



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**Facultad de Estudios Superiores Iztacala**

**Tesis**

**Diseño e implementación de un Sistema  
Agroecológico en la Sierra de Tepetzotlán,  
Estado de México.**

**Elaboró: Sindy Hernández Aquino**

**Asesora: Marisela Soriano Sarabia**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# 1. INTRODUCCIÓN

## Un planeta en crisis: ambiental, social y alimentaria.

*El derecho a la alimentación es un derecho humano fundamental base de la dignidad del ser humano que los Estados deben respetar, proteger y garantizar.*

Actualmente nos enfrentamos al mayor desafío de la humanidad: asegurar el desarrollo humano y la soberanía alimentaria para todos los habitantes del planeta, sin comprometer los recursos de la Madre Naturaleza para las generaciones presentes y futuras.

La reducción de la pobreza y la seguridad alimentaria son metas elusivas para cerca de un billón de personas en el planeta. Las altas tasas de hambruna, la inequidad en la distribución de ingresos, tierra, agua y la degradación ambiental son problemas persistentes y crecientes a nivel global.

El Marco Estratégico para la FAO 2000-2015 señala: “Lograr la seguridad alimentaria para todos, y asegurar que las personas tengan acceso regular a alimentos de buena calidad que les permitan una vida activa y saludable, es la esencia de las actividades de la FAO”. En 1996, en la Declaración de Roma sobre Seguridad Alimentaria Mundial, los líderes de los distintos países se comprometieron a reducir la cifra de personas desnutridas hasta 583 millones a finales de 2008. Pero actualmente son más de 963 millones de personas desnutridas, muy a pesar de los billones de dólares invertidos en “ayuda”, “desarrollo” y “avances tecnológicos”, la situación que actualmente vivimos no ha mejorado, de hecho empeora.

El modelo capitalista neoliberal imperante, con su creciente costo ambiental por el abuso de la energía fósil, el paulatino deterioro del clima y del entorno natural global, son factores clave que socavan poco a poco la capacidad de la humanidad para alimentarse.

La actual crisis alimentaria, que se abrió en 2008 y que aún no se ha cerrado, muy posiblemente será recordada en el futuro como la crisis que cambió la historia. Y no sólo pensando en lo que está ocurriendo en el mundo árabe (recordemos que uno de los detonantes de lo ocurrido en Túnez y otros países del Mediterráneo ha sido precisamente el encarecimiento de los alimentos), sino en el sentido de que o bien la humanidad en su conjunto revisa sus pautas de consumo (incluyendo la alimentación) o la situación irá tomando tintes aún más dramáticos.

De hecho, la seguridad alimentaria mundial es el eslabón débil en la cadena que entrelaza las crisis ambiental y económica que afectan al planeta, como se hizo evidente con la “tormenta perfecta” en el 2008, que provocó un alarmante aumento en el costo de los alimentos y envió en sólo un año a 75 millones de personas a la línea de pobreza extrema, siendo África subsahariana y Asia las regiones más afectadas. Curiosamente ese año no hubo sequía (la causa más común del hambre en esas regiones), pero no había suficiente comida en los mercados. De hecho en 2008 se alcanzaron cosechas récords en cereales. Así, las comercializadoras de granos (Cargill, ADM, etc.) y las corporaciones proveedoras de insumos y semillas, como Monsanto, lograron enormes ganancias. Por ninguna razón obvia el precio de los alimentos básicos como el maíz y el arroz casi se duplicó en pocos meses. Hubo disturbios por alimentos en más de 20 países y los gobiernos tuvieron que prohibir las exportaciones de alimentos y se vieron en la necesidad de subsidiar alimentos básicos. Actualmente, hay 33 países al filo de la inestabilidad social por la carencia y el precio de los alimentos (Altieri y Nicholls, 2011).

Una parte del problema está relacionado con la desregulación de los productos básicos en los mercados internacionales, la privatización y/o eliminación de los mercados de cereales en algunos países y, recientemente, la entrada de capital especulativo en el mercado de las materias primas. Los mismos bancos, fondos bursátiles y agentes financieros especuladores de los mercados monetarios mundiales que provocaron la crisis hipotecaria de 2007, desataron en parte la inflación de los precios de alimentos (Kaufman, 2010).

Los precios de los alimentos siguen aumentando más allá de los niveles alcanzados en el 2008. Ahora están aumentando hasta 10% al año, y algunos predicen que es posible que aumenten al menos un 40% en la próxima década (Rosset, 2009). Cada vez que aumentan estos precios, un número significativo de campesinos son expulsados del mercado debido al bajo precio que reciben por sus productos y al alto costo de los insumos, principalmente fertilizantes. Mientras tanto, el costo de los alimentos para los consumidores aumenta, independientemente de los precios del trigo, maíz o arroz en los mercados mundiales. De esta manera, los tratados encaminados a desregular los mercados, favoreciendo la privatización y el libre comercio han afectado negativamente tanto a los campesinos, como a los consumidores (Vidal, 2011). Esta situación se agrava con el desmantelamiento sistemático de la capacidad de producción nacional en muchos países, entre ellos México, reemplazada por la promoción nacional para la agroexportación y la producción de biocombustibles, estimulados con enormes subsidios gubernamentales. En el fondo la “nueva crisis” es sólo una nueva cara de la “misma vieja crisis rural” que se deriva del control casi total del sistema alimentario global por parte del capital transnacional, ayudado por las políticas neoliberales impulsadas en la mayoría de los países en vías de desarrollo (Rosset, 2009).

Por otro lado, una de las principales causas del incremento del precio de los alimentos, es el abandono de la agricultura de pequeña y mediana escala en los países en desarrollo como México. La reducción de inversión pública en agricultura en los países en desarrollo ha sido imparable en los últimos 30 años. El Informe de Desarrollo del Banco Mundial de 2008 indica que la inversión pública en agricultura en los países cuyas economías se basan fundamentalmente en este sector no alcanza el 4% del total del gasto. Esta cifra se aleja mucho del 10% que invertían en 1980 aquellos países que, comparativamente, han logrado mejores niveles de desarrollo (Banco Mundial WDR, 2008). La consecuencia inmediata de tal abandono es el dramático incremento de la dependencia de los países en desarrollo de los mercados internacionales alimentarios y por lo tanto, de su mayor vulnerabilidad a la fluctuación de los precios internacionales.

Asimismo, es importante mencionar que el hambre en el mundo no es más que la verdadera cara del cambio climático, ya que los impactos de las sequías e inundaciones sobre la agricultura se agudizan más con las políticas neoliberales y la especulación de las materias primas en Wall Street. Mientras el alimento se distribuya vía los mercados neoliberales, la barrera para acceder a ellos no es la cantidad que circula, sino la pobreza de más de un billón de personas que no les permite acceder a éstos.

Aunado a lo anterior la creciente expansión de los monocultivos agroindustriales y biocombustibles ejerce una presión alta sobre los ecosistemas naturales cada vez más degradados, socavando la capacidad de la naturaleza para suplir las demandas de la humanidad en cuanto a alimentos, fibras y energía. La tragedia es que la población humana depende de los servicios ambientales de la Madre Naturaleza, que la agricultura industrial continuamente empuja más allá de sus límites.

Además dedicar extensiones cada vez más grandes de tierra para el cultivo de los biocombustibles, se traduce en alimentar más vehículos y no a más personas, amenazando gravemente la soberanía alimentaria de los países en vías de desarrollo, ya que la producción de biocombustibles no sólo desplaza tierras para la producción de alimentos, también daña directamente a los consumidores con el aumento de los precios de éstos.

El problema de seguir con el sistema agroindustrial capitalista (dada la tendencia de algunas compañías a poner énfasis en “paquetes” de semilla/producto químico) es que los agricultores automáticamente se hacen dependientes de los agroquímicos, perdiendo su autonomía, y por ende sus sistemas de producción resultan gobernados por instituciones distantes sobre las que las comunidades rurales tienen poco control. Además este modelo agroindustrial es dependiente del uso de agroquímicos y maquinaria obtenidos a partir de la síntesis de combustibles fósiles mismos que se han transformado en la mayor fuerza antrópica modificante de la biosfera, convirtiendo así a este sistema de producción de alimentos en una de las principales causas del ecocidio que actualmente sufre la Madre Naturaleza.

El modelo agroindustrial neoliberal no funciona para producir los alimentos necesarios para una población en rápido crecimiento con los problemas ambientales y sociales mencionados anteriormente. Siendo el desafío inmediato para nuestra generación transformar la agricultura industrial en una agricultura sostenible no dependiente del petróleo. Sólo desafiando el control que las empresas multinacionales ejercen sobre el sistema alimentario y el modelo agroexportador que auspician los gobiernos neoliberales, en favor de la producción agroecológica por parte de pequeños agricultores, se podrá detener la espiral de pobreza, hambre, migración rural y degradación ambiental en el planeta.

En conclusión, nos dirigimos hacia una sociedad de individualidades insolidarias, incultas pero muy instruidas y preparadas de una manera casi imparable para que consumamos lo que nos sirvan unas empresas que ya dominan el mercado. Realmente lo que existe es una crisis de ideas, no una crisis económica. Sin embargo, la crisis actual puede lograr que despertemos a tiempo y nos unamos al mundo rural. Es nuestro deber, como investigadores, como humanos, dinamizar el mundo rural. Tenemos que creer en nosotros mismos para poder cambiar de modelo.

## **Seguridad alimentaria en México.**

*Un pueblo que no logra producir sus alimentos es un pueblo esclavo.*

El concepto de soberanía alimentaria está íntimamente ligado a la soberanía nacional, reivindica el papel del Estado y de los pueblos de un país a definir sus propias políticas alimentarias y garantizar así que toda su población tenga alimentos en cantidad suficiente y en calidad adecuada. Esta propuesta incorpora el derecho humano a la alimentación y posiciona al productor del alimento y al consumidor final como los elementos centrales de la cadena agroalimentaria, frente a los eslabones relacionados con el comercio y la distribución; prioriza los mercados nacionales y a los productores locales frente a la producción para exportación y la importación de alimentos subvencionados (Vía Campesina, 2011).

Es importante entender también el concepto de soberanía alimentaria como el derecho de cada uno de nosotros a elegir lo que queremos o no comer. Es una responsabilidad social y ambiental preguntarnos cada día que nos sentamos a la mesa cómo se producen los alimentos y negarnos a comer productos que utilicen venenos.

En México, la seguridad alimentaria se ha convertido en un asunto de seguridad nacional debido a la política económica de orden global que ha provocado desequilibrios internos, tanto en el ámbito rural como urbano. Actualmente las zonas rurales que antes producían para autoconsumo son las más expuestas a la inseguridad alimentaria, debido a que la mayor parte de su producción se canaliza al mercado para satisfacer otras necesidades, lo cual no se logra por el intercambio desfavorable de precios. En nuestro país, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), con información del INEGI, genera información sobre la pobreza en México, considerando factores como:

- ingreso
- rezago educativo
- acceso a servicios de salud
- acceso a la seguridad social
- calidad y espacios de la vivienda
- servicios básicos en la vivienda
- acceso a la alimentación
- grado de cohesión social

Así pues, en México la pobreza se divide en tres categorías:

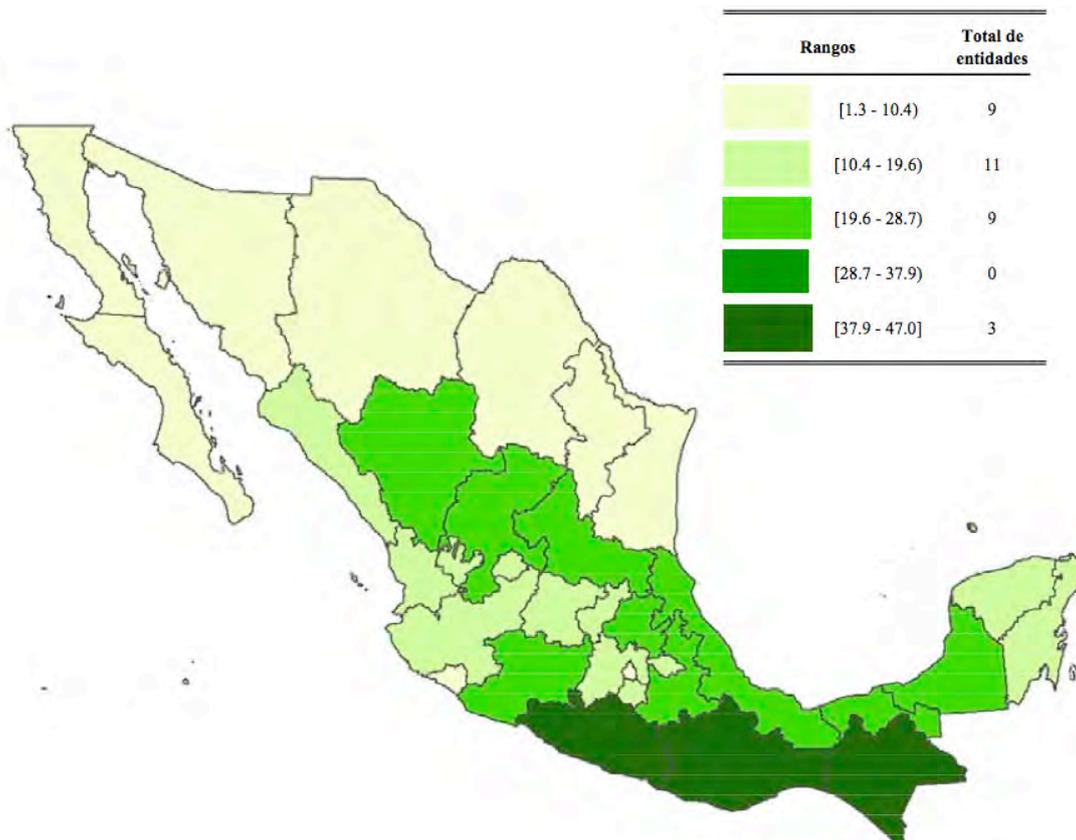
1. Pobreza de patrimonio.
2. Pobreza de capacidades.
3. Pobreza alimentaria.

La pobreza alimentaria es la más lacerante de las expresiones de la pobreza, misma que se manifiesta en la incapacidad de las personas para acceder a alimentos de forma oportuna y permanente con criterios de cantidad, calidad, inocuidad, diversidad y acordes a su cultura.

Para la FAO, la inseguridad alimentaria se da cuando las personas carecen de acceso a una cantidad suficiente de alimentos inocuos y nutritivos, y por tanto no están consumiendo lo suficiente para desarrollar una vida activa y sana. Puede deberse a la falta de disponibilidad de alimentos, al insuficiente poder adquisitivo, o a un uso inadecuado de los mismos a nivel familiar.

Según cifras oficiales en México, la pobreza alimentaria disminuyó desde 1996 (34.7 millones de personas) hasta 2006 (14.4 millones de personas), repuntando de 2006 hasta 2008 (23.8 millones de personas). El CONEVAL, en su medición de 2010, señala que entre 2008 y 2010, el número de personas con carencia por acceso a la alimentación aumento de 23.8 millones de personas (21.7 por ciento) a 28.0 millones de personas (24.9 por ciento). De esta cifra se desagrega que, 15.8 millones de personas viven inseguridad alimentaria moderada (14.08 por ciento) y 12.2 millones de personas pobreza alimentaria severa (10.85 por ciento).

De acuerdo a los Mapas de Pobreza en México elaborados por el CONEVAL la entidad con mayor incidencia de pobreza alimentaria es el estado de Chiapas, dado que 47.0 por ciento de su población se encuentra en esta situación. Le siguen los estados de Guerrero con 42.0 por ciento, Oaxaca con 38.1, Tabasco con 28.5 y Veracruz con 28.0 (Ver Mapa 1). Por el contrario, los estados con menor incidencia de pobreza alimentaria son Baja California con 1.3 por ciento, Nuevo León con 3.6, Baja California Sur con 4.7, Distrito Federal con 5.4 y los estados de Coahuila y Chihuahua con 8.6 por ciento (CONEVAL, 2007).



Mapa 1. Estimaciones del CONEVAL del porcentaje de la población en situación de pobreza alimentaria a nivel estatal, 2005, con base en el II Censo de Población y Vivienda 2005 y la ENIGH 2005, (CONEVAL, 2007).

La mayor incidencia de pobreza en ingresos se concentra en los municipios de los estados del Sur y Sureste del país. También se observa que los municipios con mayor pobreza, sobre todo pobreza alimentaria, están localizados en zonas montañosas y de difícil acceso. Ahí se encuentra la mayor pobreza del país, sin embargo el costo de llevar la ayuda también es elevado. Las políticas públicas deberán fortalecer los esfuerzos dirigidos a resolver los problemas generados por la dispersión geográfica de la población con mayores carencias del país y fomentar su integración al desarrollo social (CONEVAL, 2007).

Aunado a lo anterior, en México se presenta una subnutrición infantil y mortalidad de menores que remiten a la escasa inversión agrícola del país (PIB agrícola 4.1 por ciento), y a la sustancial factura de las importaciones agrícolas: 22 950 millones de dólares (FAO, 2011).

México ha adoptado un sistema alimentario basado en el uso intensivo de insumos agroindustriales. Consecuentemente, el consumo de combustibles y agroquímicos ha aumentado exponencialmente en las últimas décadas, favoreciendo únicamente a los monopolios agroindustriales. El subsidio a una agricultura de exportación basada en la adopción completa del modelo de desarrollo agrícola de los países industrializados, sin previa investigación en campo, reforzado por estilos de vida consumistas en la población mexicana (entre ellos el consumo alimentario) esta reforzando las tendencias hacia una agricultura más ineficiente económica, energética y ambientalmente (Masera y Astier, 1996). Este panorama refleja el fracaso de la política económica neoliberal adoptada en México, así como las limitaciones que presenta una política social asistencialista focalizada, con recursos limitados, que no puede sostenerse en el tiempo y que tampoco resuelve los problemas estructurales de la nación.

## Agroecología

### *La agroecología es soberana.*

La agroecología provee las bases científicas y metodológicas para poner en marcha la capacidad nacional de producir alimentos por medio de la agricultura campesina y familiar. Dadas las limitaciones energéticas, climáticas y económicas, la agroecología se perfila como la opción más viable para generar sistemas agrícolas capaces de producir alimentos en cantidad y calidad adecuadas para el ser humano, sin depender de agroquímicos derivados del petróleo, garantizando la soberanía alimentaria, sin comprometer los recursos de la Madre Naturaleza para las generaciones presentes y futuras. Además, la agroecología proporciona los principios para alcanzar la soberanía alimentaria, tecnológica y energética dentro de un contexto de resiliencia (ver Figura 1).



Figura1. Metas de la Agroecología.

A partir del uso de los servicios ambientales derivados de los agroecosistemas biodiversificados y el manejo de los recursos disponibles a escala local, los campesinos también son capaces de producir sin insumos externos, logrando así una soberanía tecnológica. La aplicación de tales tecnologías autóctonas permite la producción de cultivos y animales para satisfacer las demandas del hogar y la comunidad, es decir, la soberanía alimentaria. La soberanía energética es el derecho de personas, cooperativas o comunidades rurales, a tener acceso a la energía suficiente dentro de los límites ecológicos. El origen de esta energía está en fuentes locales y sostenibles tales como la biomasa vegetal derivada de la producción rural, sin que implique renunciar a los cultivos alimentarios.

En conclusión, la agroecología es diversificada, resiliente al cambio climático, eficiente energéticamente y compone una base fundamental de toda estrategia de soberanía alimentaria, energética y tecnológica, aparentemente diferentes, pero en realidad fuertemente relacionadas entre sí (Altieri, 2010 y Perfecto, et al., 2009).

Las principales reformas se deben hacer en las políticas, instituciones y programas de investigación y desarrollo para garantizar que estas alternativas agroecológicas sean transferidas de forma masiva, equitativa y accesible, de modo que sus beneficios apunten hacia la seguridad alimentaria. Hay que reconocer que una limitación importante para la difusión de la agroecología es que los poderosos intereses económicos e institucionales continúan respaldando la investigación y el desarrollo agroindustrial, mientras que la investigación y el desarrollo de la agroecología y los enfoques sostenibles han sido ignorados o incluso condenados al olvido en la mayoría de los países.

A modo de ejemplo: En la década de los cincuenta, agrónomos estadounidenses arribaron a México financiados por la Fundación Rockefeller para impulsar la Revolución Verde, supuestamente, para modernizar la agricultura campesina elevando la producción de maíz con variedades mejoradas y fertilizantes químicos; en aquél entonces las milpas de los chinamperos de Xochimilco alcanzaban rendimientos de hasta 6.5 t/ha de maíz, lo que significa que se producía el suficiente alimento para alimentar a 20 personas. En contraste los rendimientos de maíz en EUA eran sólo de 2.5t/ha (Sanders, 1957).

Los altos niveles de productividad que caracterizan a las chinampas son el resultado de varios factores. Primero, la cosecha es casi continua, en general se producen 3 a 4 cosechas cada año. Uno de los mecanismos principales por los cuales esta intensidad se mantiene son los semilleros, en los cuales germinan plantas jóvenes antes de que se cosechen los cultivos más viejos. En segundo lugar, el chinampero mantiene un alto nivel de fertilidad del suelo a pesar de la cosecha continua de cultivos, al proveer a las chinampas con altas cantidades de fertilizantes orgánicos.

Los lagos en sí mismos sirven como un reservorio gigante para captura de nutrientes. Las plantas acuáticas funcionan como concentradores de nutrientes, absorbiendo nutrientes que se encuentran en baja concentración en el agua y que almacenan en sus tejidos. El uso de estas plantas junto con los canales de fango y agua fangosa (para el riego) asegura una fuente adecuada de nutrientes siempre disponible para los cultivos en crecimiento. Tercero, el agua abunda para el crecimiento de los cultivos. La estrechez de las chinampas es una característica del diseño que asegura que el agua de los canales infiltre la chinampa, dando lugar a una zona de humedad al alcance de las raíces de los cultivos. Cuarto, hay especial cuidado a cada planta en la chinampa. Tal agricultura cuidadosa facilita altos rendimientos (López, 1988).

Sin embargo la tecnología agroindustrial estadounidense fue adoptada en las chinampas, sin previa investigación de campo, debido como es bien sabido a la corrupción imperante en nuestro país e intereses de particulares. Las consecuencias de la introducción de cambios repentinos en los sistemas agrícolas tradicionales suelen provocar alteraciones ecológicas imprevisibles ante las cuales suelen seguir sucesivos errores que poco a poco van degradando el medio hasta hacerlo muchas veces improductivos, como en el caso de las Chinampas de Xochimilco.

La vuelta a los conocimientos tradicionales puede proveer algunas alternativas positivas. Los sistemas agrícolas tradicionales contienen información acerca de la evolución del medio ambiente y los organismos que lo integran. Su manutención y continuidad representa la defensa de un legado cultural de valor incalculable y la única posibilidad para el grupo social que lo ha generado, ya que representa su esencia (Lopez, 1988). En conclusión, con el avance de la investigación, las prácticas agrícolas campesinas, consideradas anteriormente primitivas o erradas, se reconocen ahora como sofisticadas y apropiadas. En general, los agricultores tradicionales han satisfecho los requerimientos ambientales de sus sistemas agrícolas concentrándose en unas pocas propiedades y procesos, resultando en una miríada de sistemas agrícolas que poseen las siguientes características estructurales y funcionales comunes:

- Combinan un gran número de especies y diversidad estructural en el tiempo y en el espacio, mediante la organización tanto horizontal como vertical de los cultivos.
- Explotan una variedad de microambientes, que difieren en suelos, temperatura, altitud, pendiente, fertilidad, etc., en un campo o en una región.
- Mantienen ciclos cerrados de materiales y desechos a través de prácticas efectivas de reciclado.
- Cuentan con una complejidad de interdependencias ecológicas, resultando en cierto grado de supresión biológica de las plagas.
- Cuentan con recursos locales, más energía humana y animal, usando pocos o nulos insumos externos.
- Cuentan con variedades locales de cultivos e incorporan el uso de plantas y animales silvestres. La producción es generalmente para el consumo local.

Aunado a lo anterior, observaciones durante las dos últimas décadas del desempeño agrícola de fincas tradicionales después de eventos climáticos extremos han revelado que la resiliencia a los desastres climáticos está íntimamente relacionada con los niveles de biodiversidad de las mismas (Altieri, 2008). El desafío ahora es cómo movilizar rápidamente este conocimiento de modo que pueda ser aplicado en la restauración de áreas ya afectadas o para preparar áreas rurales que se predice serán golpeadas por el cambio climático. Para que esta transferencia horizontal ocurra rápidamente, se debe involucrar a agricultores directamente a través de redes agricultor a agricultor bien organizadas. El foco debe estar en la consolidación de la investigación local y el desarrollo de capacidades para resolver problemas. Organizar a las personas alrededor de proyectos para promover la resiliencia agrícola al cambio climático debe hacer un uso eficaz de las habilidades y conocimientos tradicionales, ya que esto proporciona una plataforma para un mayor aprendizaje y niveles de organización local, mejorando así las posibilidades de empoderamiento de la comunidad y estrategias de desarrollo autosuficientes frente a la variabilidad climática.

Avanzar hacia una agricultura socialmente justa, económicamente viable y ambientalmente sana será el resultado de la acción coordinada de movimientos sociales emergentes en el sector rural con organizaciones de la sociedad civil comprometidas apoyando las metas de los movimientos de los agricultores. Además, es importante mencionar que en los países en desarrollo como México, hay un enorme potencial sin explotar para aumentar los rendimientos en la agricultura a pequeña escala, mediante métodos biointensivos basados en principios agroecológicos. Este potencial se podría materializar con la inversión adecuada ayudando a abordar el reto de la producción sostenible a la vez que se logra el desarrollo agrícola para las personas que viven en pobreza.

## 2. Antecedentes

En el Municipio de Tepetzotlán no se han desarrollado proyectos agroecológicos, aún se practica una agricultura de temporal, se cultiva principalmente maíz forrajero, avena y alfalfa, en menor medida frijol, calabaza y haba. Este tipo de agricultura es ineficiente económica y ambientalmente auspiciada por la política asistencialista por parte de la Secretaría de Fomento Agropecuario del Municipio de Tepetzotlán. Debido al énfasis de promover entre los campesinos paquetes tecnológicos producto de la Revolución Verde (semilla-producto-maquinaria), erosionando el suelo con el consecuente abandono de sus parcelas, que posteriormente se convierten en zonas habitacionales con los respectivos problemas socioambientales que lleva la urbanización no planificada.

Flores realizó el diagnóstico ambiental del Parque Ecológico “Arcos de Sitio” en 2009, en este estudio concluye que las actividades generadoras de mayor deterioro ambiental son la generación de residuos, la extracción de flora y fauna silvestre, la extracción de materiales pétreos y los asentamientos humanos irregulares. Además registró las siguientes especies, mismas que se encuentran bajo protección de la NOM-059-ECOL-2001: *Lampornis viridipalens*, *Heliothrix barrioti*, *Accipiter striatus*, *A. cooperi*, *A. gentiles*, *Buteo jamaicensis*, *Phrynosoma orbiculare* y *Sciurus griseus*.

Robledo (2007) realizó el diagnóstico de la Mina el Cascabel Sección I perteneciente al Municipio de Tepetzotlán, en el cual reporta un total de 82 especies de flora, agrupadas en 15 familias dentro de las que destacan Compositae (31), Leguminosae (9), Gramineae (8), Fabaceae (7) y Euphorbiaceae (5). Para el listado faunístico se identificaron cinco especies de anfibios, nueve de reptiles, quince de aves y cuatro de mamíferos. Se detectaron nueve actividades que impactan la zona: la explotación minera de materiales de construcción (roca, grava, arena); movimientos vehiculares, creación de caminos de acceso, utilización de maquinaria, actividades recreativas, reforestación, agricultura, sobrepastoreo y la extracción de leña.

### 3. Justificación

En México se ha adoptado un sistema alimentario basado en el uso intensivo de insumos agroindustriales. Consecuentemente, el consumo de combustibles y agroquímicos ha aumentado exponencialmente en las últimas décadas, favoreciendo únicamente a los monopolios agroindustriales.

El subsidio a una agricultura de exportación basada en la adopción completa del modelo de desarrollo agrícola de los países industrializados, sin previa investigación en campo, reforzado por estilos de vida consumistas en la población mexicana (entre ellos el consumo alimentario) esta reforzando las tendencias hacia una agricultura más ineficiente económica, energética y ambientalmente (Masera y Astier, 1996). Este panorama refleja el fracaso de la política económica neoliberal adoptada en México, así como las limitaciones que presenta una política social asistencialista focalizada, con recursos limitados, que no puede sostenerse en el tiempo y que tampoco resuelve los problemas estructurales de la nación.

Tepetzotlán es un municipio semirural en intensa urbanización que está siendo absorbido por la megalópolis de México, siempre en expansión. Desde 1950 su población ha aumentado de 10,703 personas a 68,374 en 2005 (INEGI, 2005). Según el PNUD en 2005, en Tepetzotlán, el Índice de Desarrollo Humano (IDH) fue de 0.8479, ligeramente arriba del estatal de 0.8371. La CONAPO, en 2005 calculó un Índice de Marginación de -1.478 (muy bajo) para el municipio. En resumen esta región se encuentra entre el desarrollo urbano insostenible y el rezago y marginalidad rural de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM). Tepetzotlán está conformado por 30 comunidades y 8 barrios en su cabecera. Si estadísticamente se excluyen los 8 barrios y se contemplan sólo las 30 comunidades del municipio, el índice de viviendas sin agua entubada es 50.29% y viviendas sin drenaje 28.14%, el analfabetismo superaría el 13%, la población de 15 años o más con educación básica incompleta sería de 52.76%, la población sin derecho a servicios de salud sería de 66.22%, las viviendas con piso de tierra 17.1% (CONEVAL,2010).

En el Municipio de Tepetzotlán el agua que proviene de uno de los mantos freáticos más ricos de la ZMCM se ha utilizado de manera irracional y las corrientes se han contaminado con intensidad (UNESCO, 2006), debido principalmente al uso irracional de fertilizantes sintéticos nitrogenados, la mala disposición de residuos sólidos incluyendo la ubicación y manejo dentro del mismo basurero Municipal, la descarga de aguas residuales que se vierten a lo largo del Río Hondo de Tepetzotlán, la implementación de fosas sépticas y en el peor de los casos la defecación al aire libre (Hernández-Aquino, 2010).

Siendo la única solución viable y duradera para eliminar el hambre y reducir la pobreza en México y el mundo lograr la seguridad alimentaria, a través del desarrollo económico local. Es por lo que se propone la creación de huertos y circuitos locales de producción y consumo en Cañada de Cisneros, Tepetzotlán, Estado de México, en donde las familias de agricultores vendan sus productos y compren lo indispensable en poblaciones locales con el mínimo impacto ambiental posible.

## 4. Objetivos

### Objetivo General

Desarrollar e implementar un sistema agroecológico en la Comunidad de Cañada de Cisneros en la Sierra de Tepetzotlán, Estado de México, que sirva como modelo base para la región.

### Objetivos particulares

- Realizar un diagnóstico ambiental del poblado de Cañada de Cisneros.
- Desarrollar e implementar un Módulo Biointensivo de producción de plántula.
- Evaluar el porcentaje de germinación de semillas de polinización abierta dentro del Módulo Biointensivo de producción de plántulas.
- Monitorear y controlar factores ambientales dentro del Módulo Biointensivo durante un ciclo de producción de plántula.
- Realizar camas biointensivas de producción de alimentos.
- Elaborar y aplicar abonos orgánicos fermentados en los cultivos.
- Elaborar y aplicar caldos minerales en los cultivos.
- Evaluar los rendimientos de un ciclo de producción de hortalizas con el método biointensivo.
- Realizar un curso de cultivo biointensivo de hortalizas para la Comunidad de Cañada de Cisneros.

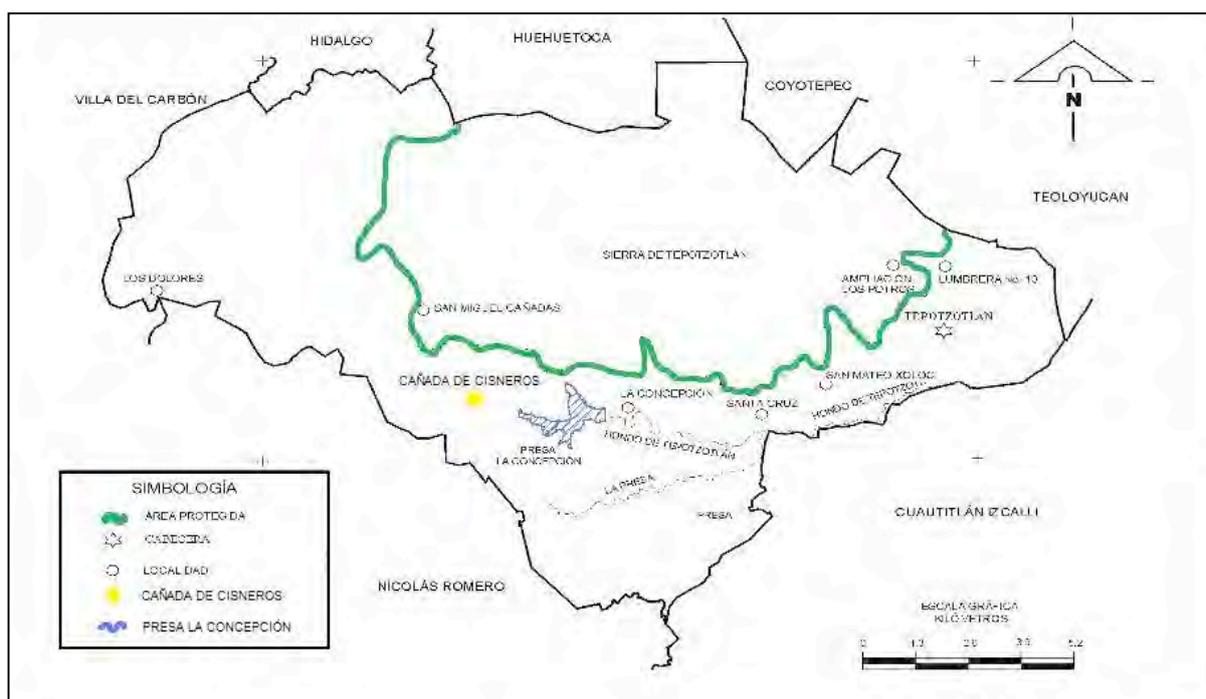
## 5. Caracterización y ubicación del Área de Estudio

### 5.1 Cañada de Cisneros, Tepetzotlán, Estado de México

Cañada de Cisneros se localiza en el Municipio de Tepetzotlán, Estado de México, entre las siguientes coordenadas geográficas:

19° 42' Latitud Norte

99° 20' Longitud Oeste



### Orografía

Es un poblado que como su nombre lo indica se encuentra conformado por cañadas, una hacia el lado oriente, otra hacia el lado poniente y por último una hacia el sur, la cual alimenta al río Hondo. Hacia el norte del poblado se encuentra el Cerro de Tres Cabezas.

Se encuentra a una altitud de 2400 m (INEGI, 2002). Se ubica en la parte sur de la Sierra de Tepetzotlán y colinda con las comunidades de San Miguel Cañadas y San Francisco Magú.

## **Geología**

El suelo en Cañada de Cisneros es de tipo Vertisol, pertenece al periodo Terciario y es de tipo volcánoclastica. Las áreas con arenisca y toba ocupan la mayor superficie en el Municipio y se encuentran al oeste del Municipio e incluyen las zonas de Cañada de Cisneros, Lanzarote, el sur de la presa La Concepción, entre otras. Este material parental arenisca-toba, da origen a los suelos arcillosos conocidos como Vertisoles, que son los predominantes en extensión y productividad agrícola en el Municipio (H. Ayuntamiento de Tepetzotlán, 2009).

## **Hidrología**

Uno de los recursos hidrológicos más importantes del poblado es la presa de la Concepción con capacidad de 12,500,000 m<sup>3</sup> de la cual se derivan los ríos Hondo de Tepetzotlán y el canal de la margen izquierda (Zanja Real). El agua de la presa irriga los suelos de los poblados de Santiago Cuautlalpan, San Mateo Xóloc, Santa Cruz, Tepetzotlán, y parte de Cuautitlán Izcalli.

Otro recurso hídrico de gran importancia en el poblado, es la cadena de manantiales ubicada en la parte baja del poblado, mismos que abastecen a la comunidad.

También es de suma importancia el río Lanzarote, que tiene como origen el manantial del Ahuehuate que se localiza en el ejido de Cañada de Cisneros, en el casco de la Ex-hacienda de San Nicolás Tolentino de Lanzarote.

## **Clima**

De acuerdo con el Cuaderno Estadístico Municipal de Tepetzotlán (INEGI, 2002) en la región se presenta un clima C(w1), es decir templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media y heladas en invierno. La temperatura media es de 16° C, la máxima extrema de 30° C y la mínima extrema de 3.3°C. La precipitación total anual es de 703.2 mm, los vientos dominantes tienen su curso de noreste-oeste.

### **Agricultura y Vegetación**

La vegetación es de tipo pastizal inducido en la mayor parte de la superficie del poblado, matorral xerófilo de montaña en las cañadas y en las zonas aledañas al río se encuentran comunidades de árboles de encino, sauce, aile, tejocote, capulín y fresno, principalmente.

Debido a su orografía es una zona no apta para la agricultura convencional, sin embargo es llevada a cabo la agricultura de temporal, los cultivos son principalmente de maíz y en menor medida de frijol, haba, calabaza, alfalfa y avena.

### **Población**

Cañada de Cisneros tiene una población de 3091 personas según el conteo de población y vivienda 2005 del INEGI y cuenta con 605 viviendas particulares habitadas. El poblado es considerado como una localidad de tipo urbana, ya que cuenta con más de 2500 habitantes. El Pueblo de Cañadas de Cisneros se encuentra conformado por un Centro Histórico Delegacional, cinco barrios: Barrio San Bartolo, Barrio San Vicente, Barrio Santa Rita, Barrio San José, Barrio de la Luz, la Ex-Hacienda Lanzarote.

### **Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán**

El ejido de Cañada de Cisneros se encuentra en la “Sierra de Tepetzotlán”, ésta es un conjunto de montañas inmersas dentro de la dinámica de crecimiento del Valle de México, que a pesar de su cercanía con grandes concentraciones urbanas, guarda una enorme riqueza biológica, siendo muy importante por los servicios ambientales que aporta a la Zona Metropolitana del Valle de México.

### **Parque Recreativo Lanzarote**

Este parque es propiedad de los ejidatarios de Cañada de Cisneros, en el se encuentran un manantial al pie de un Ahuehuate. Actualmente se le quiere dar un enfoque ecoturístico al lugar, razón por la cual fue considerado en esta investigación.

## 5.2 Ubicación de la Parcela Experimental

La parcela experimental se encuentran en el poblado de Cañada de Cisneros, Tepotzotlán, Estado de México, se localiza entre las siguientes coordenadas geográficas:

19° 41' 28" N  
99° 20' 18" O

19° 41' 28" N  
99° 20' 15" O

19° 41' 29" N  
99° 20' 15" O

19° 41' 27" N  
99° 20' 15" O



Figura 2. Parcela experimental (Imagen obtenida de Google Earth, 2012).

## 6. Materiales y Métodos

### 6.1 Diagnóstico Ambiental de Cañada de Cisneros

Se realizó el diagnóstico ambiental del poblado de Cañada de Cisneros con el objetivo de identificar los recursos naturales y la problemática sociambiental presente en el poblado, ya que de ello depende directamente el éxito del diseño del sistema agroecológico.

Se utilizó el Marco DPSIR (Fuerzas Motrices-Presiones-Estado-Impactos-Respuestas), modelo que se basa en la idea de que las actividades humanas impactan el ambiente y que estos impactos ambientales adversos inducen a los humanos a restringir o controlar los factores que afectan alguna fase del sistema.

En este modelo las Fuerzas Motrices de la sociedad llevan a Presiones antropogénicas, que generan un Estado, el cual da lugar a Impactos que a su vez provocan Respuestas. Las Respuestas retroalimentan a cada uno de los otros indicadores, mostrando que la intervención puede ocurrir en cualquier punto del espectro causal (ver Figura 3). Por lo tanto este modelo es un marco que describe holísticamente las interacciones entre la sociedad y el medio ambiente dentro de un sistema (Kristensen, 2004).

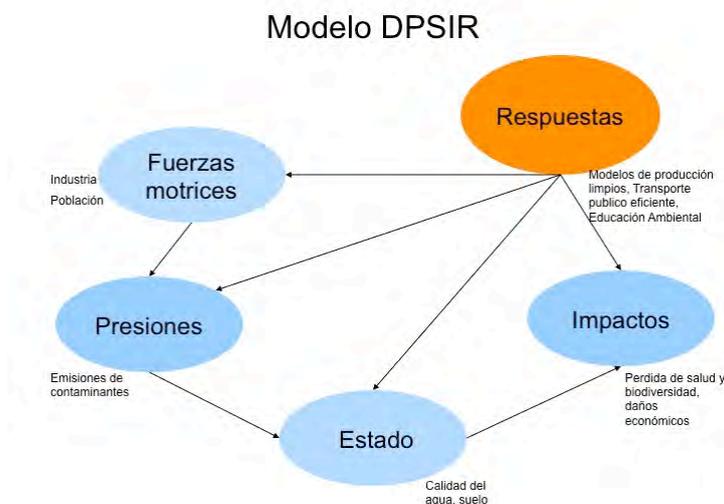


Figura 3. Modelo DPSIR (Tomado de Kristensen, 2004).

## 6.2 Módulo Biointensivo y Obtención de Plántula

El Módulo Biointensivo es una innovación tecnológica que combina el conocimiento tradicional con nuevas prácticas basadas en la agroecología, su objetivo es garantizar la germinación de semillas y por ende la obtención de plántulas de excelente calidad. Entre sus principales características destacan su bajo costo, fácil implementación y operación. De esta manera se puede asegurar la producción de plántula agroecológica de hortalizas en un área reducida, optimizando los recursos al máximo. Además puede implementarse en cualquier parte de México y el mundo realizando las adaptaciones que se requieran para las distintas regiones bioclimáticas. Los componentes del módulo biointensivo son los siguientes:

### **a)Dimensiones**

La superficie necesaria para la instalación del módulo biointensivo fue de 12 metros cuadrados (3.0 x 4.0 m) con una altura máxima de 3.5 metros.

### **b)Estructura**

El módulo biointensivo posee una estructura de madera de pino. No se emplearon estructuras metálicas debido a que representan una mayor huella ecológica para el planeta, además de ser más costosas.

### **c)Pintura impermeabilizante**

La estructura del módulo biointensivo será sometida a un riguroso proceso de recubrimiento con pintura impermeabilizante ecológica, elaborada a base de insumos naturales y reciclados. Este proceso prolongará el tiempo de vida y evitará pudriciones o apolillamiento en la estructura.

### **d)Cubierta**

El módulo biointensivo cuenta con una cubierta con plástico blanco lechoso el cual permite el incremento en el crecimiento de las plántulas debido a su mayor resistencia ante los rayos ultra violeta por sus aditivos, antioxidantes y protectores. Al mismo tiempo, permite que se conserve el calor y humedad adecuados para una correcta germinación.

### **e) Anaqueles multinivel**

El módulo biointensivo optimiza y maximiza la producción de hortalizas por metro cuadrado. Sus anaqueles de 3 niveles cada uno con capacidad para 26 semilleros de 200 cavidades cada uno (5,200 plántulas por nivel) permite producir hasta 15, 600 plántulas.

### **f) Sistema de riego**

El módulo biointensivo cuenta con un sistema de riego por micro aspersion el cual aprovecha al máximo y de forma óptima el recurso agua. Cada micro aspersor realiza el riego en forma de nebulización, evitando que las semillas sean golpeadas en la etapa de germinación; además de mantener la humedad adecuada dentro del módulo y bajar la temperatura en época de calor. Este sistema cuenta con: filtro de paso, válvula de control de presión, manguera PE de 16 mm, nebulizador, "timer" y termo higrómetro digital.

### **g) Sistema de ventilación**

El módulo biointensivo cuenta con ventanas amplias, cubiertas con malla anti áfidos que permiten la ventilación dentro del módulo además de impedir el paso de insectos indeseados.

### **Instalación del Módulo Biointensivo**

Se requirió una superficie plana de 13 metros cuadrados, libre de malezas y piedras, recubierta de una capa de arena y tezontle de 2 cm de espesor cada una, una toma de corriente eléctrica cercana y una fuente de agua limpia. La orientación del módulo biointensivo fue con el acceso hacia el este. La instalación se llevo a cabo en 1 semana (Ver Anexo 1 Archivo Fotográfico).

## **6.3 Obtención de Plántula**

Para la siembra se utilizaron semillas de polinización abierta, éstas son semillas que han sido polinizadas por insectos o el viento, sin intervención humana.

Las variedades que se sembraron fueron las siguientes: arúgula, betabel, brócoli, caléndula, col, coliflor, eneldo, lechuga isleña, lechuga italiana, lechuga tinta, mostaza morada y tomillo provenientes de los siguientes proveedores de semillas: El Vergel, Las Cañadas, Manantial de las Flores, Cosecha Ecológica y Creando Huertos (Ver Anexo 2 Proveedores de Semillas de Polinización Abierta).

La siembra se realizó en charolas germinadoras de 200 cavidades, el sustrato para la germinación consistió en una mezcla de 60% polvo de fibra de coco y 40% de humus de lombriz, por cada cavidad se colocó 1 semilla. Una vez colocadas las semillas en cada una de las cavidades de la charola, se procedió a cubrirlas con una ligera capa de polvo de fibra de coco. Posteriormente se rotularon las charolas con el nombre, variedad de la hortaliza y fecha de siembra y se trasladaron al interior del módulo biointensivo, se ubicaron en el nivel inferior del módulo biointensivo y se activó el riego por nebulización. Se llevó un registro diario de la temperatura y humedad dentro del módulo biointensivo de producción de plántula (Ver Anexo 3 Bitácora de Operación Diaria del Módulo Biointensivo). La siembra se realizó en el período correspondiente al cuarto creciente lunar del mes de enero de 2012.

#### **6.4 Elaboración de Camas Biointensivas y Trasplante**

Se formaron camas de cultivo de 1.2 metros de ancho por 10 metros de largo. Al cabo de 6 semanas, las plántulas lograron el tamaño y madurez adecuados para su trasplante. El trasplante se realizó por la tarde y en las primeras horas del día. Primero se regó el semillero y la cama biointensiva de esta manera las plántulas no sufrieron estrés hídrico al momento del trasplante. En las camas biointensivas se prepararon cepas de 6 centímetros de profundidad por 4 cm de diámetro, en ellas se agregó 1 puño de bocashi y se colocó la plántula dentro de la cepa cuidando de no tocar el cepellón. La distancia entre planta y planta fue de acuerdo a la variedad de hortaliza. Finalmente se hidrató la plántula en forma de un riego muy fino con ayuda de un aspersor.

## 6.5 Abonado y Control de Plagas

Para el abonado y control de plagas se realizaron los siguientes preparados:

### i) Abono Orgánico Fermentado tipo Bocashi.

Para la elaboración del bocashi “Creando Huertos” se utilizaron los siguientes ingredientes:

40 costales de tierra sin piedras ni terrones
40 costales de rastrojo de maíz picado
40 costales de estiércol de borrego fresco
1 costal de ceniza
2 Kg de piloncillo
5 L de pulque
2 barras de levadura
Agua (de acuerdo a la prueba del puño)

Pasos para la elaboración del bocashi:

1. Inóculo: se diluyó el piloncillo en el pulque junto con las barras de levadura.
2. Se mezcló la tierra, el rastrojo, el estiércol, la ceniza y la tierra negra homogéneamente con la ayuda de un biello. Se incorporó el inóculo en la mezcla con la ayuda de una mochila aspersora y se agregó agua de acuerdo a la prueba del puño.
3. La mezcla se dejó en el piso formando una pila cuyas dimensiones fueron las siguientes 1 metro de altura, 1.50 m de ancho y 10 metros de largo en los primeros 3 días y después gradualmente se fue bajando la altura de la pila hasta llegar a 50 centímetros.

4. La temperatura del abono se monitoreo todos los días introduciendo la mano en el mismo, a partir del segundo día de su elaboración. La temperatura se controló volteando o mezclando todo el montón dos veces al día cuando fue necesario (una vez en la mañana y otra en la tarde), lo que permitió darle una mayor aireación y enfriamiento al abono, evitando que la temperatura sobrepasará los 65°C.

5. A los 20 días, el abono orgánico fermentado logró su maduración, siendo su temperatura igual a la temperatura ambiente, su color fue gris claro, quedando seco con un aspecto de polvo arenoso y de consistencia suelta (Ver Anexo 1 Archivo Fotográfico).

#### Aplicación

El bocashi se utilizó para abonar los cultivos de la siguiente forma:

- a) Abonando directamente la plántula, colocando el bocashi dentro de la cepa en el momento del trasplante.
- b) Abonando con bocashi puro a los lados de la plántula. El primer abonado en el campo se realizó a los quince días después del trasplante. El segundo abonado se realizó a los 30 días después del trasplante y finalmente, un tercer abonado a los 45 días después de trasplante. Para cada uno de los casos se utilizaron 50 gramos de bocashi por planta (2 puños).

#### ii) Biofertilizante

Los ingredientes que se utilizaron para la elaboración del biofertilizante fueron los siguientes:

50 Kg de estiércol fresco

2 L de leche de vaca fresca

4 Kg de piloncillo

5 Kg de ceniza de leña

4 Kg de harina de rocas

180 L de agua

### Preparación:

1. En un tambo de 200 litros, se disolvieron 50 kilos de estiércol fresco de vaca y 4 kilos de ceniza en 100 litros de agua y se revolvieron hasta lograr una mezcla homogénea.
2. Después se disolvieron en una cubeta de plástico, 10 litros de agua, 2 litros de leche de vaca, 2 kilos de piloncillo y se agregaron a la mezcla del paso 1 hasta mezclar homogéneamente.
3. Después se completo el volumen total del tambo con agua limpia, hasta 180 litros de su capacidad, se mezcló homogéneamente, se tapó herméticamente y se conectó el sistema de la evacuación de gases con la manguera (válvula).
4. Finalmente se colocó el tambo a reposar en la sombra a temperatura ambiente, protegido del sol y las lluvias.
5. Al cabo de los 30 días de fermentación la mezcla presento un color ámbar brillante translúcido y desprendió un olor a fermentación alcohólica.

### Aplicación

El biofertilizante se aplico de forma foliar en los cultivos aplicándolo de la parte de debajo de las hojas, hacia arriba con ayuda de una bomba de 20 L. Se aplicó semanalmente por las mañanas antes de las 10 am a una concentración del 10%.

### iii) Caldo Bordelés al 1%

Para la elaboración de 100 L de caldo bordelés se utilizaron los siguientes materiales e ingredientes:

100 L de Agua

1Kg de Cal viva

1 Kg de Sulfato de cobre

#### Preparación:

1. Se disolvió el sulfato de cobre en 10 litros de agua en una cubeta de plástico.
2. En un tambo de plástico de capacidad de 100 litros se disolvió la cal viva previamente apagada en 90 litros de agua.
3. Después de tener disueltos los dos ingredientes por separado (la cal y el sulfato) se mezclaron, agregando la mezcla del paso 1 de sulfato de cobre sobre la cal y se mezcló homogéneamente.
4. Se verificó que el pH fuera neutro.

#### Aplicación

Se aplicó en los cultivos a una dilución 1:1 con la ayuda de una mochila agrícola de 20 L por las mañanas 1 vez a la semana.

#### iv) Caldo Sulfocálcico

Los ingredientes y materiales necesarios para la elaboración de 100 litros de caldo sulfocálcico fueron los siguientes:

20 L de Agua

4 Kg Azufre en polvo

2 Kg Cal viva

#### Preparación

Se colocó el agua a hervir en un recipiente metálico y se cuidó de mantener constantemente el volumen de agua. Cuando el agua hirvió, se agregó el azufre y la cal simultáneamente. Se revolvió constantemente la mezcla con una pala de madera durante 1 hora a fuego alto, manteniendo el volumen de agua. El caldo se tornó de color vino. Se dejó reposar 3 horas, posteriormente se filtró y se almacenó en un envase oscuro bien cerrado y etiquetado. Finalmente se agregaron dos cucharadas de aceite comestible para formar un sello protector del caldo evitando así su oxidación.

## Aplicación

La aplicación se realizó de la parte de debajo de las hojas, hacia arriba con ayuda de una mochila aspersora. Se aplicó una vez al mes en los cultivos a una concentración del 5%.

### 6.6 Evaluación del Sistema Agroecológico

- Se evaluó el porcentaje de germinación semillas dentro del módulo intensivo.
- Se evaluó el rendimiento de los cultivos establecidos en las camas biointensivas.
- Se evaluó la incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos.
- Se evaluó el Sistema Agroecológico de acuerdo al Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando indicadores de Sustentabilidad (Masera, *et al.*, 2000).

## 7. Resultados

### 7.1 Diagnóstico Ambiental de Cañada de Cisneros

#### Modelo DPSIR para Cañada de Cisneros

##### Fuerzas motrices

En la comunidad de Cañada de Cisneros se identificaron 9 principales fuerzas motrices susceptibles de generar presión en la comunidad:

- Acelerado crecimiento poblacional 3091 habitantes.
- Bajo nivel educativo entre la población (7.01 % Población de 15 años o más analfabeta y 21.43 % de personas de 15 años o más sin primaria completa).
- Bajo nivel de ingresos.
- Agricultura convencional, con abuso de agroquímicos.
- Pastoreo.
- Urbanización.
- Emigración de la población joven al sector industrial y comercial.
- Turismo.
- Nula inversión en saneamiento de aguas residuales y residuos sólidos.
- Consumismo.

##### Presiones

Las presiones generadoras de impacto detectadas en la comunidad fueron las siguientes:

- Cercanía con la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), parques industriales y bodegas.
- Tala.
- Incendios forestales.

- Extracción de flora y fauna silvestre.
- Introducción de especies exóticas de fauna y flora.
- Descarga de aguas residuales a cuerpos de agua.
- Sobreexplotación de mantos freáticos.
- Generación e incorrecta disposición de residuos sólidos.
- Consumo de artículos de deshecho.
- Uso de agroquímicos en cultivos.

## **Estado**

El estado ambiental en el poblado es el siguiente:

- Construcción no planificada de viviendas, no existe un plan de ordenamiento territorial en Cañada de Cisneros.
- Desmonte.
- Cambio de uso de suelo: de forestal a agrícola para finalmente convertirse a uso urbano.
- Contaminación del río por mala disposición de residuos sólidos y aguas residuales.
- Contaminación de las “Cañadas” con residuos sólidos.
- Presencia de coliformes fecales en el agua.
- Eutrofización de la presa La Concepción.
- Erosión química, física, eólica e hídrica del suelo.
- Contaminación del suelo por el uso de agroquímicos.
- Presencia de especies de flora ruderales.
- Disminución de la cobertura vegetal.
- Mala imagen del poblado.

## **Impactos**

- Pérdida de cobertura forestal.
- Reducción de áreas boscosas.
- Reducción de mantos freáticos.
- Cañadas, arroyos y ríos contaminados, convirtiéndose en un foco de transmisión de enfermedades.
- Desarrollo de fauna nociva.
- Incidencia de enfermedades crónico degenerativas.
- Incidencia de enfermedades gastrointestinales.
- Pérdida de flora y fauna nativa.
- Mayor incidencia de plagas.
- Inducción de pastizal y matorral xerófilo.
- Rápida distribución de especies exóticas.
- Pérdida de agua por infiltración.
- Reducción de la productividad de tierras agrícolas.

Los temas ambientales que se abordaron en el diagnóstico ambiental son los siguientes:

- Agua
- Suelo
- Aire
- Flora
- Fauna
- Residuos Sólidos
- Urbanización

A continuación se presentan los modelos DPSIR de los temas ambientales que se abordaron en el diagnóstico ambiental de Cañada de Cisneros. Para la elaboración de los modelos DPSIR se tomo como base el modelo de Kristensen (2004).

## Modelo DPSIR

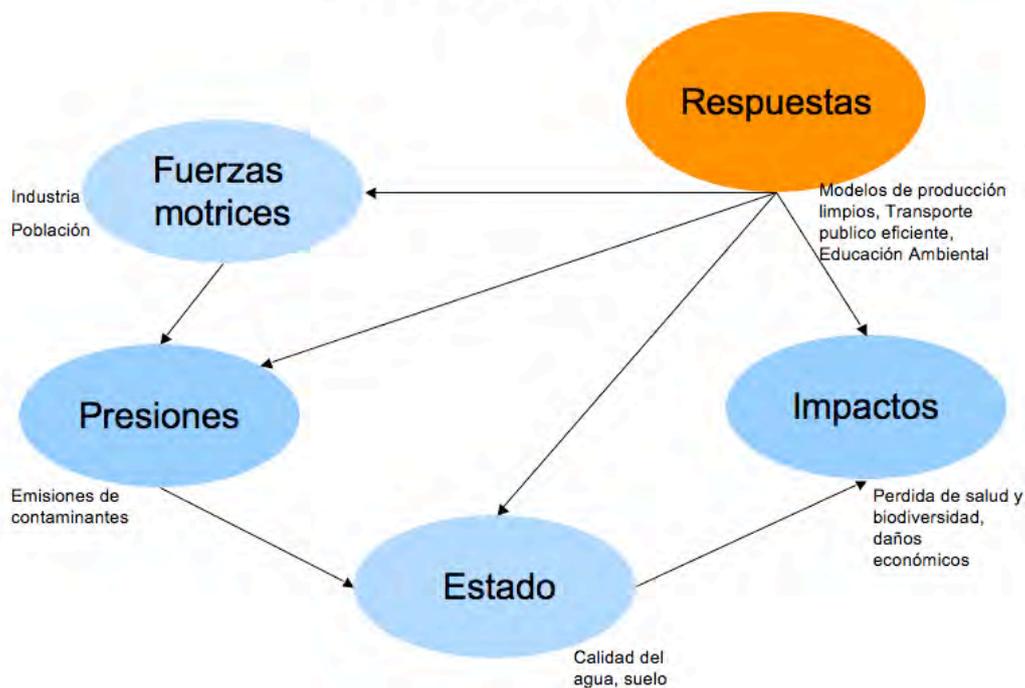


Figura 4. Modelo DPSIR (Kristensen, 2004).

## Modelo DPSIR

### Agua

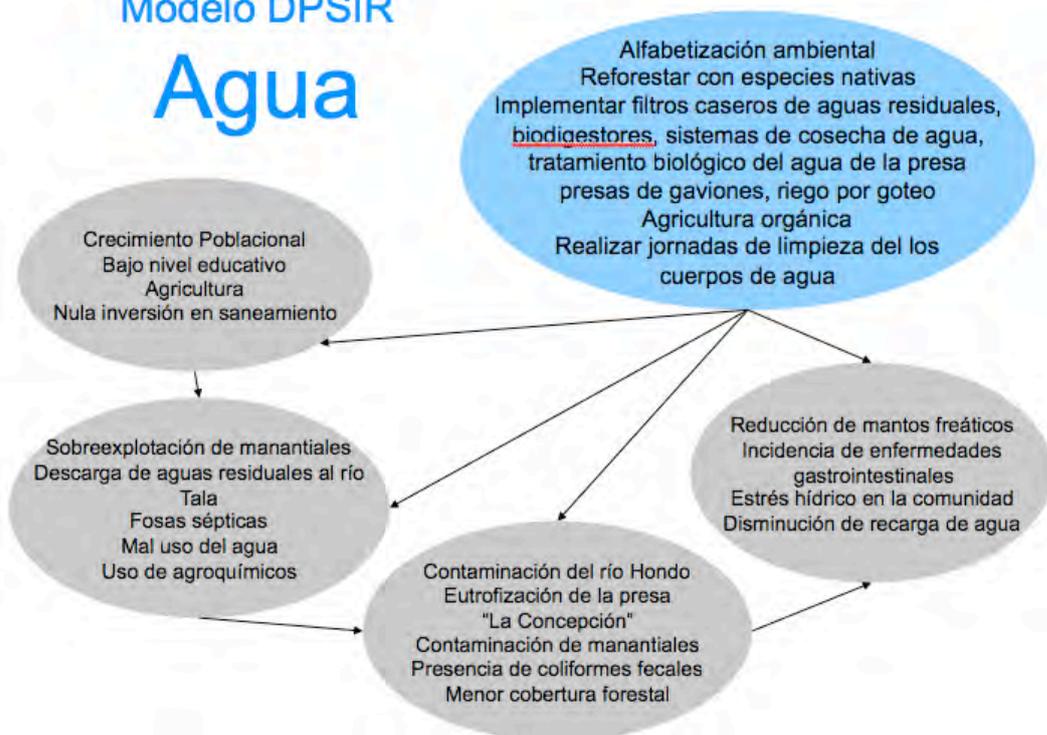


Figura 5. Modelo DPSIR-Agua, Cañada de Cisneros, Tepotzotlán

# Modelo DPSIR Suelo



Figura 6. Modelo DPSIR-Suelo

# Modelo DPSIR Aire

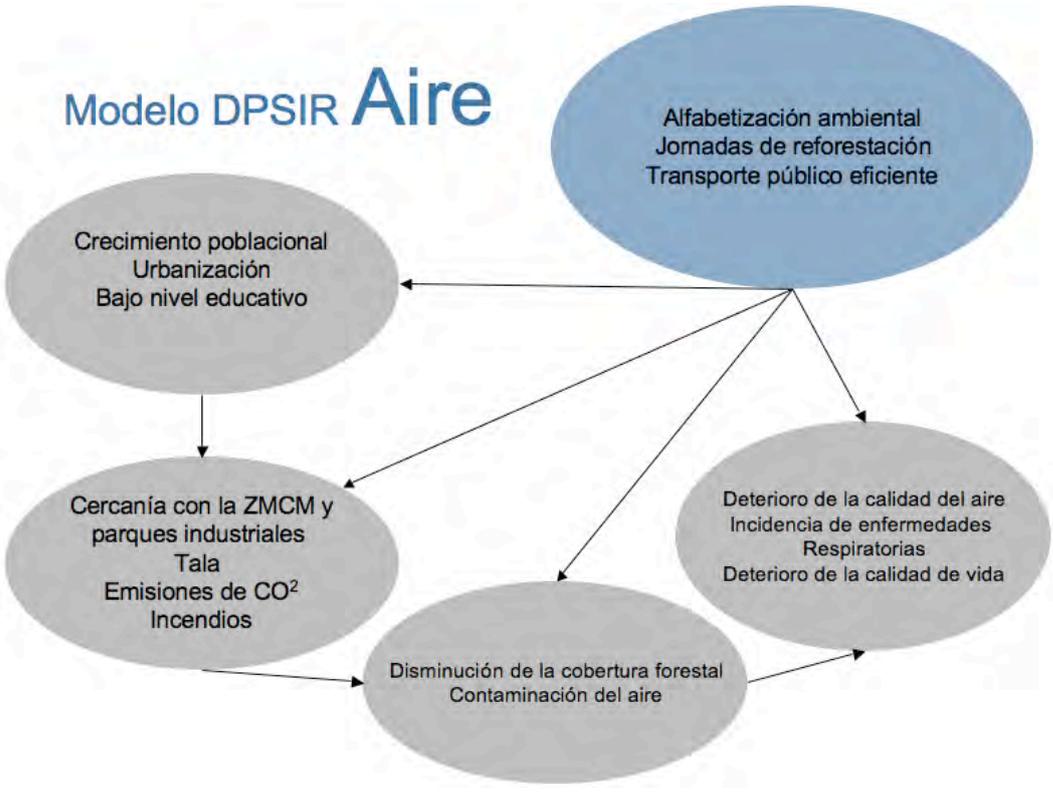


Figura 7. Modelo DPSIR-Aire

## Modelo DPSIR Flora

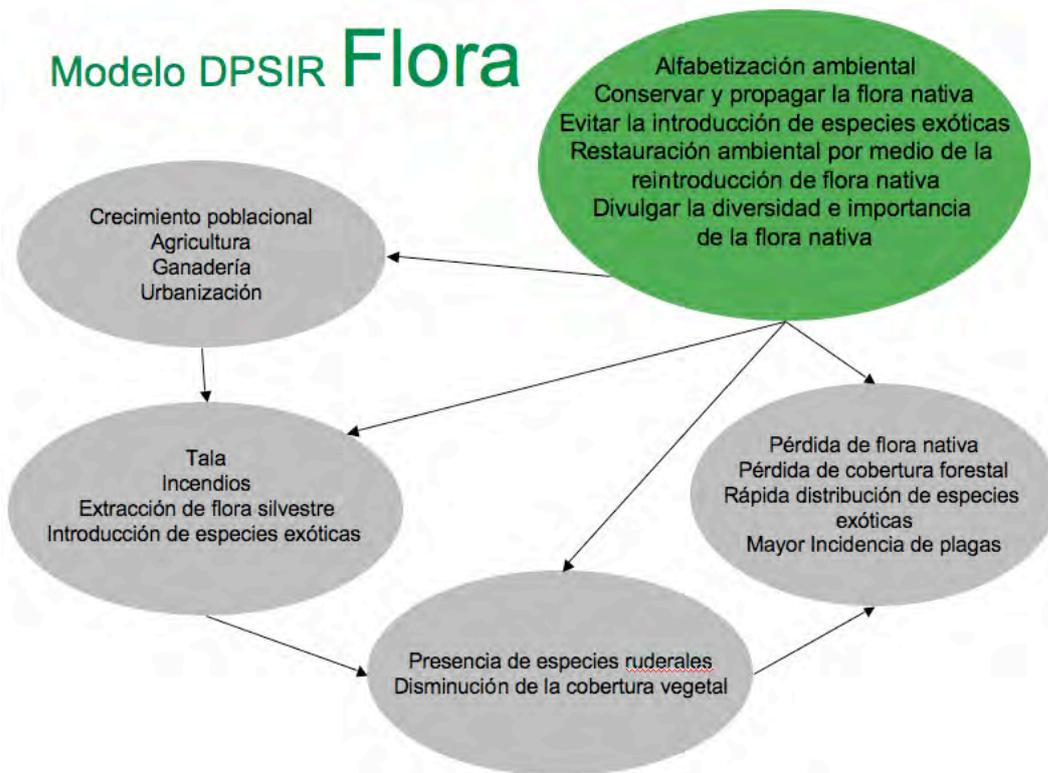


Figura 8. Modelo DPSIR Flora

## Modelo DPSIR Fauna



Figura 9. Modelo DPSIR-Fauna Cañada de Cisneros

## Modelo DPSIR Residuos Sólidos

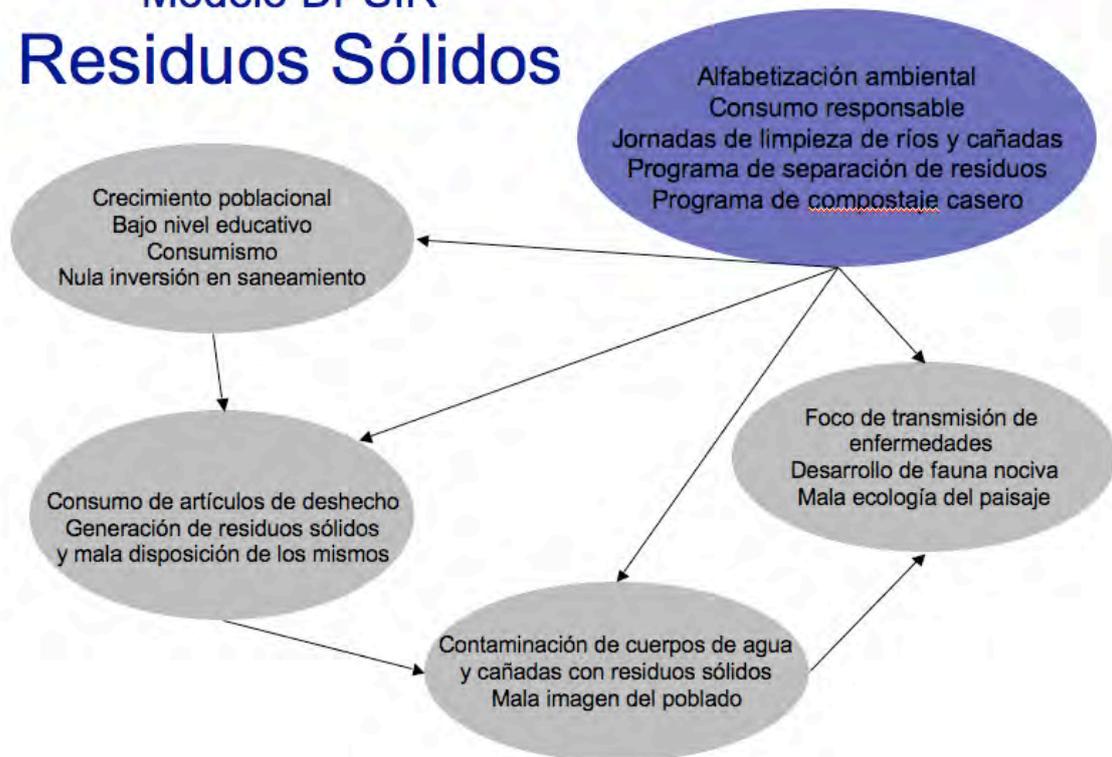


Figura 10. Modelo DPSIR-Residuos sólidos

## Modelo DPSIR Urbanización

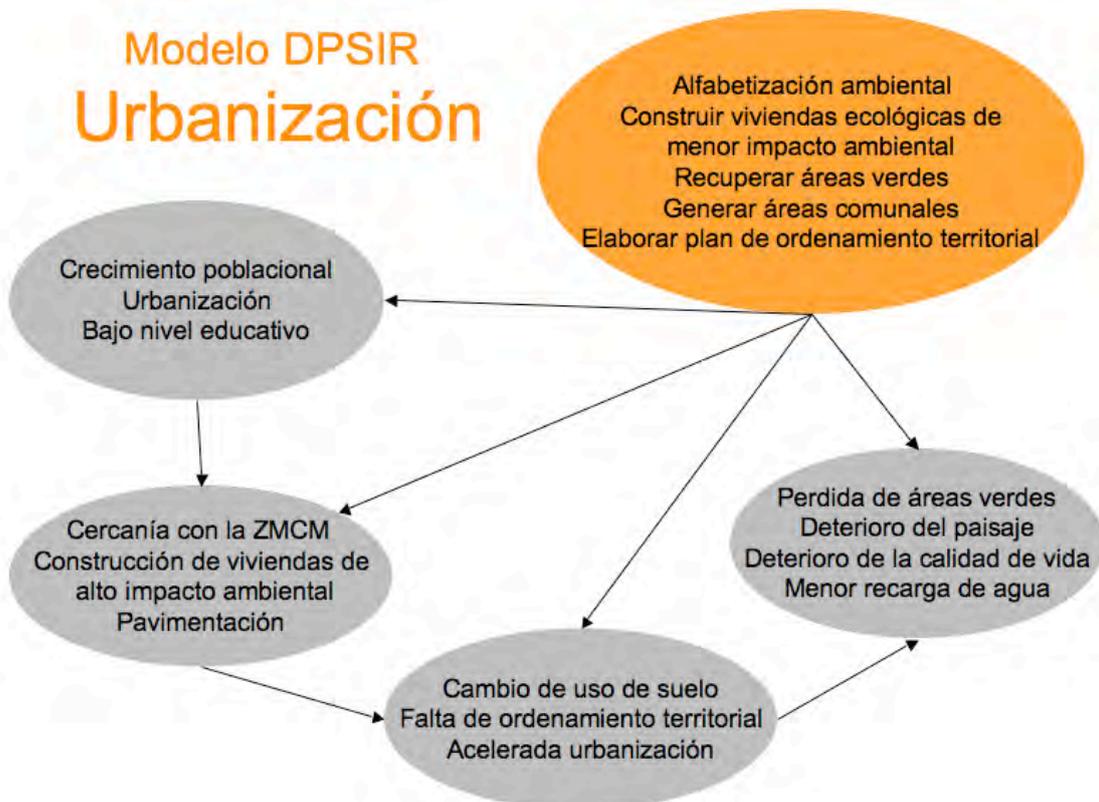


Figura 11. Modelo DPSIR-Residuos sólidos

## 7.2 Módulo Biointensivo

Se realizó el diseño y construcción del Módulo Biointensivo durante el mes de marzo de 2011. La inversión requerida fue de \$ 45,000.00 M.N., por lo tanto la inversión por metro cuadrado fue de \$ 3,515.63. El tiempo de construcción e instalación fue de 4 semanas (Ver Anexo 1 Archivo Fotográfico).

A continuación se presenta el diseño de la vista exterior del módulo biointensivo (ver Figura 12). La superficie del módulo Biointensivo fue de 12 m<sup>2</sup>. En su interior cuenta con 3 anaqueles cada uno con capacidad para albergar 26 charolas germinadoras de 200 cavidades, lo que resulta, en una capacidad de producción de 15,600 plántulas.

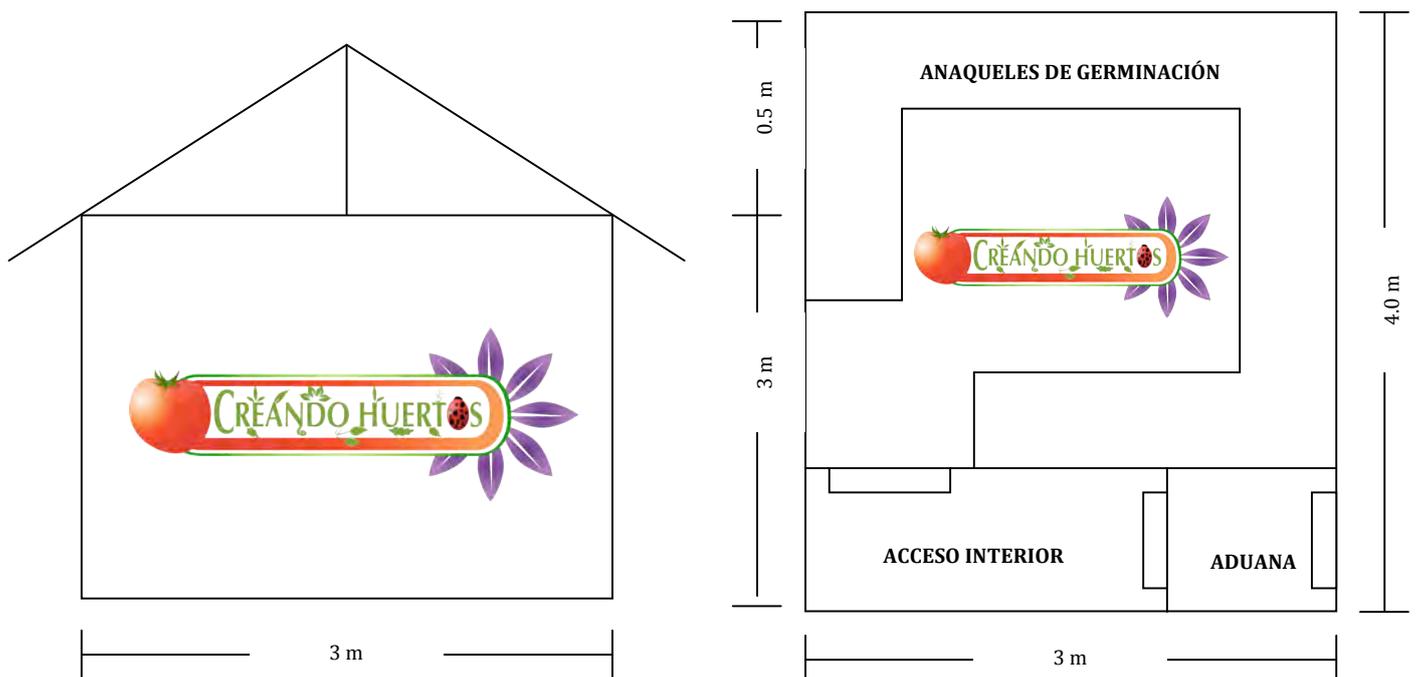


Figura 12. Vista exterior e interior del Módulo Biointensivo.

### 7.3 Producción de Plántula

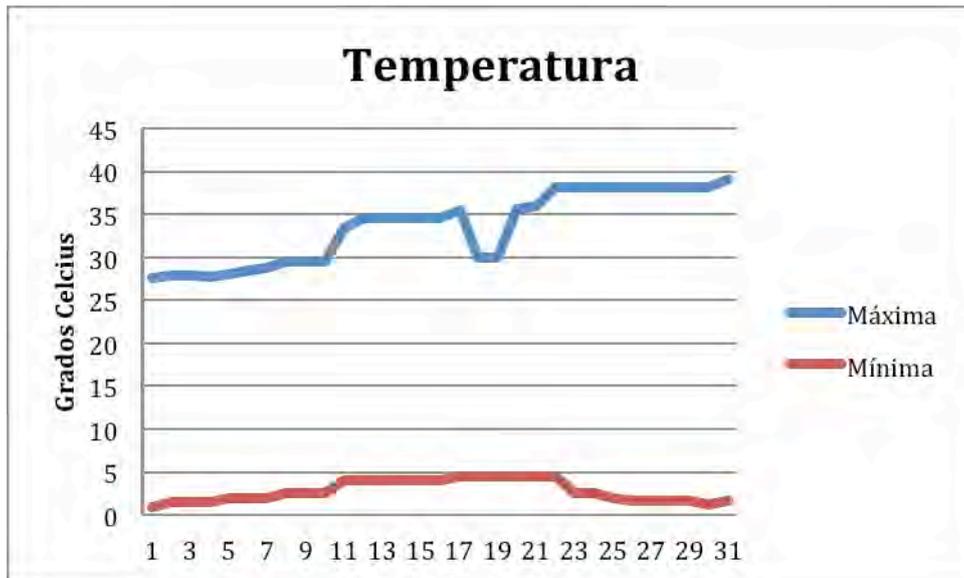
La siembra se llevo a cabo la primer semana del mes de enero de 2012. A continuación se presentan los porcentajes de germinación de semillas.

Porcentaje de Germinación de Semillas				
Hortaliza	Días a la germinación	Total de semillas sembradas	Número de semillas germinadas	Porcentaje de Germinación (%)
<b>Arúgula</b>	6	630	521	82.69
<b>Acelga</b>	7	400	400	100
<b>Brócoli</b>	5	500	382	76.4
<b>Betabel</b>	7	200	160	80
<b>Cebolla Welsh</b>	20	80	71	88.75
<b>Échalote</b>	12	400	360	90
<b>Eneldo</b>	8	330	316	95.75
<b>Lechuga Isleña</b>	7	1000	766	76.6
<b>Lechuga italiana</b>	7	710	611	86.05
<b>Lechuga tinta</b>	7	200	183	91.5
<b>Mostaza Morada</b>	6	360	296	82.22
<b>Total de Plántulas</b>		<b>4,610 Plántulas</b>		

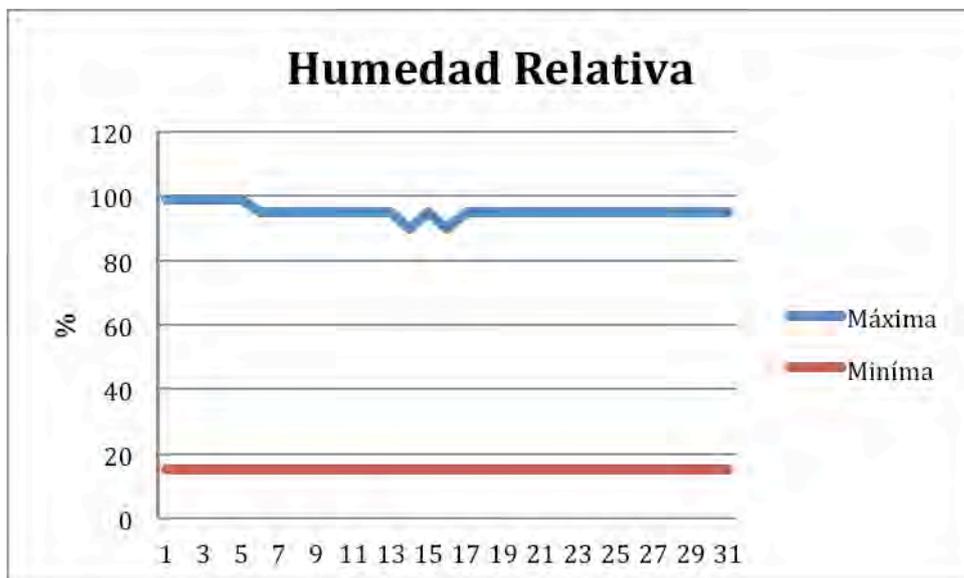
Tabla 1. Porcentaje de germinación de semillas dentro del módulo biointensivo.

### 7.4 Monitoreo de Temperatura y Humedad dentro del Módulo Biointensivo

A continuación se presentan las gráficas correspondientes a la temperatura y humedad relativa observadas durante el período de desarrollo de plántula dentro del Módulo Biointensivo.



Gráfica 1. Temperatura



Gráfica 2. Humedad Relativa

### 7.5 Diseño del Sistema Agroecológico

Dentro de la parcela se delimitaron las siguientes áreas:

1. Módulo Biointensivo (Producción de Plántula).
2. Camas Biointensivas (Desarrollo de Plántula).
3. Área de Cultivo de Forrajes.
4. Área de Elaboración de Compostas (Producción de Suelo).
5. Área de Frutales.
6. Bosque de Galería.
7. Río Hondo de Tepetzotlán.
8. Canal de Riego.



Figura 13. Delimitación del Sistema Agroecológico

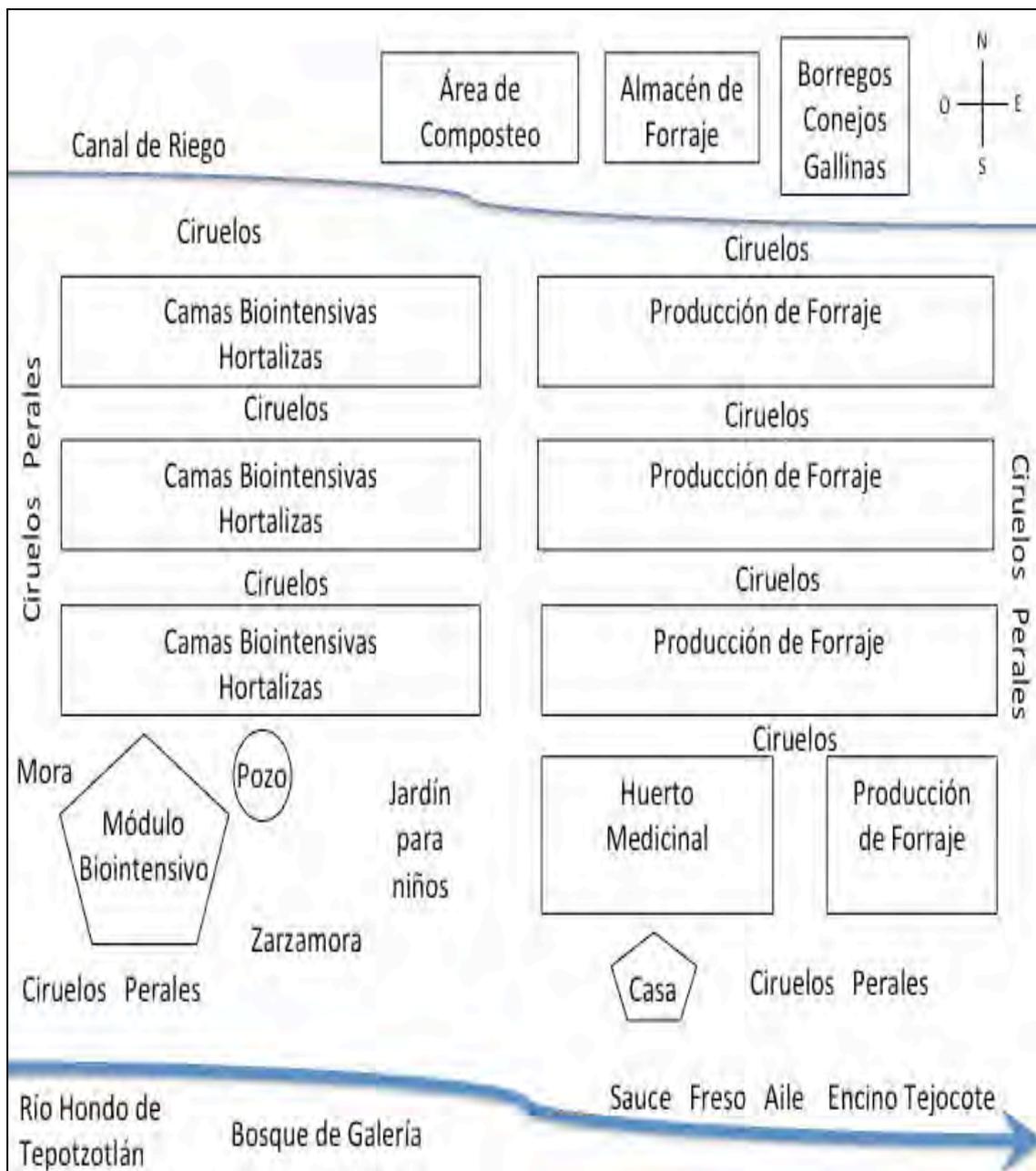


Figura 14. Componentes del Sistema Agroecológico Cañadas.

## 7.6 Diseño y Delimitación de las Camas Biointensivas

Se delimitaron cinco áreas de 400 m<sup>2</sup> cada una para la implementación de camas biointensivas.

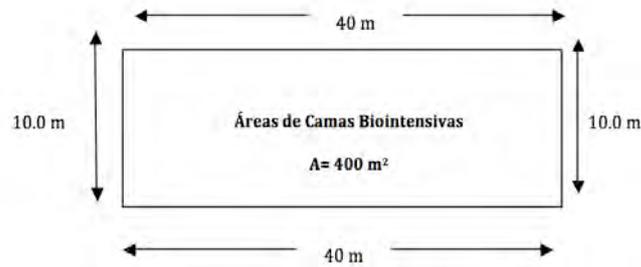


Figura 14. Delimitación de áreas de cultivo

Dentro de cada una de las cinco áreas de cultivo se formaron 12 camas biointensivas de 18 metros de largo por 1 metro de ancho, con una altura aproximada de 30 cm, se dejaron pasillos de 50 cm de ancho entre cada cama biointensiva.

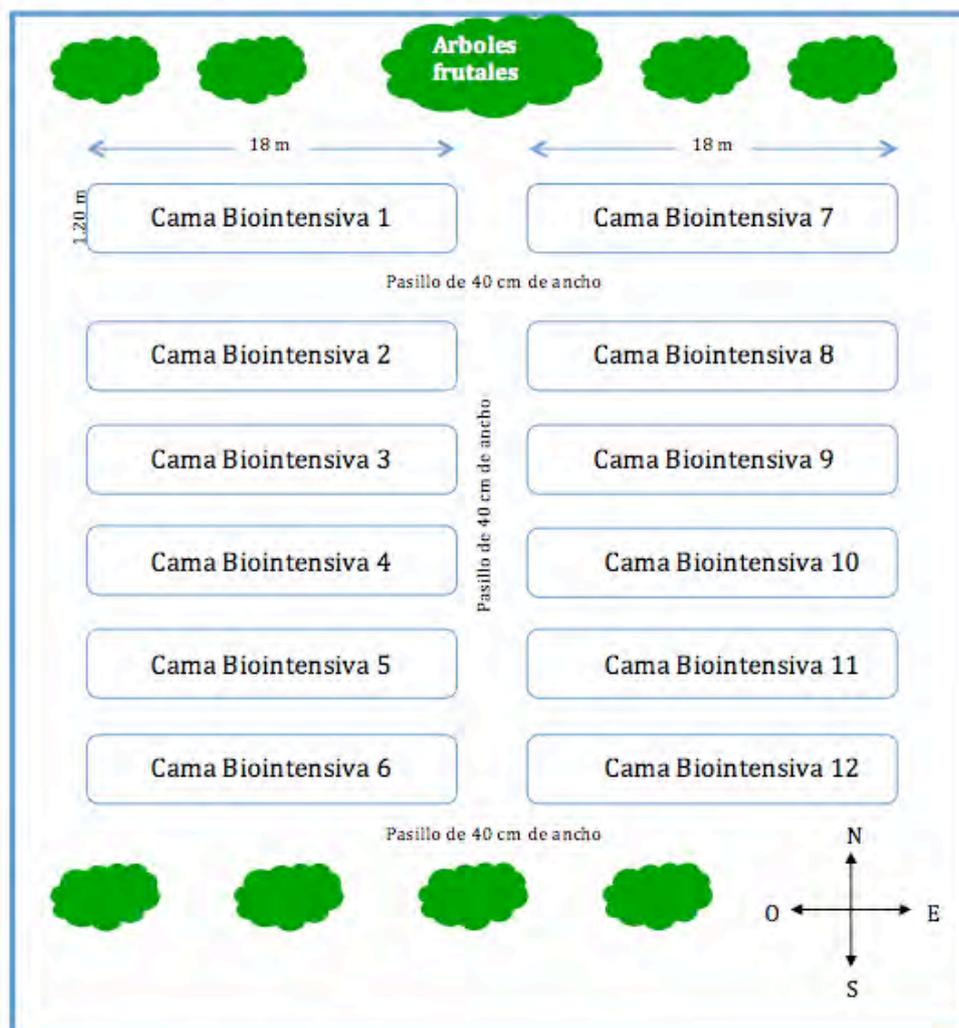


Figura 14. Diseño de las camas biointensivas.

## 7.7 Trasplante

Durante el ciclo de producción de plántula se obtuvieron 4,606 plántulas, mismas que se trasplantaron en las camas biointensivas de la siguiente forma.

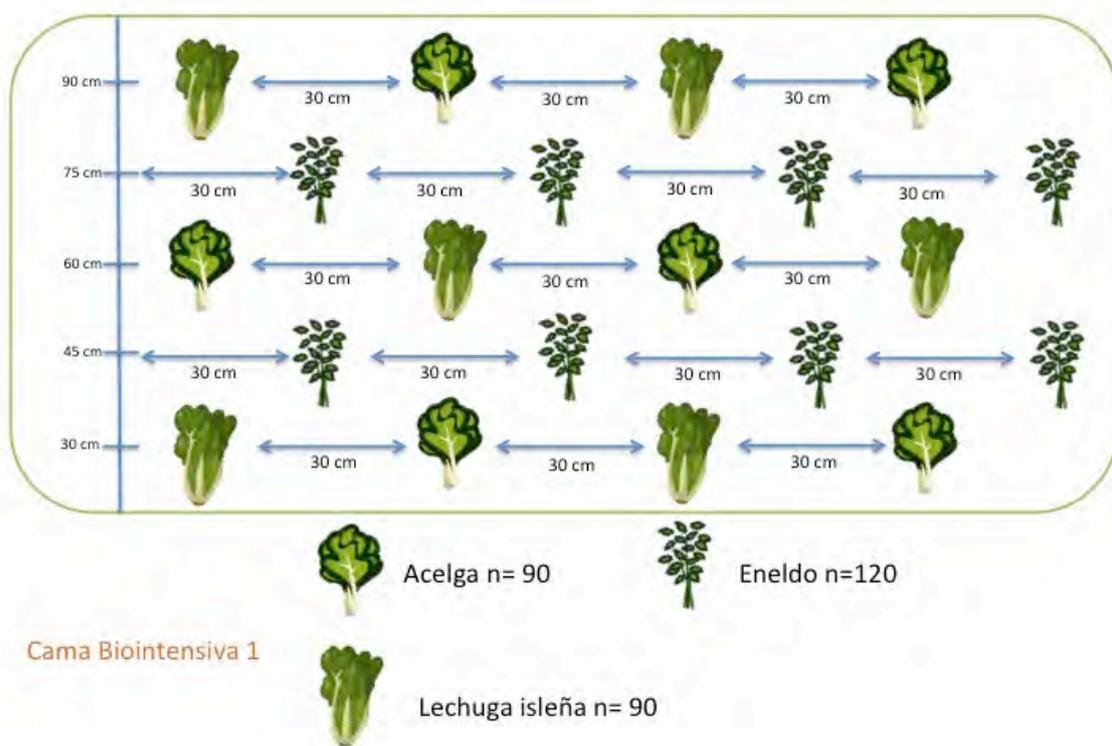


Figura 15. Cama Biointensiva 1

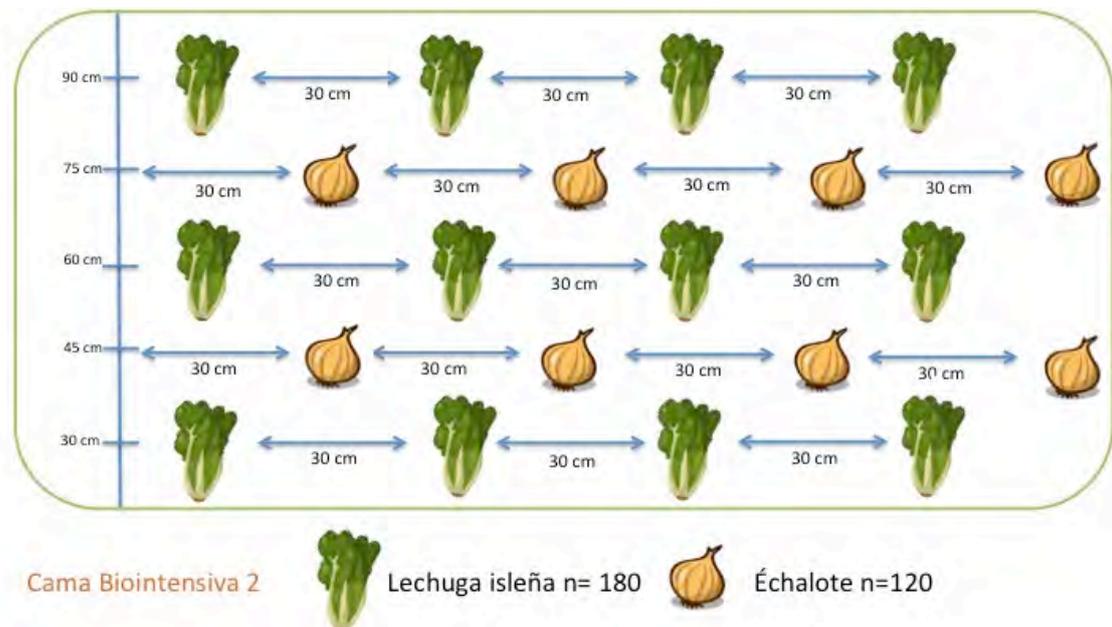


Figura 16. Cama Biointensiva 2

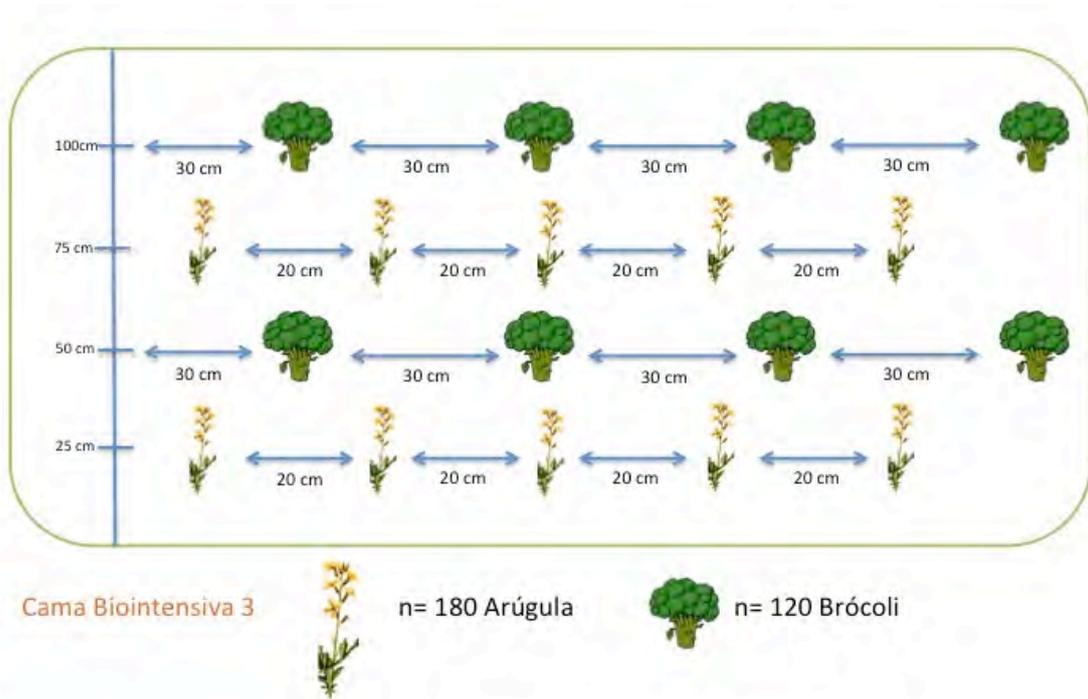


Figura 17. Cama Biointensiva 3

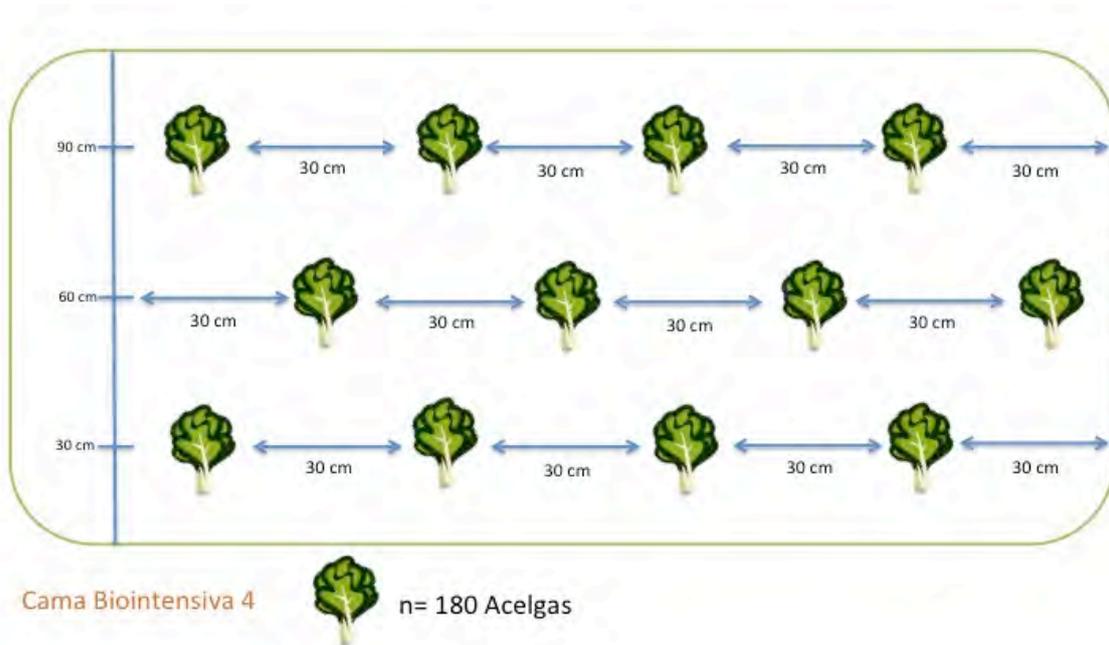
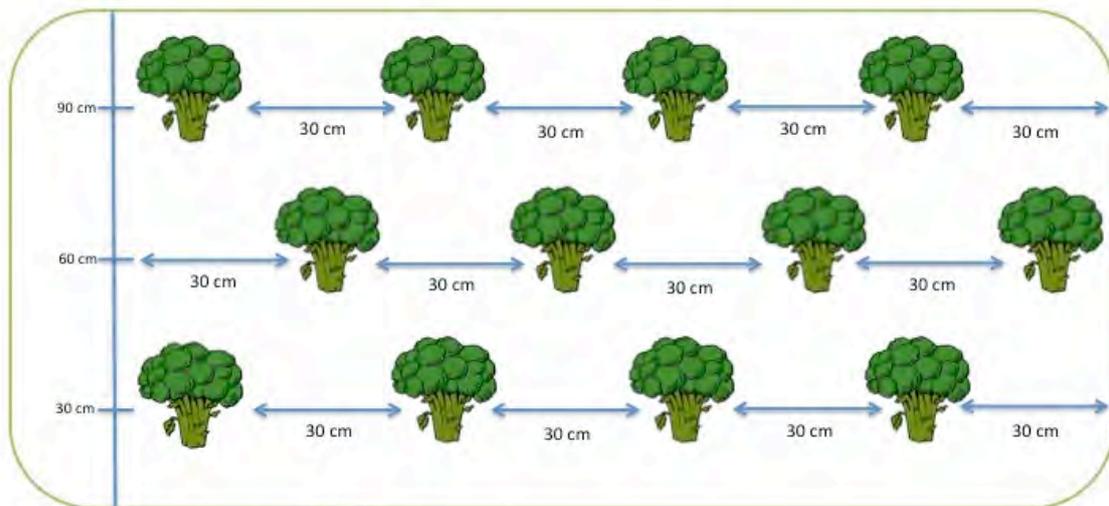
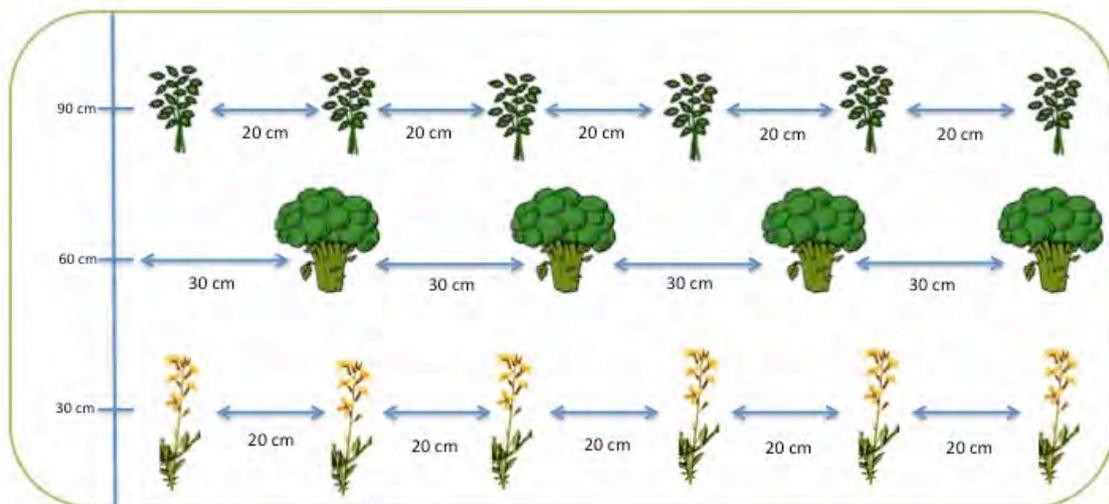


Figura 18. Cama Biointensiva 4



Cama Biointensiva 5  n= 180 Brócoli

Figura 19. Cama Biointensiva 5



Cama Biointensiva 6  n= 60 Brócoli  n= 90 Arugula  n= 90 Eneldo

Figura 20. Cama Biointensiva 6

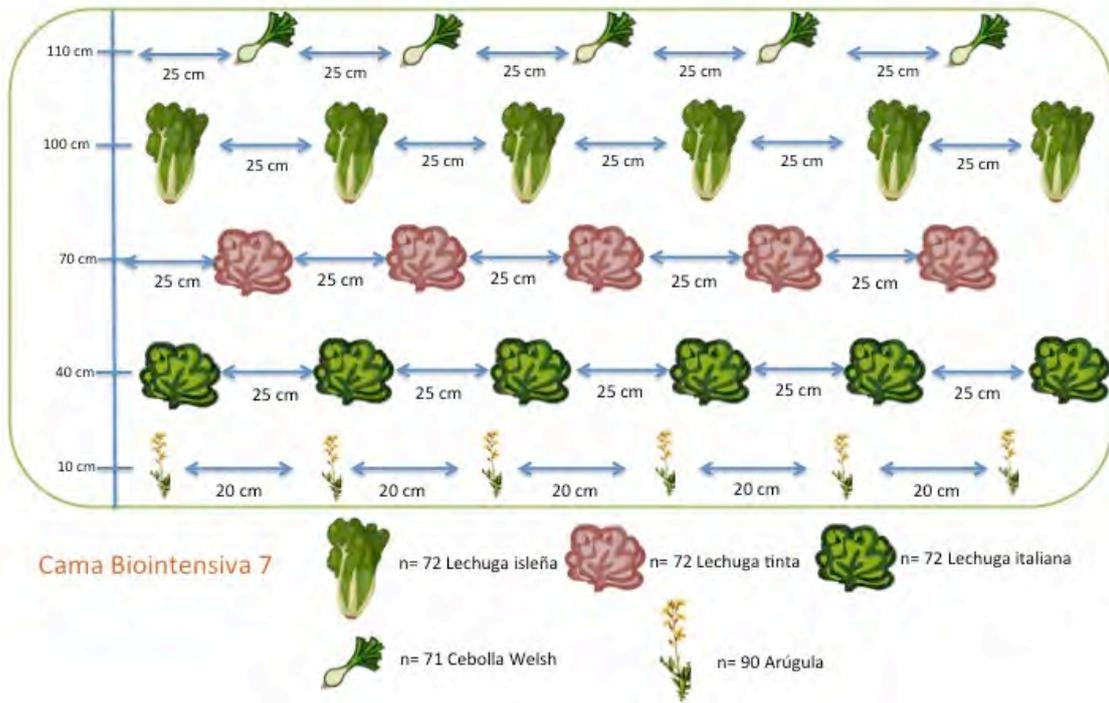


Figura 21. Cama Biointensiva 7

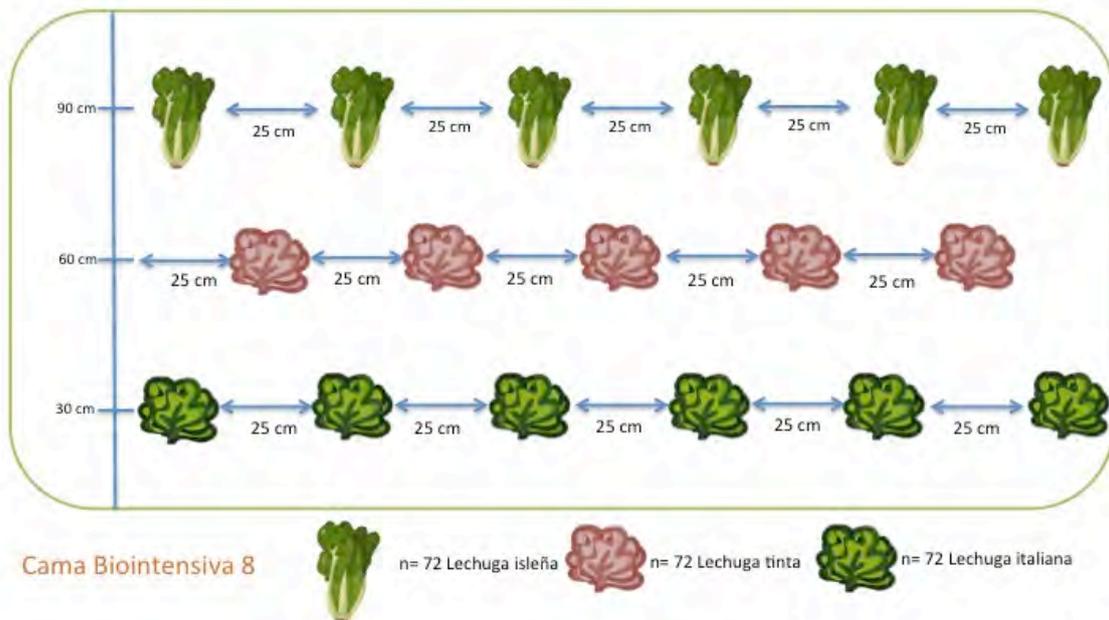


Figura 22. Cama Biointensiva 8

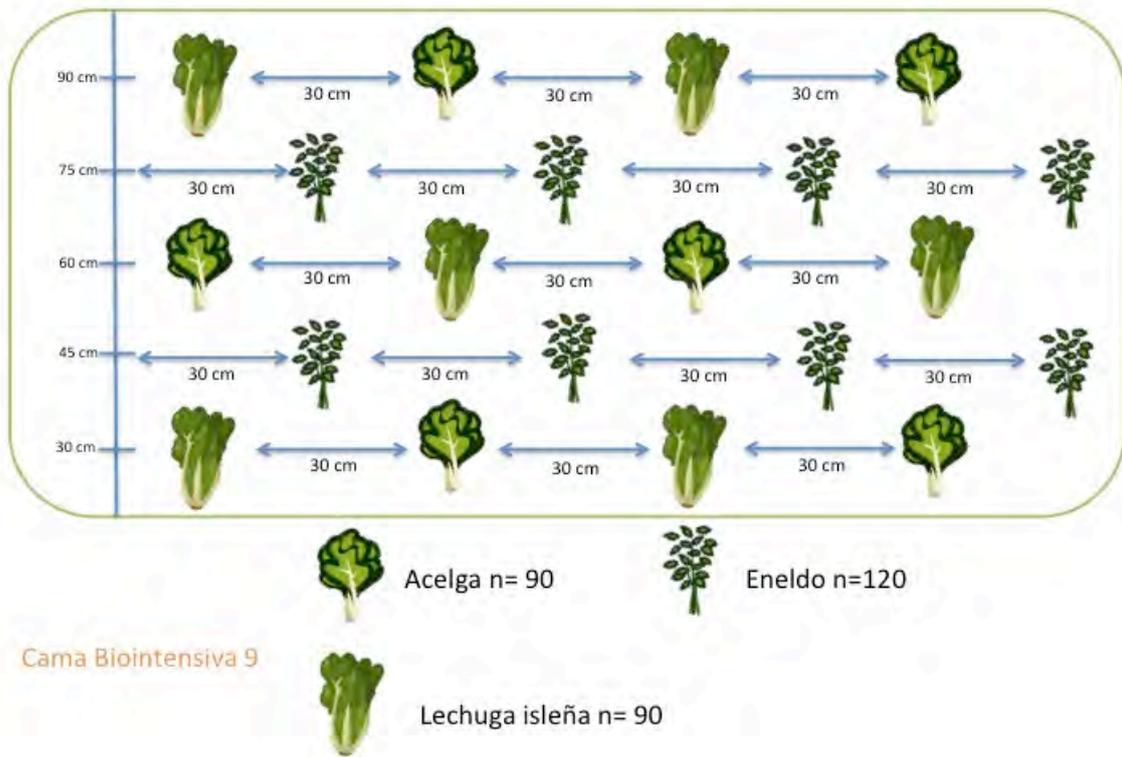


Figura 23. Cama Biointensiva 9

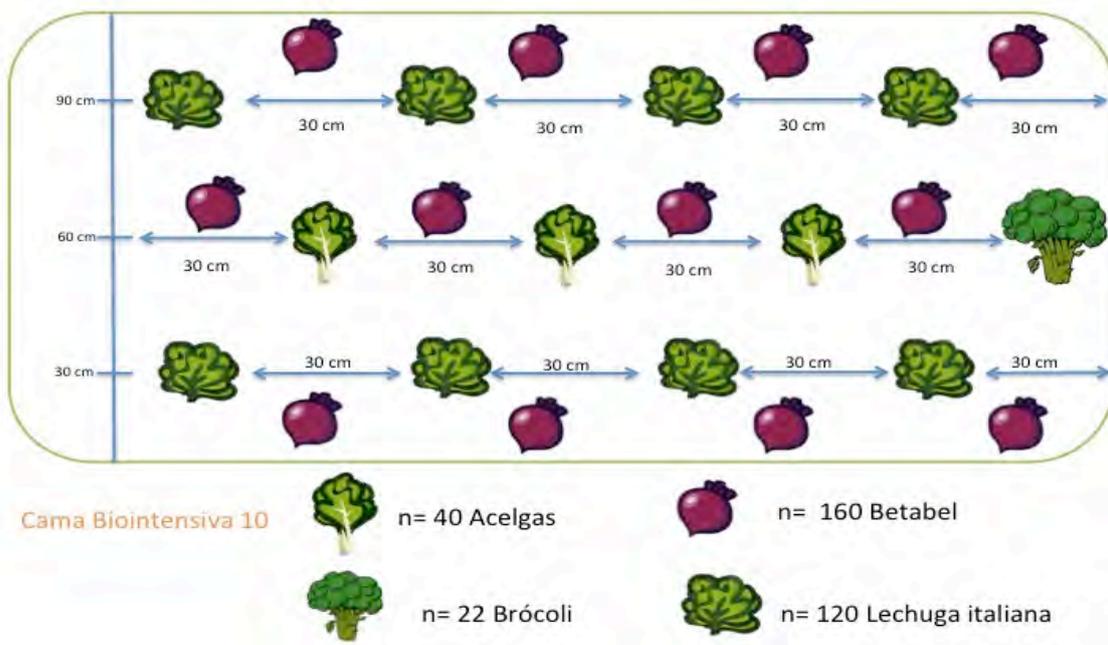
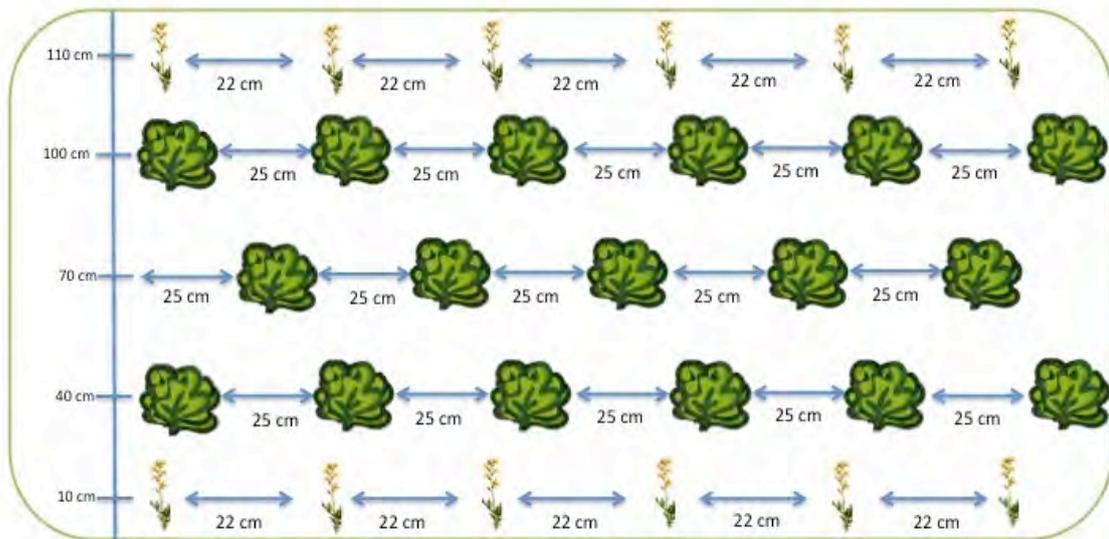


Figura 24. Cama Biointensiva 10





Cama Biointensiva 13

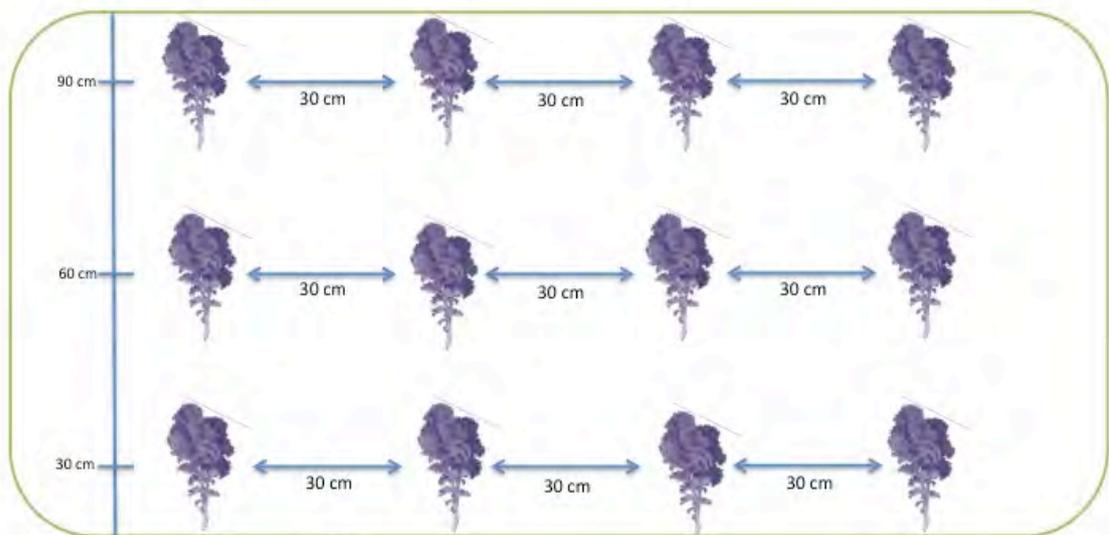


n= 161 Arúgula



n= 216 Lechuga italiana

Figura 27. Cama Biointensiva 13



Cama Biointensiva 14



Mostaza n= 180

Figura 28. Cama Biointensiva 14

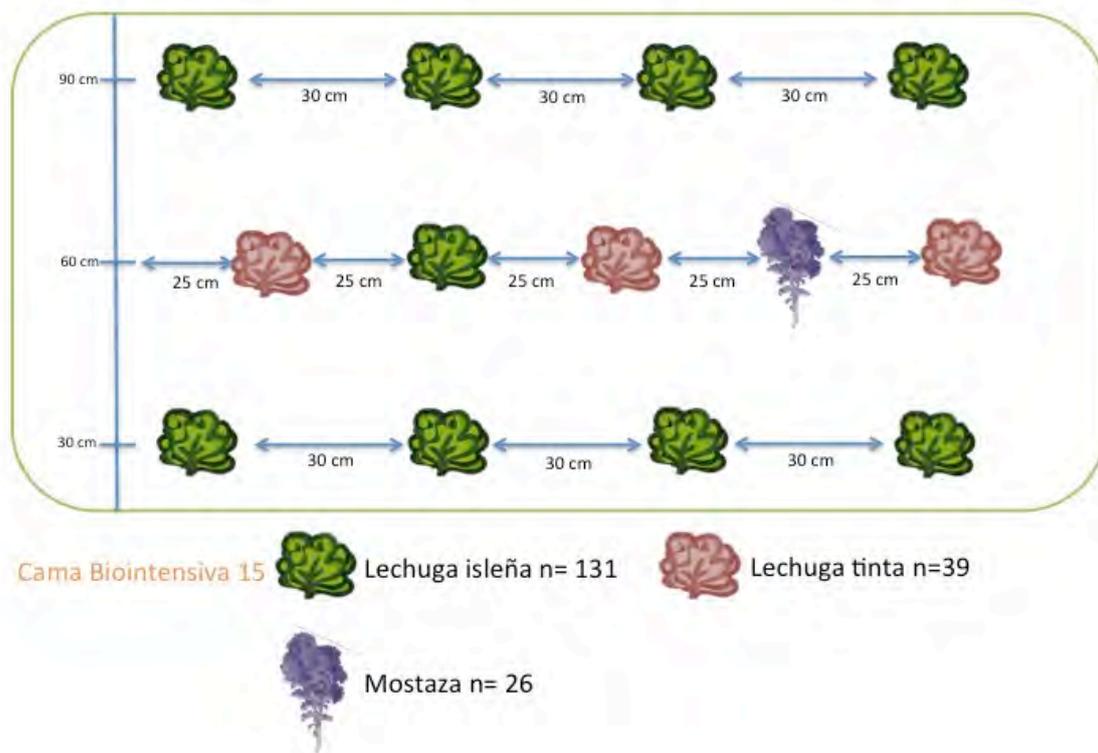
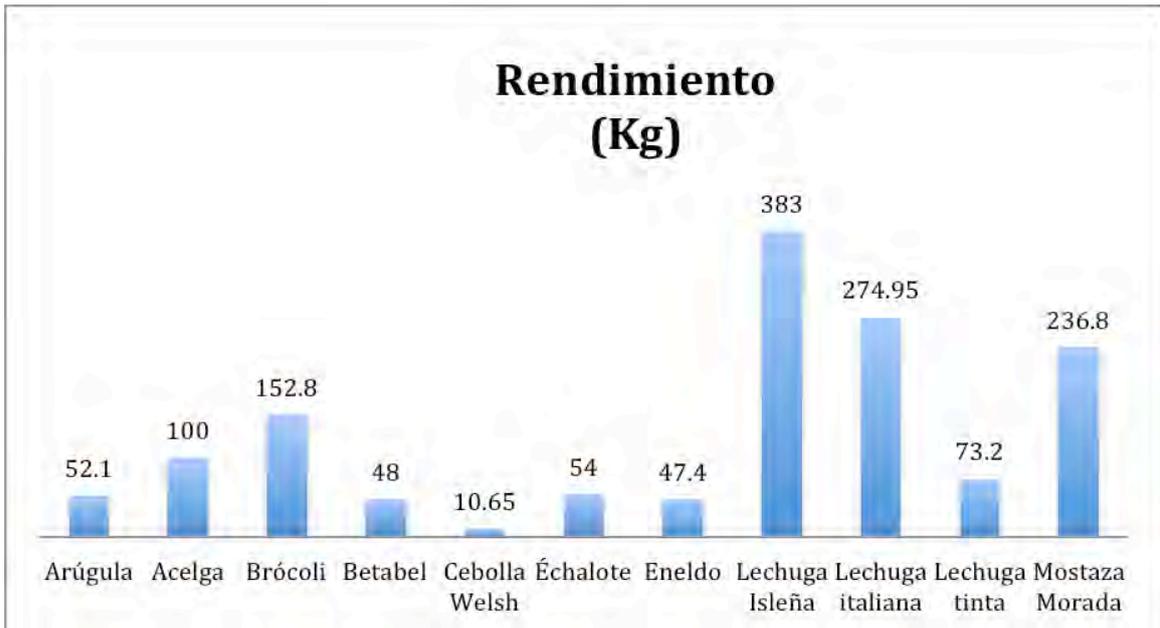


Figura 29. Cama Biointensiva 15

## 7.8 Rendimiento de los Cultivos en las Camas Biointensivas

Tabla 2. Rendimiento agrícola por hortaliza.

Hortaliza	Número de plantas	Peso promedio por planta (gramos)	Rendimiento (Kg)
Arúgula	521	100	52.100
Acelga	400	250	100
Brócoli	382	400	152.800
Betabel	160	300	48
Cebolla Welsh	71	150	10.650
Échalote	360	150	54
Eneldo	316	150	47.400
Lechuga Isleña	766	500	383
Lechuga italiana	611	450	274.950
Lechuga tinta	183	400	73.200
Mostaza Morada	296	800	236.800



Gráfica 3. Kilogramos obtenidos durante el ciclo de cultivo para cada hortaliza.

### 7.9 Incidencia de Plagas y Enfermedades

Durante el ciclo de cultivo se presentaron los siguientes invertebrados, sin convertirse en plaga ni perjudicar los cultivos, debido a que su identificación y control se realizó en las etapas iniciales de su aparición.

Pulgón

Caracol

Trips

### 7.10 Abonos orgánicos fermentados y caldos minerales

Dentro del Sistema Agroecológico se delimitó un área de 100 m<sup>2</sup> para la elaboración de compostas. Se obtuvieron 1500 Kg de bocashi, mismos que utilizaron para el abonado de las plántulas y hortalizas cultivadas en este trabajo.

#### Caldos Minerales y Biofertilizantes

Se obtuvieron biofertilizantes y caldos minerales para el control y prevención de plagas y enfermedades y se aplicaron de acuerdo a la metodología descrita.

## 7.11 Evaluación

Sistema Agroecológico Cañadas se evaluó de acuerdo al Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando indicadores de Sustentabilidad (Masera, *et al.*, 2000).

En el MESMIS el grado de sustentabilidad de los sistemas de manejo de recurso naturales dependerá de satisfacer cinco atributos generales:

- a) Productividad
- b) Estabilidad
- c) Adaptabilidad
- d) Equidad
- e) Autodependencia (autogestión).

ATRIBUTO	EVALUACIÓN
<b>Productividad</b>	ALTA
<b>Estabilidad; Confiabilidad; Resiliencia.</b>	ALTA
<b>Adaptabilidad</b>	ALTA
<b>Equidad</b>	ALTA
<b>Autodependencia</b>	ALTA

## 8. Análisis y Discusión de Resultados

El diagnóstico ambiental de Cañada de Cisneros fue una herramienta de gran ayuda para identificar como una de las principales respuestas implementar un sistema agroecológico dentro del poblado para poder solucionar problemas socioambientales concretos. Los modelos DPSIR en los que la Respuesta a la problemática ambiental detectada en el poblado mencionan la implementación de sistemas agroecológicos fueron los siguientes:

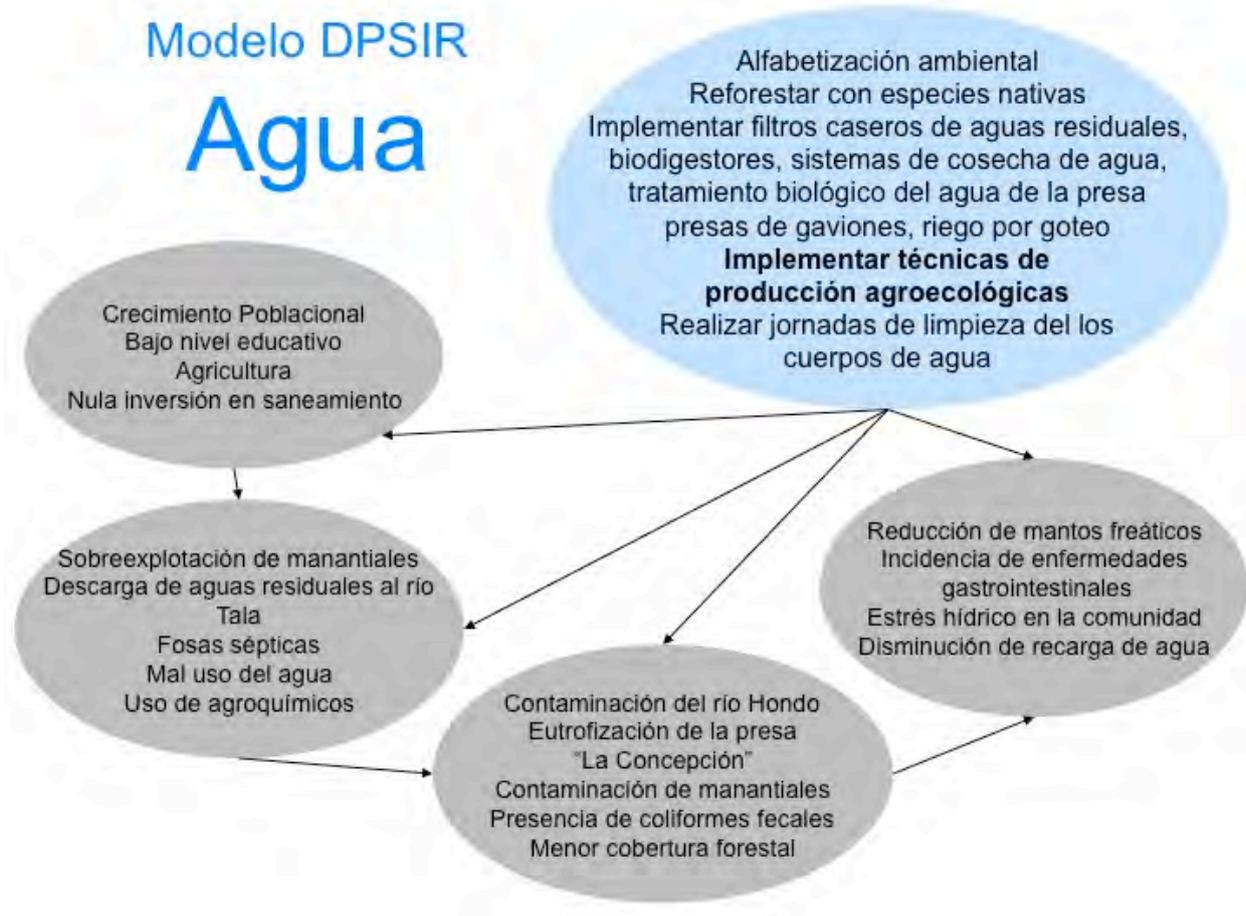


Figura 30. Marco DPSIR-Agua.

El recurso agua es estratégico en Cañada de Cisneros, ya que en la parte baja del poblado se encuentra una cadena de manantiales que abastecen a todo el poblado. Las fuerzas motrices que ejercen una fuerte presión sobre los manantiales del poblado son el acelerado crecimiento poblacional, el bajo nivel educativo de la población, la nula inversión en saneamiento y la agricultura convencional con utilización de fertilizantes, insecticidas y herbicidas sintéticos.

Las presiones que se generan a partir de estas fuerzas motrices son la sobreexplotación de los manantiales, la descarga de aguas residuales domésticas al río y cañadas, la tala de árboles, la construcción de fosas sépticas, el mal uso del recurso agua y el empleo de herbicidas y fertilizantes nitrogenados en los cultivos tradicionales

El estado en el que se encuentra el recurso agua en el poblado es el siguiente: contaminación del río Hondo y Cañadas, eutrofización de la Presa de la Concepción, presencia de coliformes fecales en cuerpos de agua y disminución de la recarga de acuíferos de acuerdo a información recabada en entrevistas con personas que tienen más de 50 años de residir en el poblado.

Los impactos generados son la reducción de los mantos freáticos, incidencia de enfermedades gastrointestinales, incremento en la incidencia de enfermedades crónico degenerativas entre la población. Es importante señalar que diversos estudios han detectado que la exposición a agroquímicos ha sido asociada con el incremento de riesgo de padecer ciertos tipos de cáncer entre campesinos y otros aplicadores de agroquímicos (Zahm, et al., 1997). También esto ha sido observado entre familias de trabajadores rurales y la población general viviendo en zonas agrícolas en las que se emplean agroquímicos. Bolognesi y Merlo (2011) señalan que los efectos asociados al uso de agroquímicos incluyen leucemia, linfomas, sarcomas de tejidos blando, cáncer de cerebro, huesos, estómago. Además de jugar un papel muy importante en la incidencia de Parkinson y enfermedades congénitas.

**En conclusión el Marco Metodológico DPSIR señala que una de las respuestas a la problemática del recurso agua detectada en el poblado de Cañada de Cisneros es la implementación técnicas agroecológicas de producción de alimentos, basadas en el uso de fertilizantes y plaguicidas naturales de esta manera se evitará la contaminación de los manantiales, se conservará el recurso agua en buen estado en beneficio de la salud de los habitantes del poblado y de la fauna y flora silvestres que aún habitan en las Cañadas de poblado.**

El recurso **suelo** en **Cañada de Cisneros** se encuentra **seriamente dañado** por el **cambio de uso de suelo**, la **aplicación de fertilizantes nitrogenados**, la **ganadería**, el **desmonte** y la **deforestación** (ver Figura 31). Una **respuesta propuesta** en el **DPSIR-SUELO** para revertir estos impactos es la **implementación de sistemas agroecológicos** que emplean fertilizantes orgánicos para **restaurar la fertilidad y salud del suelo**.

La agroecología no se limita a la producción de alimentos y a cuidar del equilibrio nutricional de las plantas a cultivar. Para la agroecología el suelo es un organismo vivo que se forma a través de la meteorización de la roca madre por medio de la acción que ejercen los seres vivos y de la transformación de la energía. En este momento es necesario **generar suelos sanos y fértiles para poder alimentarnos sanamente**.



Figura 31. Marco DPSIR-Suelo.

Lo que existe en el suelo es una interconexión entre lo mineral, lo físico, lo químico y lo biológico, de la misma forma que lo líquido está interconectado con lo químico, lo físico y lo biológico. Esta dinámica es la que promueve el intercambio o el trueque entre la materia y la energía para que se origine y se mantenga latiendo la vida en el suelo.

La agricultura orgánica es una metodología de la agroecología que tiene como fundamento conocer la naturaleza y la historia del suelo que se quiere cultivar, para no negarle en ningún momento el cuidado necesario para producir los alimentos en armonía con la Madre Naturaleza. El suelo, como todo ser vivo, es dinámico: nace, madura y muere. Evoluciona en un tiempo y espacio determinado. Como tal, no se le puede reducir al simple papel de soporte de plantas y animales, así como tampoco se puede pretender utilizar una fórmula universal para nutrirlo, fertilizarlo, cubrirlo y cultivarlo. Debido a esta concepción, asistimos a uno de los más evidentes fracasos de la “Revolución Verde”, la cual ignoró las relaciones fundamentales, complejas y dinámicas entre el suelo y los demás seres vivos.

El suelo es la base para poder llevar a cabo una vida sostenible y sana. Una buena salud depende de una buena nutrición misma que resulta de la disponibilidad de alimentos sanos y remineralizados. La agricultura industrial no puede satisfacer las necesidades alimenticias de los seres humanos porque sus productos no contienen los nutrientes que se requieren, **debemos retomar en nuestras manos la producción de alimentos para asegurarnos de su calidad**, si logramos producir nuestros alimentos lograremos ser autosuficientes en lo más elemental para nuestra sobrevivencia.

Debido a los resultados obtenidos con el DPSIR en la evaluación el deterioro del suelo se ha incrementado con el tiempo es por ello que se decidió implementar un sistema agroecológico en Cañada de Cisneros, ya que la **agricultura sostenible** es “Aquella que perdura por tiempo indefinido en beneficio de la humanidad, sin deteriorar el ambiente”. Sus características fundamentales son la perdurabilidad, producción suficiente de alimentos e inocuidad.

Incorpora al sistema de producción un conjunto de procesos naturales, como el reciclaje de nutrientes, la fijación biológica del nitrógeno y el uso de las relaciones entre plagas y sus enemigos naturales. Abate el uso de fertilizantes y plaguicidas por sus efectos nocivos sobre el ambiente, los productores y los consumidores. Hace un mejor y mayor uso del potencial y las condiciones climáticas. Mejora los sistemas de producción, considerando estos sistemas y las limitaciones que implican un determinado tipo de suelo .

Se debe considerar que un **sistema agroecológico** es una **unidad constituida** por **todos** los **organismos** de un **área determinada interactuando** con el **ambiente físico**, en donde se **originan flujos de energía y ciclos de materiales**, a través de los componentes estructurados del sistema.

El agroecosistema contiene componentes abióticos y bióticos que son interdependientes e interactivos por medio de los cuales se procesan los nutrientes y el flujo de energía.

Un punto clave en el diseño de agroecosistemas sostenibles es comprender que hay dos funciones en el ecosistema que deben ser realizadas en los campos agrícolas: la biodiversidad de los microorganismos, plantas y animales, y el reciclaje de nutrientes y de materia orgánica. Es por ello que el diseño del “Sistema Agroecológico Cañadas” incorporó los siguientes elementos que cumplen las funciones antes descritas:

### **1. Módulo Biointensivo**

Esta área fue de vital importancia para poder mantener una producción constante de hortalizas a lo largo de todo el año, su función fue mantener constante la disponibilidad de plántula, lo que permitió que las camas biointensivas siempre se mantuvieran cubiertas de vegetación, evitando así la erosión hídrica y eólica del suelo.

Dentro del módulo biointensivo de producción de plántula se lograron desarrollar 15,600 plántulas, el éxito de la germinación se debió a que dentro de él se mantuvieron la temperatura y humedad adecuadas para la germinación de las semillas. Durante el mes de enero en Cañada de Cisneros se registraron temperaturas menores a 10 °C por la noche, sin embargo se obtuvo un alto porcentaje de germinación (mayor al 80%).

Las semillas que se utilizaron en este proyecto fueron semillas de polinización abierta, su característica es que son semillas que han sido seleccionadas de manera natural, lo que las hace más resilientes, a diferencia de las semillas híbridas que necesitan condiciones específicas para su óptimo desarrollo.

La siembra de las semillas se realizó en semilleros de 200 cavidades, éste tipo de siembra permitió un ahorro importante de semillas ya que se sembró únicamente 1 semilla por cavidad, lo que permite darles un mayor cuidado, evitando la pérdida de semillas.

El módulo biointensivo ahorra una cantidad importante de agua, ya que se le instaló un sistema de riego por microaspersión, que consistió en 20 nebulizadores, mismos que consumieron 1 galón de agua por hora lo que significó 64 mL por minuto, lo que se traduce en 1.26 L por minuto por los 20 nebulizadores instalados, en promedio se dieron riegos de 10 minutos diarios lo que significa un consumo de 12.618 L diarios de agua. En contraste, las camas o almácigos tradicionales de germinación requieren aproximadamente 70 L diarios. Germinar de forma individual cada semilla aseguró obtener una planta fuerte, con mayor desarrollo y vigor, con mayor resistencia a plagas y enfermedades. Además el desarrollo de las plántulas dentro del Módulo Biointensivo es más rápido por encontrarse en un ambiente protegido.

El Módulo biointensivo permitió hacer un mejor aprovechamiento de la superficie disponible dentro del sistema agroecológico porque en 12 m<sup>2</sup> se pueden preparar las plántulas suficientes para todas las camas biointensivas y al mismo tiempo tener en las camas biointensivos cultivos en diferentes etapas de desarrollo.

Por todo lo anterior se consideró al Módulo Biointensivo como la mayor aportación tecnológica de este proyecto de investigación, ya que es de bajo costo, fácil instalación y operación, además de ser la solución para una de las grandes limitaciones para la mayoría de los horticultores de nuestro país: la producción de plántula.

La siembra se llevo a cabo durante el periodo correspondiente a la fase lunar Creciente. Se decidió sembrar en esta fase lunar porque cuando la luna está en esta fase estimula el crecimiento de las hojas y cuando está en menguante, estimula el crecimiento de las raíces; cuando es media luna el crecimiento es equilibrado entre raíces y hojas. Cuando las semillas de germinación temprana se siembran dos días antes de que las fuerzas lunares lleguen a su punto máximo, las semillas tienen tiempo de absorber agua pues la luna en ese momento ejerce una fuerza a modo de marea que ayuda a desgarrar la cubierta de la semilla. Además los agricultores de la Sierra de Tepetzotlán durante entrevistas de campo mencionaron que es de suma importancia tomar en cuenta a la Luna en las actividades agrícolas. Jonh Jeavons (2007) menciona un 20% más de rendimiento si se tiene en cuenta la luna en la siembra y el trasplante.

Se obtuvieron 4,610 plántulas y se trasplantaron en camas biointensivas de acuerdo al diseño ilustrado en las figuras 15-29, se empleo el método biointensivo el cual consistió en la preparación de camas profundas (camas biontensivas) y plantas sembradas cerca unas de otras, de ésta manera se logro producir hasta cuatro veces más que una cama de área equivalente menos profunda y sembrada en hileras. La cama biointensiva se tajudo en menos trabajo de campo ya que únicamente se excavó, fertilizo, rego y deshiero una cama y no todos los surcos y pasillos. Además, se utilizó tan sólo una cuarta parte del área que se hubiera necesitado para producir los mismos alimentos que con otros métodos.

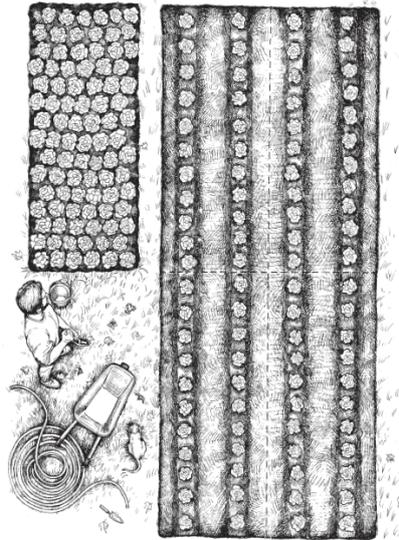
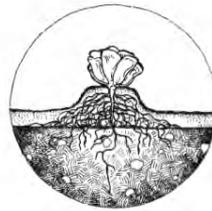


Figura 32. Fertilidad Biointensiva: cuatro veces la productividad en una cuarta parte del área.

Con la elaboración de las camas Biointensivas se logró que el suelo estuviera suelto a una profundidad de 30-60 cm, lo que dió como resultado mucho espacio poroso para el aire, el agua y las raíces y con humedad uniforme, porque el agua logra pasar fácilmente a través de él, lleno de nutrientes y materia orgánica proporcionados por la composta que se agregó. Además se sembró con una gran variedad de hortalizas plantados muy cerca unas de otras lo que sirvió para proveer “un acolchado viviente,” reflejando así la diversidad de la naturaleza.

Además debido a que el suelo se aflojo profundamente, las raíces de las plantas lograron penetrar hacia abajo en vez de extenderse hacia los lados en búsqueda de agua y nutrientes. Por esta razón, en una cama Biointensiva las plantas se pudieron sembrar más cerca unas de otras, permitiendo así que hubiera más plantas que en un huerto tradicional en que se utilizan otros métodos de preparación del suelo. También el agua se encontró más disponible para las plantas porque la mayor parte se retiene en un suelo suelto, profundo y enriquecido con composta.



Surco, vista lateral



Cama Biointensiva,  
vista lateral

Figura 33. Comparación del desarrollo radicular de las plantas en camas biointensivas y en surcos.

Está probado que los sistemas de camas elevadas intensivas son un método para cultivar con éxito grandes cantidades de alimentos, de una manera sustentable y a largo plazo. **Para que un sistema agroecológico sea sostenible debe cultivarse tanto alimento para el suelo como para la gente.** Afortunadamente, muchos de los cultivos que producen alimentos para el suelo también producen alimentos para las personas (Jeavons, 2007).

Dentro de un sistema agroecológico el reciclaje de nutrientes juega un papel muy importante ya que de ello depende su permanencia a través del tiempo. Se puede optimizar y equilibrar la disponibilidad y el flujo de nutrientes, mediante la fijación natural de nitrógeno, el bombeo de nutrientes, el reciclaje y el uso complementario de fertilizantes orgánicos fermentados (Altieri, *et al.*, 1999).

La productividad dentro de un sistema está directamente relacionada con la magnitud de flujo y movilización de nutrientes. La sustentabilidad está relacionada directamente con la magnitud del uso de los nutrientes y con la reducción de sus pérdidas.

Dentro del Sistema Agroecológico Cañadas se logro optimizar el flujo de nutrientes de la siguiente manera:

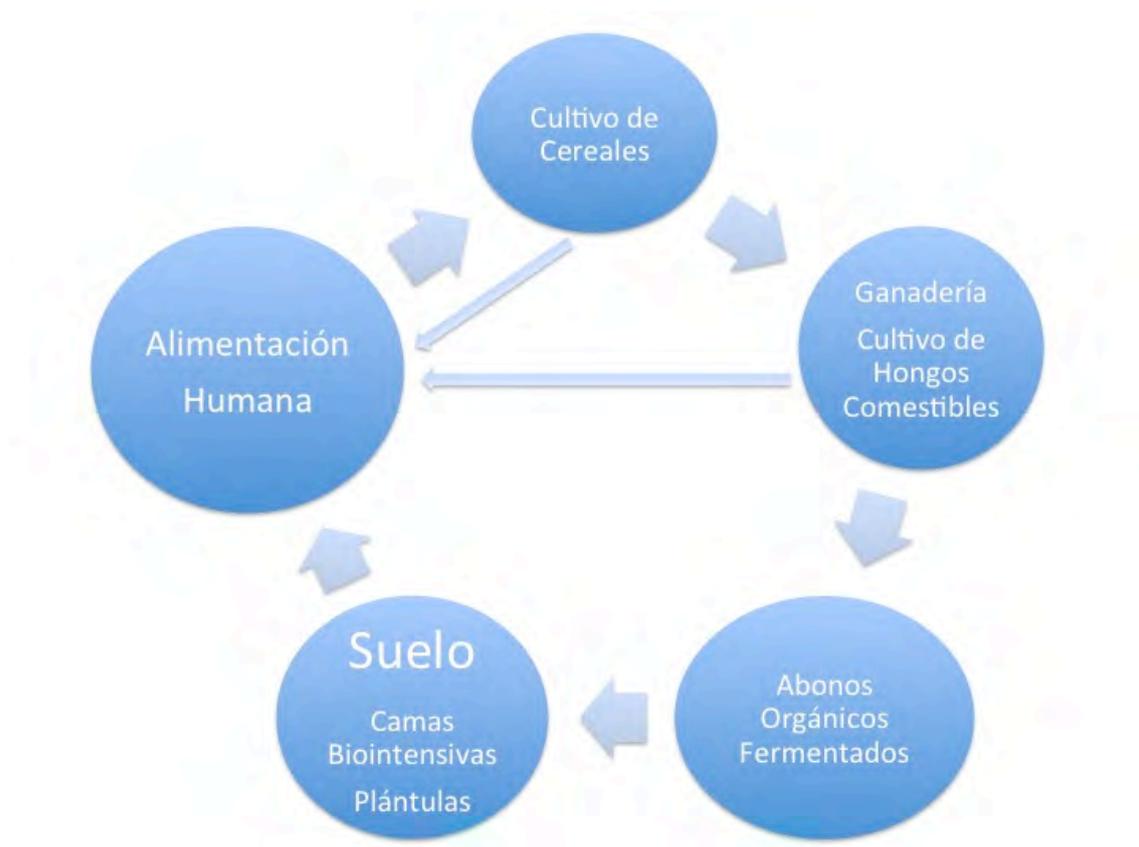


Figura 34. Reciclaje de nutrientes dentro del Sistema Agroecológico Cañadas.

El cultivo de maíz, cebada, centeno y avena del Sistema Agroecológico Cañadas se destino para consumo humano y los rastrojos se utilizaron para alimentar al ganado bovino que proveyó de carne para alimentación humana y de estiércol que se utilizó en combinación con los rastrojos subproducto del mismo cultivo de cereales para la elaboración de abonos orgánicos fermentados.

Además una parte de la paja de avena, centeno y cebada se utilizó para el cultivo de hongos comestibles que aportan los aminoácidos esenciales para el correcto funcionamiento del organismo del ser humano. La materia orgánica que resulto del cultivo de hongos se aprovecho para la elaboración de abonos orgánicos por medio de la lombricultura cerrando así completamente un ciclo energético.

Los abonos orgánicos fermentados sirvieron a su vez para alimentar el suelo promoviendo su actividad biótica y por ende cubrir las necesidades nutricionales de los cultivos de las camas biointensivas. Por último las hortalizas proveen de alimentos de alta calidad (vitaminas y minerales) base de la salud humana.

Este proceso eliminó factores de riesgo para la salud de los trabajadores rurales, mejoró su salud y la de los consumidores, generó alimentos sanos y libres de venenos, lo cual contribuyo a la buena nutrición de los consumidores, la regeneración de los suelos, la conservación del suelo y agua, además de promover el arraigo de las familias en el entorno rural y generar sus propios empleos dignos y remuneradores.

La fijación natural de nitrógeno atmosférico al suelo se obtiene por medio de la siembra leguminosas, las estimaciones recientes indican que contribuyen en la actualidad con más de la mitad del nitrógeno fijado por sistemas biológicos, con un aporte anual superior al de los fertilizantes químicos (Rodríguez, et al., 1984).

Es por ello que en el Sistema Agroecológico Cañadas se sembraron variedades nativas de leguminosas de la Sierra de Tepotzotlán que incluyeron frijol amarillo y rosa, haba criolla y chícharo para de esta manera reincorporar el nitrógeno al suelo. Utilizar semillas nativas es de suma importancia ya que de esta manera se conserva el recurso genético local.

**El valor de estas semillas es inmenso pues son material estratégico en la búsqueda o generación de variedades capaces de adaptarse a las nuevas condiciones climáticas.** Las comunidades deben proteger estas semillas ya que es un asunto de seguridad nacional y debe ser parte de una política alimentaria de emergencia, de esta manera la población campesina y el resto de la nación, podrán recuperar su seguridad alimentaria, aún bajo las nuevas y adversas condiciones climáticas.

En el Centro Agroecológico Cañadas se llevo a cabo la rotación de cultivos que es la sucesión de distintos cultivos a lo largo del año en una misma cama biointensiva. Si se cultivan las mismas variedades de hortalizas en la misma cama siempre, se propicia el agotamiento de nutrientes ya que las distintas plantas toman diversos nutrientes del suelo, y diferentes cantidades de dichos nutrientes.

Al sembrar el mismo cultivo en el mismo lugar, año tras año, se crea una deficiencia de nutrientes en el suelo y una mayor incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos. Debido a lo anterior en el centro Agroecológico Cañadas la rotación de cultivos se estableció de la siguiente manera:



Figura 35. Rotación de cultivos.

Además se incorporó una diversa gama de cultivos con el fin de alcanzar una mayor estabilidad y autocontrol dentro del Agroecosistema (ver figuras 16-29).



Figura 36. Fórmula para lograr la estabilidad y autocontrol del Agroecosistema.

Asimismo se integró el cultivo arbóreo con la explotación ganadera para lograr un sistema natural equilibrado (Ver Figura 14). Los frutales además de producir ciruela, pera y moras, evitan la erosión del suelo y gracias a su sistema radicular permiten capturar agua y alimentar al manto freático, conservando así agua y suelo dentro del Sistema Agroecológico. Esta alta diversidad de cultivos garantiza una dieta variada y diversos productos comercializables.

En general, se puede decir que el sistema agroecológico cumple con los requisitos para considerarse un sistema sustentable de acuerdo al Marco MESMIS pues incorpora dentro de él:

Una **ALTA PRODUCTIVIDAD** de alimentos (hortalizas, frutas, cereales y hongos) y de recursos naturales principalmente agua y suelo ya que dentro de el se practica la cosecha de agua y la producción suelo fértil. Además el sistema Agroecológico crea un micro hábitat para el establecimiento de aves, reptiles, anfibios, mamíferos e insectos de la región que ayudan a mantener un equilibrio dentro del agroecosistema. Además proporciona servicios ambientales a la comunidad.

La Estabilidad y Autodependencia del Sistema Agroecológico Cañadas es Alta ya que depende de un mínimo de recursos externos para su correcto

funcionamiento, generando ciclos energéticos cerrados y se basa en principios ecológicos como una alta biodiversidad de especies para lograr un autocontrol del agroecosistema.

El Sistema Agroecológico Cañadas es un modelo altamente funcional y replicable en la región, la piedra angular para lograr la apropiación del modelo entre la comunidad es desarrollar los conocimientos y las capacidades necesarias para que las personas comprendan la importancia de producir sus propios alimentos y el funcionamiento del sistema agroecológico en su totalidad.

Es por ello que se impartieron 5 cursos de Introducción al Método Biointensivo en el centro Agroecológico Cañadas y 1 de Fertilizantes Orgánicos (Ver Anexo 1 Archivo Fotográfico). En este curso los participantes germinaron semillas de polinización abierta y comprendieron la importancia ecológica y social de éstas semillas, también prepararon camas biointensivas de producción de alimentos con diversas plántulas de hortalizas y hierbas aromáticas, elaboraron compostas y preparados vegetales para prevenir plagas y enfermedades.

Gracias a los cursos se establecieron 4 huertos familiares en las comunidades de San Mateo, Capula, Cañadas y El Esclavo. Las mujeres han sido más receptivas a la información y son ellas quiénes más se involucran en las labores del huerto (Ver Anexo 1 Archivo Fotográfico).

## 9. Conclusiones

- De acuerdo con el diagnóstico ambiental se concluye que las principales fuerzas motrices que inciden sobre el estado ambiental del poblado Cañada de Cisneros son el crecimiento poblacional, el bajo nivel educativo, la agricultura convencional de químicos y la urbanización no planificada. Siendo una de las respuestas a la problemática socioambiental detectada el desarrollo e implementación de un sistema agroecológico para contribuir a la soberanía alimentaria de las familias de la región y mitigar los daños ambientales presentes en suelo y agua.
- El Módulo Biointensivo de producción de plántula fue una importante aportación para el desarrollo del proyecto ya que permitió mantener constante la disponibilidad de plántula de alta calidad, debido a que dentro de él se mantuvieron constantes la humedad y temperatura necesarias para la correcta germinación de las semillas, lo que permitió tener porcentajes altos de germinación (> 80%), además de que su diseño requiere de una baja inversión y poco mantenimiento y espacio dentro del huerto.
- La realización de camas biointensivas de producción de alimentos permitió optimizar el espacio ya que se sembró una alta densidad de plantas por metro cuadrado lo que se tradujo en altos rendimientos, un mayor control del sistema y por lo tanto menor incidencia de plagas y enfermedades al haberse hecho una correcta asociación de cultivos en las camas.
- Como parte de las actividades de educación ambiental, se impartieron 5 cursos de introducción al Método Biointensivo y uno de Elaboración de Fertilizantes orgánicos para compartir dentro de la comunidad otras formas de producción de alimentos que garantizan la conservación y buen uso del suelo y agua.

En conclusión, el Sistema Agroecológico propuesto en este proyecto resulto ser funcional, ampliamente replicable y adaptable a la región. Con ello se demuestra que es posible cambiar del modelo agrícola impuesto por las transnacionales y gobiernos corruptos, a un modelo realmente justo socioambientalmente, que se adapta a las demandas que requiere nuestro país, que es posible y viable que una familia se alimente sanamente de un agroecosistema, que es posible ser autosuficiente alimentariamente, que es posible un cambio de paradigma, que es posible una revolución agraria en nuestra región, que es posible cuidar, conservar y generar recursos naturales como agua y suelo, que es posible vivir dignamente, que es posible poner un alto a la degradación ambiental que sufre nuestro planeta, nuestro país, nuestra región, que es posible **crear**, por eso estamos creando, creando un cambio de conciencia colectiva, creando sueños, creando realidades, creando alternativas: CREANDO HUERTOS.



## 10. Recomendaciones

El verdadero cambio está en nuestras manos no podemos seguir cediendo gran parte de nuestra responsabilidad de nuestras vidas a instituciones, gobiernos, corporaciones transnacionales, el retomar el mando de nuestras vidas y asumir las responsabilidades que nos corresponden como individuos marca el inicio hacia una transición progresiva y armoniosa. La meta es vivir gozosamente, inteligentemente, diversamente, justamente, sanamente, con suelos, agua, tierra, aire y energías limpias que puedan ser disfrutados ecológica, equitativa y económicamente.

Sustentable no es suficiente, es lo mínimo, es sólo mantenimiento, no se trata de destruir un poco menos, pues destruir un poco menos no es proteger el medio ambiente, se trata de promover más vida. No se trata de hacer cosas que no son tan malas para otros, sino más bien, hacer cosas que sean benéficas para el planeta y sus habitantes. Si lo que deseamos es un futuro sostenible, la única y solidaria opción que tiene la humanidad, a largo plazo, es compartir la Tierra con todo y con todos.

## 11. Logros 2011-2012

El diagnóstico ambiental del poblado de Cañada de Cisneros sirvió para llevar a cabo la gestión del proyecto “Agua Sustentable para comunidades marginadas de la Sierra de Tepetzotlán”, actualmente financiado por la Fundación Gonzalo Rio Arronte, IAP, que consiste en la implementación de sistemas de captación de agua de lluvia para las partes altas del poblado y de biodigestores.

El diseño del Módulo Biointensivo de Producción de Plántula ha sido financiado por la fundación Kellogg y el programa Hábitat de SEDESOL, para ser replicado en comunidades de Chenalhó, Chiapas y en Ciudad Juárez, Chihuahua respectivamente.

Actualmente el sistema agroecológico se ha convertido en el “Centro Agroecológico Cañadas”, parte medular de Creando Huertos A.C. Lugar de capacitación y transmisión de conocimientos a mujeres, campesinos, grupos de estudiantes, investigadores y educadores ambientales.

Se han impartido 6 cursos de Agroecología en los que han participado 58 personas.

Recientemente se aprobó el proyecto “Creando Huertos Radio” en Radio Ciudadana, del Instituto Mexicano de la Radio, propuesta radiofónica en la que se abordan temas de educación ambiental, técnicas de producción de alimentos agroecológicos y hábitos correctos de alimentación.

Desde 2010 y hasta la fecha los excedentes de hortalizas agroecológicas cultivadas en el Centro Agroecológico Cañadas se venden en Mercado el 100, el primer mercado de productores locales y ecológicos de la Ciudad de México.

## 12. Literatura Citada

Altieri, M. y C. Nicholls. 2010. Agroecología: Potenciando la agricultura campesina para revertir el hambre y la inseguridad alimentaria en el mundo. *Revista de Economía Crítica*. 10:62-74.

Altieri, M. y Nicholls, C. 2000. *Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. 1ª Ed. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe.

Altieri, M. y Nicholls, C. 2008. Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas. *Agroecología*. 3:7-28.

Altieri, M. y Toledo, V. 2011. La Revolución Agroecológica de América Latina. *Journal of Peasant Studies* XX. 36 pp.

Altieri, M., Hecht, S., Liebman, M., Magdoff, F., Norgaard, R. y Sikor, T. 1999. *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. Editorial Nordan–Comunidad. Montevideo. 325 pp.

Bello, A., Jordá, C. Y J. Tello. 2010. *Agroecología y producción ecológica*. CSIC-Catarata. Madrid, España. 77 pp.

CONEVAL, Medición de la pobreza, Glosario, recuperado de <http://www.coneval.gob.mx/cmsconeval/rw/pages/medicion/glosario.es.do> (2011, 20 de septiembre).

CONEVAL, Medición de la pobreza, Glosario, recuperado de <http://www.coneval.gob.mx/cmsconeval/rw/pages/medicion/glosario.es.do> (2011, 20 de septiembre).

CONEVAL. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. 2007. Los Mapas de la Pobreza en México.

Jeavons. J. 2002. Cultivo Biointensivo de Alimentos, más alimentos en menos espacio. Ecology Action. Estados Unidos. 261pp.

Hernández-Aquino, S. 2010. Diagnóstico Ambiental del poblado Cañada de Cisneros, Tepetzotlán, Estado de México. Reporte de Servicio Social. Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

Isla de

Kristensen, P. 2004. The DPSIR Framework. National Environmental Research Institute, Denmark.

Lopez, G. 1988. Sistema Agrícola de Chinampas, perspectiva agroecológica. Universidad Autónoma Chapingo. 108 pp.

Masera, O. y Astier, M. 1996. Energía y sistema alimentario: aportaciones de la agricultura alternativa. En Ecología aplicada a la agricultura. Temas selectos de México. Compiladores Arriaga, J., González, F., Calderón, R. y Torres, P. Universidad Autónoma Metropolitana. 17-34 pp.

Perfecto, I., Vandermeer, J. y Wright, A. 2009. Nature's matrix: linking agriculture, conservation and food sovereignty. Earthscan, Londres. 272 pp.

Presidencia de la República, México, Plan Nacional de Desarrollo 2007 - 2012, pag. 145

Quinto informe de labores, Secretaría de Desarrollo Social, 2011, pag. 87.

Restrepo, J. y S. Pinheiro. 2011. Cromatografía Imágenes de Vida y Destrucción del Suelo. COAS Ediciones. Cali, Colombia. 249 pp.

Restrepo, J. y J. Hensel. 2009. Manual Práctico de Agricultura Orgánica y Panes de Piedra. COAS Ediciones. Cali, Colombia. 318 pp.

Rodríguez, C., Sevillano, G. y Subramaniam, P. 1984. La Fijación de Nitrógeno Atmosférico una Biotecnología en la Producción Agraria. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología. Sevilla, España.

Rojas, T. 1983. La agricultura Chinampera, compilación histórica. Universidad Autónoma Chapingo. México. 229 p.

Rosset, P. M. 2009. Food sovereignty in Latin America: confronting the new crisis. NACLA Report on the Americas. Mayo-Junio: 16-21.

Sanders, W.T. 1957. Tierra y Agua: A study of the Ecological Factors in the Development of Meso-American Civilizations. PhD Dissertation. Department of Anthropology, Harvard University.

Sotomayor, P. 2010. La Paz del Futuro: Biocracia. Libros para Todos. México. 192 pp.

Torres, F. 2002. Aspectos regionales de la seguridad alimentaria en México. Revista de Información y Análisis. 22:15-26 pp.

Vidal 211 Inter-American Dialogue 2011.

## **ANEXO 1: Proveedores de semillas de polinización abierta**

### **Creando Huertos**

Carretera Tepetzotlán-Villa del Carbón Km 17.5, Tepetzotlán, México.

[www.creandohuertos.org](http://www.creandohuertos.org)

### **El Vergel**

Carretera México-Pachuca Km 69, Hidalgo, México.

[agricola.elvergel@hotmail.com](mailto:agricola.elvergel@hotmail.com)

### **Huerto de Semillas**

Las Cañadas, Bosque de Niebla.

Domicilio Conocido, Huatusco, Veracruz, México.

[www.bosquedeniebla.com.mx](http://www.bosquedeniebla.com.mx)

### **Manantial de las Flores**

Productores Orgánicos Agua Escondida S.C. de R.L. de C.V.

Predio Agua Escondida s/n, Xico, Veracruz, México.

[www.organicosmanantial.com](http://www.organicosmanantial.com)

## Anexo 2. Bitácora de Operación Diaria

Mes: \_\_\_\_\_ Bitácora de Operación Diaria 

Fecha	Temperatura		Humedad		Riego		Actividades Realizadas	Observaciones
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Hora	Duración		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

Elaboró: Bióloga Sindy Hernández-Aquino  Cañadas, Tepetzotlán, México

Mes: \_\_\_\_\_ Bitácora de Operación Diaria 

16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								

Elaboró: Bióloga Sindy Hernández-Aquino  Cañadas, Tepetzotlán, México

Figura 29. Formato de Bitácora de Operación Diaria del Módulo Biointensivo.