan Pyrenees, Northeastern Spain.* . España.
- Casadevante, J. L. (07 de Julio de 2012). *Cinco años para actuar.Crisis energética: cuando lo importante es también urgente.* Recuperado el 01 de Febrero de 2013, de Cinco años para actuar.Crisis energética: cuando lo importante es también urgente: <http://tiempodeactuar.es/blog/potencialidades-agricultura-urbana/>
- Center, M. C. (12 de Abril de 2010). *Media Clippings 2009. International Potato Center.* Recuperado el 7 de Agosto de 2011, de Media Clippings 2009. International Potato Center: http://books.google.com.co/books?id=CEh0WwpwMLcC&pg=PA79&dq=cultivos+aeronicos&hl=es&ei=O6FITpXRKInUgAeop-GeBg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=3&ved=0CD0Q6AEwAg#v=onepage&q&f=false
- Channel, D. (Dirección). (2008). *Ecopolis* [Película].
- Chávez, L. (15 de Marzo de 2013). Agricultor independiente. (P. A. P., Entrevistador)
- CORPOICA. (22 de Septiembre de 2011). *CORPOICA capacita sobre producción de semilla de papa criolla mediante aeroponía.* Recuperado el 1 de Abril de 2013, de http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Noticias/vernoticia.asp?id_noticia=1126
- Correa, J. (17 de Enero de 2013). Administrador de empresas. Agricultor independiente. (P. A. P., Entrevistador)
- Despommier, D. (2010). Agricultura vertical. *Investigacion y ciencia*, 74-81.
- Díaz, B., León, M. N., & Díaz, A. (2002). El sistema autogestionario aeropónico para el desarrollo local. Un caso de promoción de empresas asociativas accediendo a recursos para proyectos comunitarios del Fondo Intergubernamental para la descentralización en la isla de Margarita, Venezuela. . *CAYAPA Revista Venezolana de Economía Social*.
- Espectador, D. e. (31 de Julio de 2012). *ELESPECTADOR.COM.* Recuperado el 24 de Enero de 2013, de ELESPECTADOR.COM: <http://www.elespectador.com/economia/articulo-364132-congelan-precio-de-gasolina-y-acpm-suben-100>
- Foley, J. A. (2012). Alimentación sostenible. Un plan global en torno a cinco ejes podría duplicar la producción de alimentos y aliviar las agresiones al medio. *Investigación y ciencia* , 54-59.
- Foley, J. A. (7 de Marzo de 2013). *Mteheran's Weblog.* Recuperado el 10 de Abril de 2013, de Mteheran's Weblog: <http://mteheran.wordpress.com/2013/03/07/escala-salarial-o-remuneracion-de-profesionales-en-colombia-2013/>
- Giaconi, M. (2004). *Cultivo de hortalizas.* Santiago de Chile: Editorial Universitaria.

- GRAIN. (28 de 09 de 2011). *Alimentos y cambio climático: el eslabón olvidado*. Recuperado el 01 de 04 de 2013, de <http://www.grain.org/article/entries/4364-alimentos-y-cambio-climatico-el-eslabon-olvidado>
- Harada, C. (Julio de 2012). *TED, Ideas Worth Spreading* . Recuperado el 5 de Marzo de 2013, de TED, Ideas Worth Spreading : http://www.ted.com/talks/lang/es/cesar_harada_a_novel_idea_for_cleaning_up_oil_spills.html
- Huiza, I. R. (1996). Control biológico de plagas en cultivos hidropónicos . En C. T. Hidroponía, *Curso Taller Internacional de Hidroponía* (págs. 247-250). Lima, Perú .
- INEA, E. U. (2012). *INEA, Escuela Universitaria de Ingeniería Agrícola* . Recuperado el 8 de Enero de 2013, de INEA, Escuela Universitaria de Ingeniería Agrícola : http://www.inea.org/index.php?option=com_content&view=article&id=113&Itemid=248
- Íñiguez, R. L. (1996). Lo socioambiental y el bienestar humano. *Revista Cubana de Salud Pública.* , 13-14.
- Izquierdo, J. (1996). La hidroponía popular y su potencial en procesos de superación de la pobreza: Rol de la FAO. En C. T. Hidroponía, *Curso Taller Internacional de Hidroponía* (págs. 253-276). Lima, Peru .
- Jardineria.com*. (30 de Marzo de 2011). Recuperado el 16 de Octubre de 2011, de Jardineria.com: <http://www.dejardineria.com/cultivos-aeronicos>
- López, D. (2011). *Canales cortos de comercialización como elemento dinamizador de las agriculturas ecológicas urbana y periurbana*.
- Lozano, U. J. (s.f.). *Universidad Jorge Tadeo Lozano* . Recuperado el 25 de Octubre de 2012, de Universidad Jorge Tadeo Lozano: http://www.utadeo.edu.co/es/dependencias/bio_sistemas/precios_plantulas.php.
- (MADS), M. d. (s.f.). (MADS). *Guía ambiental para el Subsector Hortifrutícola*. Recuperado el 24 de Septiembre de 2012, de (MADS). Guía ambiental para el Subsector Hortifrutícola: http://www.minambiente.gov.co/documentos/GUIA_~1C.PDF
- Manuel Rodríguez Becerra, G. E. (2002). *Gestión ambiental en América Latina y el Caribe. Evolución, tendencias y principales prácticas.* . América Latina y el Caribe: David Wilk .
- Marín, L. R. (2009). *La gestión de problemas ambientales y el trabajo social comunitario a nivel local, su incidencia en la capacitación de actores locales en la comunidad "La Cabaña" del municipio de Pinar del Río*. Pinar del río, Cuba.
- Mawois, M., Aubry, C., & M., L. B. (2010). *Can farmers extend their cultivation areas in urban agriculture? A contribution from agronomic analysis of market gardening systems around Mahajanga (Madagascar)*.

- Mercado Libre* . (s.f.). Recuperado el 10 de Marzo de 2013, de Mercado Libre : http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-404381156-bomba-de-agua-centrifuga-toolcraft-professional-_JM
- Molina, G. S. (1996). El éxito en los proyectos de hidroponía popular: el rol de la metodología . En C. T. Hidroponía, *Curso Taller Internacional de Hidroponía* (págs. 321-332). Lima, Perú.
- Morán, A. (2009). *Huertos urbanos en tres ciudades europeas: Londres, Berlín, Madrid*. Madrid: UPM.
- Nabulo, G., Black, C., Craigon, J., & Young, S. (2011). *Does consumption of leafy vegetables grown in peri-urban agriculture pose a risk to human health?. Environmental Pollution*.
- Nacional, M. d. (s.f.). *Ministerio de Educación Nacional* . Recuperado el 5 de Noviembre de 2012, de Ministerio de Educación Naciona: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2007/ley_1124_2007.html
- NASA. (23 de Abril de 2007). NASA. Recuperado el 4 de Diciembre de 2012, de NASA : http://www.nasa.gov/vision/earth/technologies/aeroponic_plants.html
- OECD. (s.f.). *Observer*. Recuperado el 01 de 04 de 2013, de http://www.oecdobserver.org/news/fullstory.php/aid/3213/Climate_change_and_agriculture.html
- Oesterheld, M. (2008). *Impacto de la agricultura sobre los ecosistemas. Fundamentos ecológicos y problemas más relevantes*. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires - CONICET.
- ONU. (04 de 2002). *Organización de las Naciones Unidas*. Recuperado el 01 de 04 de 2013, de http://www.un.org/spanish/conferences/wssd/cumbre_ni.htm
- Otazú, V. (2009). *Manual de producción de semilla de papa de calidad usando aeroponía*. Centro Internacional de la Papa.
- P., L. A. (1998). *Algunas consideraciones sobre los impactos ambientales de los modelos de desarrollo actuales*. La Habana, Cuba: Grupo de Estudios Sociales de la Tecnología (GEST).
- P.J Weathers, R. (1992). Aeroponics for the culture of organisms, tissues and cells. *Biotechnology Advances*, 93-115.
- PNUMA, O. C. (2011). Recuperado el 01 de 04 de 2013, de Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las metas Aichi: <http://www.cbd.int/doc/strategic-plan/2011-2020/aichi-targets-es.pdf>
- Ravallion, M. C. (2007). *New Evidence on the Urbanization of Global Poverty. Policy Research Working Paper 4199*. Washington, DC.

- Reseñas sobre el cambio climático.* (2007). Recuperado el 01 de 04 de 2013, de <http://www.desdeamerica.org.ar/pdf/resenas%20sobre%20cambio%20climatico.pdf>
- Restrepo, L. (11 de Enero de 2011). *El Colombiano.com*. Recuperado el 1 de Abril de 2013, de Aeropónicos o la comida sin tierra: http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/A/aeroponicos_o_la_comida_sin_tierra/aeroponicos_o_la_comida_sin_tierra.asp
- RIO+20. (2012). *rio20.net*. Recuperado el 01 de 04 de 2013, de <http://rio20.net/en-camino-a-rio>
- Ritz, S. (Julio de 2012). *TED, Ideas worth spreading*. Recuperado el 5 de Marzo de 2013, de TED, Ideas worth spreading: http://www.ted.com/talks/lang/es/stephen_ritz_a_teacher_growing_green_in_the_south_bronx.html
- Rosas, Antonio; Huertas Ezequiel (s.f). La finca de hoy. Recuperado el 15 de Septiembre de 2012: <http://www.youtube.com/watch?v=EdX6OtkagCM&feature=youtu.be>
- Ruel, M. G. (2004). *Features of urban food and nutrition security and considerations for successful urban programming*. FAO.
- S.R.L., H. R. (Marzo de 2007). *HERBO RIEGO S.R.L*. Recuperado el 10 de Marzo de 2013, de HERBO RIEGO S.R.L.: http://www.herboriego.com/herboriego_precios.pdf
- Sáez, D., & Maria, A. (s.f.). *La agricultura y su evolución a la agroecología*. Obra propia Editorial.
- Sánchez, S. (1996). *Algunas relaciones entre la hidroponia familiar y la producción tradicional de hortalizas*. Lima.
- SAS, F. I. (10 de Febrero de 2013). (P. A. P., Entrevistador)
- Säumel, I., Kotsyuk, I., Hölscher, M., Lenkerei, C., Weber, F., & Kowarik, I. (2012). *How healthy is urban horticulture in high traffic areas? Trace metal concentrations in vegetable crops from plantings within inner city neighbourhoods in Berlin, Germany*. Berlín.
- Segrelles, J. A. (2001). Problemas ambientales, agricultura y globalización en América Latina. *Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*.
- Suquilandia, M. (s.f.). *Agricultura orgánica, alternativa tecnológica del futuro*.
- Torreggiani, D., Dall'Ara, E., & Tassinari, P. (2011). *The urban nature of agriculture: Bidirectional trends between city and countryside*.
- Vincenzoni, A. (1998). *International Society for Horticultural Science* . Recuperado el 15 de Septiembre de 2011, de International Society for Horticultural Science : http://www.actahort.org/members/showpdf?booknrarnr=98_27

Weathers, P., & Zobel, W. (1992). *Aeroponics for the culture of organism, tissues and cells*. New York: Cornell University.

Zapp Glauser, J. (1997). *El huerto hidropónico familiar en Colombia : desarrollo participativo de un modelo para evaluar el potencial actual de los hidroculivos realizados en las viviendas del sector popular*. Perú.

Zhenshan Yang, J. C. (2010). *Agro-tourism enterprises as a form of multi-functional urban agriculture for peri-urban development in China*. *Habitat International*. China.

Zobel, R. D. (1976). *Method for growing plants aeroponically*. *Plant Physiol*.

ANEXO 4: MATRIZ RESUMEN IMPACTOS SEVEROS

COMPONENTES		IMPACTOS		
		AGRICULTURA TRADICIONAL	CULTIVOS HIDROPÓNICOS	CULTIVOS AEROPÓNICOS
Biótico	Flora	Eliminación de la cobertura vegetal (2) Pérdida de especies nativas (2) Alteración de la microflora (3)	0	0
	Fauna	Migración de animales (Aves, reptiles, mamíferos) (2) Disminución de la población faunica (Envenenamiento) (4)	0	0
Abiótico	Aire	Ruido (1) Gases contaminantes atmosféricos (7) Polvo y partículas (2)	0	0
	Agua	Contaminación agua subterránea (4) Contaminación agua superficial (4) Salinización del recurso agua (5) Reducción del recurso hídrico (1)	0	0
	Suelo	Erosión (5) Deposición (Sedimentos) (2) Compactación del suelo (3) Salinización del suelo/Pérdida de fertilidad (5) Generación de residuos solidos (3)	0	0
	Paisaje	Modificación Paisajistica (3) Alteración de los hábitats naturales (2) Pérdida de espacios silvestres y libres (2)	0	0
Socioeconómico		Aporte a Salud (8) Seguridad para empleados (8) Mejoras en la calidad de vida (8) Demanda de mano de obra calificada (8)	0	0
Aspectos legales		Localización del proyecto (1)	0	0
REALIZACIÓN RURAL		Si	Si	Si
REALIZACIÓN URBANA		0	Si	Si

Números: Cantidad de veces en que se repite el impacto durante los procesos de cultivo

ANEXO 5: RELACIÓN COSTO-BENEFICIO CULTIVO TRADICIONAL

Porcentaje de pérdida en lechugas	5%
Lechugas cultivadas	76000
Precio de venta de unidad de lechuga	700

80,000	Plantulas de lechuga
--------	----------------------

Costos Variables Por Cosecha	10,859,570		
Costos Fijos por Cosecha	3,750,000		
Costo Capital Invertido	156,745,000		
Gastos Administrativos Anuales	2,400,000	Gasto por admón cosecha	\$ 480,000.00
Costo Total Anual	232,192,850.00		

Cosecha	Plantulas/Semillas	Valor de cosecha - Precio de lechuga (700)	Utilidad Bruta	Ganancia Cosecha acumulada	Relación Costo-Beneficio
1	80,000	53,200,000	38,110,430	(118,634,570.00)	
2	80,000	53,200,000	38,110,430	(80,524,140)	
3	80,000	53,200,000	38,110,430	(42,413,710)	
4	80,000	53,200,000	38,110,430	(4,303,280)	
5	80,000	53,200,000	38,110,430	33,807,150	
		266,000,000		33,807,150.00	0.87
			ROI	14.56%	

1.15	Recuperación de la inversión (RI)
------	-----------------------------------

ANEXO 6: RELACIÓN COSTO-BENEFICIO CULTIVO HIDROPÓNICO

198,144	Plantulas de lechuga	Porcentaje de pérdida en lechugas	3%
		Lechugas cultivadas	192199
		Precio de venta de unidad de lechuga	750

Costos Variables Por Cosecha	\$ 17,353,456		
Costos Fijos Por Cosecha	\$ 9,725,000		
Costo Capital Invertido	\$ 110,594,200		
Gastos Administrativos anuales	\$ 3,600,000.00	Gasto por admón cosecha	\$ 450,000.00
Costo Total Anual	\$ 330,821,848.00		

Cosecha	Plantulas/Semillas	Valor de cosecha - Precio de lechuga (750)	Utilidad bruta	Ganancia Cosecha acumulada	Relación Costo-Beneficio
1	198,144	144,149,250	116,620,794	6,026,594	
2	198,144	144,149,250	116,620,794	122,647,388	
3	198,144	144,149,250	116,620,794	239,268,182	
4	198,144	144,149,250	116,620,794	355,888,976	
5	198,144	144,149,250	116,620,794	472,509,770	
6	198,144	144,149,250	116,620,794	589,130,564	
7	198,144	144,149,250	116,620,794	705,751,358	
8	198,144	144,149,250	116,620,794	822,372,152	
		1,153,194,000		822,372,152	0.29
			ROI	248.58%	

3.49	Recuperación de la inversión (RI)
------	-----------------------------------

ANEXO 7: RELACIÓN COSTO-BENEFICIO CULTIVO AEROPÓNICO

199,584	Plantulas de lechuga			Porcentaje de pérdida en lechugas			3%
				Lechugas cultivadas			193596.48
				Precio de venta de unidad de lechuga			800
	Costos Variables Por Cosecha	\$ 17,865,936.00					
	Costos Fijos Por Cosecha	\$ 9,500,000.00					
	Gastos Administrativos Anuales	\$ 3,600,000.00		Gastos admón por cosecha	\$ 300,000.00		
	Costo Capital Invertido	\$ 198,163,400.00					
	Costo Total Anual	\$ 530,154,632.00					

Cosecha	Plantulas/Semillas	Valor de cosecha - Precio de lechuga (800)	Utilidad Bruta	Ganancia Cosecha Acumulada	Relación Costo-Beneficio
1	199,584	154,877,184	127,211,248	(70,952,152)	
2	199,584	154,877,184	127,211,248	56,259,096	
3	199,584	154,877,184	127,211,248	183,470,344	
4	199,584	154,877,184	127,211,248	310,681,592	
5	199,584	154,877,184	127,211,248	437,892,840	
6	199,584	154,877,184	127,211,248	565,104,088	
7	199,584	154,877,184	127,211,248	692,315,336	
8	199,584	154,877,184	127,211,248	819,526,584	
9	199,584	154,877,184	127,211,248	946,737,832	
10	199,584	154,877,184	127,211,248	1,073,949,080	
11	199,584	154,877,184	127,211,248	1,201,160,328	
12	199,584	154,877,184	127,211,248	1,328,371,576	
		1,858,526,208		1,328,371,576	0.29
			ROI	250.56%	

3.51	Recuperación de la inversión (RI)
-------------	--

ANEXO 8: SÍNTESIS RELACIÓN COSTO-BENEFICIO

Cultivo	Plantulas	Cosechas	Costos	Gastos administrativos anuales	*Valor cosecha	*Utilidad bruta	Ganancia cosecha	C-B	RI	ROI
Tradicional	80000 % dto: 76000	5	V \$10.859.570 F \$3.750.000 C \$156.745.000 TA \$232.192.850	\$ 2,400,000.00	\$ 53,200,000	\$ 38,110,430.00	1. (\$118.634.570) 5. \$33.807.150	0.87	1.15	14.56%
Hidropónico	198144 % dto: 192199	8	V \$17.853.456 F \$9.725.000 C \$110.594.200 TA \$330.821.848	\$ 3,600,000.00	\$ 192,199,680	\$ 116,620,794.00	1. \$16.526.594 8. \$822.372.152	0.29	3.49	248.58%
Aeropónico	199584 % dto: 193596	12	V \$17.865.936 F \$9.500.000 C \$198.163.400 TA \$530.154.632	\$ 3,600,000.00	\$ 232,315,776	\$ 127,211,248.00	1. \$(70.952.152) 12. \$1.328.371.576	0.29	3.51	250.56%

*Se produce este valor por todas las cosechas al año.