



El aporte de la permacultura en el desarrollo de la agricultura urbana

Rafael Muñiz¹

rmuniz53@gmail.com

¹ Centro de Investigación y Desarrollo de Ingeniería (CIDI) Universidad Católica Andrés Bello, Caracas

Historia del Artículo

Recibido: 22 de enero de 2019

Aceptado: 23 de marzo de 2019

Disponible online: 07 de mayo de 2019

Resumen: La permacultura contempla el diseño y la puesta en práctica de una serie de principios generales que son aplicables en el campo de la agricultura urbana para la producción de alimentos orgánicos. Es un sistema que no solo involucra al sector agrícola sino que se extiende también en el ámbito social, político y económico en diversos tipos de comunidades y con especial énfasis a las que habitan en las ciudades. Este sistema se basa en los patrones y las características que presentan los ecosistemas en su medio natural y una buena parte de sus prácticas de forma consciente o fortuita han servido de insumo para la producción de los sectores agrícolas a pequeña escala en ambientes urbanos. El movimiento se origina a partir de los trabajos que realizaron en la década de los años 70 dos investigadores australianos: Bill Mollison y David Holmgren a los que se añadió un tercer exponente el japonés Masanobu Fukuoka quién realizó importantes contribuciones al desarrollo de las técnicas de siembra. La permacultura se basa en tres principios generales que le brindan un soporte ético: a) promover la conservación de los suelos, los bosques y el agua, b) fijar el foco de la atención en ocuparse primero de sí mismo, y luego de los familiares y de los otros integrantes de la comunidad y c) la repartición justa y equitativa de los bienes producidos y de velar por la reincorporación de una parte de los excedentes que se generan como aporte al mismo sistema, estableciendo unos límites razonables al consumo y a la reproducción. Se menciona con frecuencia en los artículos y textos que tratan sobre este tema que los principios de diseño que son la base conceptual de la permacultura, se derivan de la ciencia de la teoría de sistemas y de los fundamentos que plantea la llamada ecología profunda sin dejar de tomar también en consideración diversas técnicas que provienen de las prácticas agrícolas del período pre-industrial. El presente trabajo discurre a modo de ensayo donde el autor explora algunos puntos de encuentro entre los planteamientos que establecen la permacultura y su posible aplicación en el campo de la agricultura urbana.

Palabras Clave: permacultura, agricultura urbana, ecología profunda.

The contribution of permaculture in the development of urban agriculture

Abstract: Permaculture contemplates the design and implementation of a series of general principles that are applicable in the field of urban agriculture for the production of organic foods. It is a system that not only involves the agricultural sector but also extends socially, politically and economically in various types of communities and with special emphasis on those who live in cities. This system is based on the patterns and characteristics that ecosystems present in their natural environment and a good part of their practices in a conscious or fortuitous manner have served as input for the production of small-scale agricultural sectors in urban environments. The movement originates from the works carried out in the 70s by two Australian researchers: Bill Mollison and David Holmgren, to whom was added a third exponent, the Japanese Masanobu Fukuoka, who made important contributions to the development of planting techniques. . Permaculture is based on three general principles that provide ethical support: a) promote the

conservation of soils, forests and water, b) set the focus of attention on dealing first with oneself, and then with relatives and of the other members of the community and c) the fair and equitable distribution of the goods produced and of ensuring the reincorporation of a part of the surpluses that are generated as a contribution to the same system, establishing reasonable limits to consumption and reproduction. It is frequently mentioned in the articles and texts dealing with this topic that the design principles that are the conceptual basis of permaculture are derived from the science of systems theory and the fundamentals that the so-called deep ecology poses without leaving of taking also into consideration diverse techniques that come from the agricultural practices of the pre-industrial period. The present work runs as an essay where the author explores some points of encounter between the approaches that establish permaculture and its possible application in the field of urban agriculture.

Keywords: permaculture, urban agriculture, deep ecology.

I. INTRODUCCIÓN

Según el diccionario de Wikipedia la agricultura urbana es la práctica agrícola desarrollada dentro de un ambiente urbano y se aplica en actividades de producción de alimentos. Contribuye a la soberanía alimentaria y proporciona alimentos seguros de dos maneras: una de ellas es incrementando la cantidad de alimentos disponibles para los habitantes de las ciudades, y con la segunda provee verduras y frutas frescas para los consumidores urbanos

Debido a que promueve el ahorro de energía y la producción local de alimentos, la agricultura urbana y periurbana son actividades que aportan elementos valiosos para el desarrollo de comunidades sostenibles.

No obstante, este concepto involucra a un contexto mucho más amplio debido al modo en que operan su métodos ya que no solo se cultivan, procesan y distribuyen una diversidad de alimentos de origen vegetal, sino que además se utilizan y proveen una serie de recursos humanos y materiales, mediante el uso de productos y servicios que se encuentran en la misma zona y en sus alrededores, lo que involucra una serie de factores que no siempre se toman en cuenta.

Se puede notar que muchas de las definiciones de agricultura urbana, en términos generales, han descuidado un rasgo que le es característico y que hace que la agricultura urbana sea precisamente eso, una actividad de naturaleza urbana.

La agricultura urbana se diferencia de la agricultura rural, en el sentido de que está integrada al sistema económico y ecológico de las ciudades. Es necesario que se le otorgue una mayor importancia a esta dimensión y se la vuelva más operativa, de forma que el concepto se transforme en algo que sea más útil dentro de los dominios de los sectores científicos, tecnológicos y de política alimentaria [1].

La agricultura urbana es estimulada por una compleja red de factores, muchos de los cuales

todavía no son comprendidos a plenitud, como su relación con los niveles de la pobreza urbana y de la inseguridad alimentaria, algo que se debe tomar en cuenta para el caso de los pueblos de menores recursos, sino que también se hace presente en muchas de las metrópolis de los países más ricos que están rodeados de cinturones de miseria.

Se evidencia en este campo de estudio la necesidad de establecer y afianzar una serie de conceptos sobre bases consensuadas entre los entes involucrados, de forma que se establezca cual será el campo de acción y el alcance de este tipo de agrotecnologías, tratando de comprender sus complejas interacciones sociales e incluso antropológicas.

Los conceptos son más que entidades abstractas que buscan establecer los principios que rigen el mundo físico y social que nos rodea. En un sentido práctico son herramientas mentales que forjamos para poder entender mejor los fenómenos que forman parte del entorno, con el propósito ulterior de interactuar con ellos y modificar nuestras experiencias en el mundo real.

El marco conceptual que plantea el vínculo de la agricultura urbana con su entorno todavía no ha sido desarrollado en toda su extensión, ni en su debida profundidad y se requiere decodificar estas definiciones tanto en términos teóricos como operativos [2].

Siguiendo en este orden de ideas, como uno de los propósitos del presente artículo presentaremos una serie de elementos que tomamos de los principios que plantea la permacultura como un insumo tanto de enfoque práctico como teórico, para el diseño y la concreción de proyectos de agricultura urbana y periurbana [3].

La palabra permacultura viene de la fusión de los términos ingleses permanent agriculture (agricultura permanente) que acuñaron como un nuevo concepto Bill Mollison y David Holmgren en la década de los años 70 y que se basó también en la filosofía de la agricultura natural de Masanobu Fukuoka y se ha planteado como una respuesta positiva a la crisis ambiental y social que vivimos en estos tiempos.

La permacultura involucra una serie de elementos prácticos como el diseño y desarrollo de hábitats sustentables para el hombre y el ambiente, respetando los patrones y sistemas propios de los sistemas naturales. Los desarrollos de la permacultura se hacen frecuentemente sobre el terreno y se aplican para el rescate de los ecosistemas y para la restauración ambiental.

A pesar de que han transcurrido casi 50 años desde su creación, todavía algunos siguen considerando a la permacultura como una especie de jardinería sofisticada, sin embargo en nuestro criterio, esta fusión de arte y ciencia ofrece una serie de elementos que pueden ser valiosos a la agricultura urbana además de brindar un aporte conceptual al tema de la sostenibilidad urbana.

Según David Holmgren: "la permacultura es el diseño consciente de paisajes que imitan los patrones y las relaciones de la naturaleza mientras suministran alimento fibras y energía suficientes para satisfacer las necesidades locales. Las personas los edificios y la manera en que se organizan a sí mismos son fundamentales en la permacultura y de esta forma la visión original como una agricultura permanente ha llegado a evolucionar hacia toda una cultura de la sostenibilidad" [4]. Está basada en la observación de los ecosistemas naturales que junto con la sabiduría ancestral de los pueblos primitivos y el conocimiento científico busca como uno de sus objetivos crear sistemas que sean ecológicamente sanos y económicamente viables, que produzcan lo necesario para satisfacer sus necesidades, que no sobre-exploten sus propios recursos o los contaminen y que por lo tanto sean sostenibles en el largo plazo.

Como se puede intuir de los párrafos anteriores, la permacultura no sólo trata sobre los cultivos, es también una forma de vida y conjuga una serie de principios éticos como cuidar a la gente y compartir los recursos.

No se trata sólo de obtener alimentos, sino de que las personas trabajen juntas y cuiden unas de otras y además ofrece un campo de investigación sobre los circuitos que fomentan la vida basados en los principios de la teoría de sistemas, la autopoiesis y la ecología profunda.

Entre los objetivos centrales del presente trabajo se consideró en primer lugar el de introducir al lector no familiarizado con este campo en los aspectos fundamentales que plantea la permacultura, un segundo propósito es mostrar su contribución al tema de la agricultura urbana y por último brindar una aproximación a su uso mediante la implementación de algunas técnicas que ha desarrollado esta fusión de ciencia y arte a partir de otras disciplinas afines.

II. EL NACIMIENTO DE UN MOVIMIENTO AMBIENTALISTA

En la década de los 60, dos investigadores australianos Bill Mollison y David Holmgren se

dedicaron al estudio de los sistemas agrícolas que se mantenían estables en la isla de Tasmania, comparándolos con los métodos industriales que se empleaban en otros países para la producción agrícola a gran escala.

Estos dos investigadores al igual que otros colegas de su generación comprobaron que los métodos industriales dependían en un alto grado de una serie de recursos que además de que no eran renovables, contaminaban la tierra productiva y el agua disponible tanto para el riego, el consumo de los animales de cría y para el uso humano.

Otro efecto colateral de estas malas praxis era la drástica reducción de la biodiversidad en los terrenos que otrora eran campos fértiles. Como resultado de sus estudios y de su visión orientada al diseño de una nueva agricultura, publican en 1978 un primer libro titulado: *Permaculture One* [5].

Bill Mollison nace en Australia en 1928, y fue un profesional polifacético, biólogo, antropólogo, investigador, profesor de educación media y universitaria, naturalista, activista medioambiental, ganadero marino y cazador de tiburones. En 1981 recibe el Right Livelihood Award (un tipo de nobel alternativo) por su trabajo en diseño ambiental y en 2010 ganó el Premio Nacional Senior de Australia y fue nombrado como Icono Australiano del Milenio. Muere en el 2016 a la edad de 88 años.

El segundo personaje emblemático del movimiento permaculturista es David Holmgren nacido en 1955, todavía vivo y muy activo a sus 63 años. Se formó como ecólogo, ingeniero de diseño ecológico y escritor. Actualmente preside la empresa consultora Holmgren Design Services.

Este movimiento que promueve un tipo de vida sostenible se recrea en una serie de experiencias previas que le sirvieron como aportes a los fundamentos de su teoría. Entre los antecesores del movimiento se encuentra Joseph Russell Smith que publicó en 1929 un libro titulado "*Cultivos arbóreos: una agricultura permanente*", donde presenta los resultados de su larga experiencia cultivando árboles frutales [6].

Smith llegó a interpretar el mundo de una forma holística como un todo interrelacionado de las partes, su libro estimuló el trabajo de dos investigadores japoneses: Toyohiko Kagawa una de las pioneras en el cultivo de los bosques en Japón en la década de 1930 seguida por su coterráneo Masanobu Fukuoka que en la misma década, comenzó a abogar por las técnicas de siembra directa promoviendo lo que él llamó la labranza cero.

Masanobu nace en 1913 y fallece en su Japón natal en el 2008, fue un agricultor, edafólogo, fitopatólogo y filósofo. Autor de varias obras entre ellas: "*La Revolución de una Brizna de Paja*," "*La Senda natural del Cultivo*" y "*La única revolución*". En 1988 recibe el Premio Ramón Magsaysay en la categoría

de Servicio Público, (equivalente al Premio Nobel asiático). El ideó una forma de cultivo a la que llamó "agricultura natural", que no sólo configuró filosóficamente, sino que también practicó a través del llamado método Fukuoka [7].

Este método traspasó las fronteras del Japón y terminó sirviendo como una referencia dentro de agricultura natural en el mundo y en especial en el campo de la permacultura. Fue el creador del método de siembra de semillas Nendo Dango con esferas de arcilla del que hablaremos más adelante.

Otro de los elementos claves en los cuales se centra la Permacultura es en el buen uso del agua, y eso en parte se debe a uno de los antecesores del movimiento otro australiano de apellido Yeomans que publica en 1964 el libro "*Agua para Todas las Granjas*" que sirvió de base para muchos sistemas de riego que se utilizan todavía en varias regiones del planeta [8].

En la década de los 80, el concepto se fue ampliando en dirección al diseño de hábitats humanos sostenibles. Bill Mollison se dedicó a promover las enseñanzas por diversas regiones del planeta en más de 80 países y publicó los célebres manuales que están ampliamente difundidos hoy en día. Al respecto, el Alto Comisionado de Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR) ha elaborado un informe sobre el uso de la permacultura en situaciones de refugio, tras su exitoso uso en los campos de Sudáfrica.

III. LOS TRES PRINCIPIOS ÉTICOS DE LA PERMACULTURA

David Holmgren ideó una ética aplicada a la permacultura basada en tres principios fundamentales:

- *Cuidar de la tierra*

Implica el uso y manejo responsable de los recursos que nos ofrece la vida en nuestro planeta, y que se expresa a través de un conjunto de sistemas complejos, interdependientes, que están en proceso de evolución permanente modificándose a través de los flujos de materia y de energía que suceden en los ciclos naturales.

- *Cuidar de las personas*

Involucra un contenido de orden social donde todos los seres humanos tienen el derecho al acceso a los recursos materiales y al conocimiento e implica también un equilibrio entre el sentido de libertad y al mismo tiempo el de responsabilidad. Como nadie puede aportar un bien que no dispone el cuidado de las personas debe comenzar por uno mismo. Una de las primeras decisiones éticas es la de asumir la responsabilidad sobre la propia existencia y luego cuidar del legado que transmitiremos a nuestros

descendientes. Siempre se trabaja con el principio de la cooperación considerando que la base de la vida en la naturaleza es la cooperación y la sinergia y no la competencia.

- *La redistribución de los excedentes productivos*

Este tercer principio toca la dimensión económica de la sostenibilidad y establece no solo un límite razonable al crecimiento demográfico sino también promueve la reducción del consumismo desmedido, un comportamiento que se ha transformado en una patología de nuestros tiempos y por otra parte el tratar de lograr que no se siga incrementando más la población mundial en una forma exponencial. En primer lugar, se debe trabajar para que todos los sistemas vitales sigan existiendo y puedan multiplicarse y crecer, procurando que todas las personas reciban lo que necesitan para garantizar su existencia.

Dentro de los enfoques teóricos de la permacultura se incluyen elementos de la Autopoiesis formulada por Humberto Maturana y Francisco Varela en su libro *El árbol del Conocimiento* publicado en 2003 [9]. Esta obra propone cambiar el sistema patriarcal destructivo que está utilizando casi toda nuestra energía, inteligencia y nuestra fuerza vital para poder usarlos de una forma más consciente en favor de la creación de una cultura centrada en la vida. Esta nueva subcultura tendría una orientación de corte más matriarcal lo que conduciría a una sociedad más equilibrada, pacífica y sin marcadas jerarquías. La permacultura toma en cuenta también algunos elementos distintivos de la denominada Ecología Profunda que promueve en sus inicios el físico Fritjof Capra en su obra *La Trama de la Vida* publicado en 2006. Como elemento de esta corriente filosófica se tendrá cuidado no solamente en mantener y promover la diversidad de los seres vivos y que estos encajen bien en los diferentes ecosistemas, sino también que cada ser pueda desarrollar todas sus potencialidades creando de forma consciente espacios vitales para todas las especies y facilitando las interacciones entre ellas [10].

Un tercer elemento que contribuye como basamento teórico a la permacultura proviene de la Teoría de Sistemas. Se trata de entender a la naturaleza y de copiarla, de diseñar partiendo de los patrones hacia los detalles orientándose con lo que ya existe. De integrar en vez de segregar fomentando así las potencialidades de todas las formas de vida. Se trata de forma consciente de buscar las soluciones que se encuentran en lo pequeño, en lo lento y en lo descentralizado y se fomenta incrementar la biodiversidad y el desarrollo en las zonas periféricas. Se prepara al individuo para que pueda actuar de forma creativa y para que acepte los cambios en los ciclos vitales y los acompañe.

Se trata de vivir la “topía” en vez de la “utopía”, el momento presente el aquí y el ahora, en vez de solo soñar con un ambicioso proyecto futuro, hay que reconocer lo que existe ahora en vez de desvalorizarlo y sobreponer el materialismo matriarcal al idealismo patriarcal.

IV. La Flor de la Permacultura y el portafolio de sus aplicaciones

La trayectoria del modo de acción de la permacultura comienza partiendo de la ética y de sus principios de diseño y se mueve a través de una serie de campos de acción que se consideran como claves para poder recrear un futuro sostenible. Estos campos están conectados por un camino evolutivo que se representa en forma de una espiral conocida como “La Flor de la Permacultura” (Figura 1). Este proceso parte en un comienzo a un nivel personal y local, para después extenderse a los niveles del colectivo [11].

Cada uno de los “pétalos de la flor” corresponde a un aspecto macro que se debe tomar en cuenta y que hay que desarrollar de una manera sinérgica en conjunción con las otras dimensiones. Al igual que sucede en los ecosistemas todos los campos de una forma u otra están interconectados. Así como es vital la educación para el mantenimiento de la salud física y mental de la población y para la prevención de las enfermedades es un elemento indispensable para poder generar y transmitir el conocimiento lo que a su vez potencia el desarrollo tecnológico algo que debería conducir al uso más racional de los recursos que ofrece la tierra.



Figura1: La Flor de la Permacultura. **Fuente:** Tomado de: https://permacultureprinciples.com/downloads/Pc_Flower_Poster_ES.pdf

El efecto se logra cuando los recursos llegan a los que más los necesitan y eso se logra solo si se puede garantizar una repartición más justa de la tierra y una participación equitativa en las ganancias, acompañado de una distribución equitativa de los excedentes de la producción.

Como resultado de la interacción de los distintos campos de la flor (pétalos), las distintas dimensiones se materializan en un conjunto de posibles aportes a

la solución de los problemas de diversa índole que enfrentan las comunidades.

La (Tabla I) muestra un conjunto de aplicaciones, actividades, técnicas, productos, y servicios en cada uno de los campos que contempla la Flor de la Permacultura.

Tabla I: Aplicaciones de la permacultura. **Fuente:** Elaboración propia

APLICACIONES DE LA PERMACULTURA	
Construcción	Iluminación de los edificios por luz solar. Sistemas de ventilación pasiva. Uso de materiales de construcción a partir de fuentes naturales. Buen manejo del agua y el reciclaje de los desechos. Sistemas de descarga de bajo volumen de líquido. Aplicación de la Biotectura. Construcción autogestionada.
Herramientas y Tecnología	Reciclaje creativo. Empleo de herramientas manuales y de técnicas tradicionales. Uso generalizado de la bicicleta. Transporte compartido. Hornos solares. Obtención de combustibles a partir de desechos orgánicos como el aceite residual. Combustibles de lignocelulosa. Producción de biochar para acondicionar los suelos. Uso de estrategias de cogeneración. Diseño de microturbinas hidroeléctricas y de edificios inteligentes. Uso de micro paneles fotovoltaicos como fuentes de energía localizada.
Educación y Cultura	Diseño de programas de educación en casa. Modelo de educación Waldorf. Desarrollo de artes plásticas y de música participativa. Aplicación de los métodos de investigación activa.
Salud y Bienestar Espiritual	Promoción del parto natural y del proceso de amamantar al recién nacido. Uso de las técnicas y del conocimiento proveniente de la medicina complementaria e integral. Yoga, Tai Chi y otras disciplinas que relacionan el trinomio del cuerpo/mente/espiritu de tradición oriental. Retomar las tradiciones de las culturas indígenas primigenias que conectan con lo espiritual y los valores culturales arraigados en la tierra. Dejar que las personas puedan morir con dignidad.
Finanzas y Economía	Aplicación de sistemas monetarios sin interés con alcance local y regional. Acuerdos para compartir vehículos propios y en alquiler desarrollo y la proliferación de mercados populares con productos locales de agricultura orgánica. Desarrollo del trabajo agrícola de tipo voluntario y del turismo agrario. Comercio e intercambio de cuotas negociables de energía, cupos de carbono. Comercialización en base al ciclo de vida de los productos y del nivel de energía real incorporada en su fabricación. Promover campañas en contra de la obsolescencia programada.
Tenencia de la Tierra y Gobernación Comunitaria	Estimular la creación de cooperativas y de corporaciones. Promover el desarrollo de Eco-aldeas donde se facilite el poder compartir viviendas bajo la figura de propiedades colectivas. Tecnología del Espacio Abierto y toma de decisiones por consenso.
Administración de la Tierra y de la Naturaleza	Desarrollo de huertos bio-intensivos del control biológico de plagas. Producir alimentos de árboles y plantas perennes y anuales en un sistema que imita a un bosque natural. Promover la recolección y conservación de semillas. Aplicación de la acuicultura integral. Recolección de alimentos desperdiciados por la producción comercial.

V. CINCO CONCEPTOS DE LA PERMACULTURA QUE PUEDEN SER APLICADOS EN LA AGRICULTURA URBANA

- *El concepto de patrón*

El uso de patrones de siembra es uno de los rasgos propios de los desarrollos permaculturales que involucran al sector productivo agrícola. [12]

El principio que trasciende detrás de estos patrones es el de copiar una serie de figuras geométricas sobre el terreno, partiendo de la observación de la gama de patrones que existen en la naturaleza. El propósito que se encuentra subyacente con esta técnica es el de maximizar la cantidad y variedad de las interacciones entre los diversos elementos que integran el cultivo, no solo en lo que se refiere a las plantas y a su sustrato sino también a el ecosistema completo que cohabita en el microecosistema.

La presencia de espirales en los cultivos es de uso frecuente, aunque no es el único patrón disponible dentro de la gama de posibilidades.

El patrón de espiral se aprecia desde el movimiento del aire y el agua en los huracanes hasta el diseño de los caracoles. Este tipo de diseño crea un microclima en el que se siembran las plantas de acuerdo a sus necesidades de sol y de humedad y permite tener múltiples direcciones de irradiación solar durante el fotoperíodo. Este tipo de disposición también ayuda a mantener diferentes condiciones de humedad en el suelo.

Si la espiral se diseña contorneando en forma de un montículo las plantas sembradas en la parte superior serán las especies con menor requerimiento de agua, mientras que la plantas que se siembran en la parte más baja del montículo suelen ser las variedades que requieren mayor irrigación.

Es frecuente encontrar en países como México otro tipo de patrón que se denomina chinampas, y que consta de un sistema de cuadrículas de tierra surcado por una serie de canales que incrementan el efecto de borde tierra-agua lo que a su vez aumenta la productividad de los cultivos. Se ha comprobado en diversos cultivos que cada vez que colindan medios de naturaleza diferente y se forma un borde de confluencia se diversifica el número de especies.

Otro tipo de patrón que es muy común en la naturaleza es el de ramificación. Este patrón se repite en la distribución de las ramas de los árboles y en sus raíces y varía en el ancho y la profundidad de los surcos que se distribuyen sobre el terreno al igual que sucede en los ríos.

En el caso de los la proliferación de macro y micro fauna depende del ancho y de la profundidad del

ramal. La distribución de especies animales y vegetales en los diferentes niveles de ramificación está limitada por el oxígeno, el espacio y los nutrientes.

Se observan también variaciones por efecto de la topografía del terreno, por ejemplo en el curso alto del río el agua se oxigena por caídas y por el movimiento (remolinos) mientras que en la parte baja y plana se forman meandros, con curvas grandes, donde la parte externa va más rápido que la parte interna, lo que forma remolinos y oxigena el agua.

- *El concepto de capas*

La estructura en forma de capas constituye otra de las herramientas que se utilizan frecuentemente para diseñar ecosistemas funcionales sostenibles. Un ecosistema maduro tiene un gran número de relaciones entre sus partes componentes. Debido a que las plantas crecen a diferentes alturas, una comunidad diversa es capaz de crecer en un espacio relativamente pequeño. Este tipo de enfoque permite el crecimiento de diversas especies de plantas siguiendo un patrón vertical.

Este tipo de herramienta se basa en los conocimientos provenientes de la denominada agroforestería que es una variante de la jardinería forestal que ha sido adaptado como un sistema sustentable para la producción de alimentos basado en el cultivo de plantas de bajo mantenimiento.

Uno de los componentes claves del sistema es la denominada estructura de siete capas en la que participan en orden descendente: árboles frutales, árboles de nueces, arbustos, hierbas y verduras hongos y líquenes y por último en el nivel inferior del subsuelo actúan las lombrices como procesadoras del material orgánico y productoras de humus [13].

Aplicando el enfoque de asociación de cultivos (gremios), la diversidad de especies de plantas pueden entremezclarse para crear una sucesión de capas y así poder formar un hábitat que suele ser muy productivo.

Uno de los pioneros de este tipo de desarrollo fue Robert Hart, que le dio el nombre de "jardinería forestal". Hart comenzó con este tipo de estrategia en Inglaterra, desde inicios de la década de 1980. Su enfoque se inspiró en parte por su observación de los huertos familiares en Kerala (India).

Bill Mollison, a quien ya mencionamos como uno de los fundadores de la permacultura visitó a Robert Hart en su jardín forestal en 1990 y desde ese entonces, el sistema de siete capas propuesto por Hart ha sido incorporado como un elemento común de diseño en la permacultura [14].

Los jardines forestales son probablemente una de las más antiguas formas de uso de la tierra y uno de los agroecosistemas más resilientes.

En el norte de África, los oasis son otro ejemplo de la jardinería forestal aplicando la estrategia de estratos o capas, incluyen con frecuencia a las palmeras altas que producen dátiles y dan sombra, los árboles frutales en la capa intermedia y las legumbres en la capa más baja. Desde el punto de vista agroforestal, quizás el país más avanzado del mundo sea el estado indio de Kerala, que cuenta con no menos de tres millones y medio de jardines forestales.

- *El concepto de gremios*

Un gremio es un grupo de especies en las que cada una de las integrantes del conjunto proporciona una serie de funciones, que pueden ser específicas o diversas y que actúan en armonía con las otras especies que cohabitan con ellas, en ese caso se les suele denominar con el término de gremios de apoyo mutuo. En este sentido, las interacciones entre las plagas y las funciones de las distintas especies de plantas involucradas son de gran importancia en la combinación de los cultivos. Dentro de este concepto, se toma en cuenta también las relaciones que se establecen con el mundo animal (insectos, anélidos, etc.) y con la microbiología del suelo.

Los gremios incorporan se incluyen plantas que se cultivan específicamente para la producción de alimentos, y también se incluyen otras especies vegetales que poseen raíces primarias lo que les permite extraer los nutrientes desde las profundidades de la tierra, otras participan en el gremio por el hecho de que fijan el nitrógeno en el suelo, ciertas plantas atraen insectos benéficos, y otras repelen los insectos dañinos. Cuando se agrupan juntos en un consorcio mutuamente beneficioso forman un gremio de apoyo mutuo.

En la permacultura los gremios están conformados por una asociación cercana de especies que se agrupan alrededor de un grupo central. Esta asamblea actúa en relación con el elemento central para asistirle a nivel de salud, ayudar en el manejo del cultivo o para amortiguar efectos medioambientales adversos en la zona.

Entre los posibles beneficios que aporta la estrategia de gremios de apoyo mutuo se pueden incluir: la reducción de la competencia radicular de las hierbas invasoras, la cobertura física contra las heladas, las quemaduras por el exceso de radiación solar o los efectos deshidratantes del viento [15].

- *El concepto de efecto de borde*

El efecto de borde se genera mediante la yuxtaposición de ambientes contrastantes en un

ecosistema. Los permaculturistas argumentan que donde los sistemas que son muy diferentes se encuentran hay un área de intensa productividad y se crean una serie de conexiones que pueden ser muy útiles en términos de variedad y de productividad de los cultivos [16].

Esta técnica se desarrolla en los diseños permaculturales, utilizando los diseños en forma de espirales que ya se mencionó y por la creación de estanques con “costas ondulantes” en lugar de un simple diseño de figuras geométricas como círculos y óvalos con el propósito de incrementar el perímetro de borde para un área dada.

Los efectos de borde crean fragmentación de hábitats y la magnitud de sus efectos son muy marcados cuando los hábitats han sufrido una fragmentación severa; en estos casos el efecto puede llegar a ser contraproducente y puede ocurrir lo contrario de lo que se pretende disminuyendo la biodiversidad.

La fragmentación de hábitat es un proceso de cambios ambientales importante para la evolución y la biología de la conservación. Usualmente es definida como aquel proceso en el cual una gran extensión de hábitat es transformada en un número de parches más pequeños que se encuentran aislados entre sí por una matriz con propiedades diferentes a la del hábitat original.

El proceso de fragmentación genera paisajes y fragmentos con determinadas características, que en su conjunto describen los atributos espaciales del hábitat.

Estas características se pueden agrupar en cinco categorías que en conjunto y/o de forma individual pueden afectar la viabilidad y el éxito del cultivo: el área del fragmento, el efecto de borde, la forma del fragmento, el aislamiento de los fragmentos y la estructura que permanece intacta en la matriz. Se hace casi evidente que se requiere de experiencia y un considerable grado de experimentación para lograr los resultados óptimos al aplicar este tipo de estrategia como herramienta.

- *El concepto de siembra aplicando la técnica de pildorización (Nendo Dango)*

El significado del término Nendo Dango acuñado por Fukuoka viene de la conjunción de la palabra Nendo que se relaciona con la división del tiempo o las épocas en japonés mientras que Dango, es el nombre de una comida japonesa, compuesta de una esfera elaborada con mochiko que se fabrica con harina de arroz y que se suele servir acompañando el té verde.

Esta esfera tiene el tamaño y la forma de una bola de ping pong, y fue la fuente de inspiración que guió a Masanobu Fukuoka al desarrollo de un

procedimiento de siembra que a su vez le condujo a una serie de ensayos a nivel internacional, con el logró en buena medida de un mayor nivel de proliferación y de crecimiento de la población vegetal en las zonas áridas de varios países.

Las esferas de arcilla (píldoras) contienen en su interior un conjunto de semillas de varias especies que fueron escogidas en base a sus características particulares que les conducen a establecer una relación cooperativa desde el momento de su germinación siguiendo la estrategia de gremios que mencionamos antes.

Esta técnica no es nueva, ya se utilizaba antiguamente en el Oriente Medio, en Egipto y en África. Masanobu Fukuoka la redescubrió y la fue desarrollando durante 60 años como un método de agricultura natural para frenar la desertificación.

La técnica que propone Fukuoka para la producción del Nendo Dango recibe el nombre técnico de pildorización. Este sistema consiste en embadurnar semillas en una capa de arcilla y haciendo bolas de un grosor determinado que dependen del tamaño de las semillas [17].

El fin es el de mantener las semillas protegidas una vez que es depositada en el terreno y evitar así que sea alimento de pájaros, roedores u otros animales. Las semillas recubiertas por la capa de arcilla permanecen en la espera de la época lluviosa, en ese momento la arcilla absorbe el agua y la semilla la utiliza para poder germinar rompiendo la cápsula que la contenía. Este sistema es mucho más eficiente, según Fukuoka, que los métodos tradicionales de reforestación.

Existen dos métodos de pildorización: el sistema manual y el mecánico.

El primer paso en ambos métodos es llevar a cabo la selección apropiada de las semillas. La mezcla de semillas que generalmente se usa en esta técnica está compuesta en general por un 50 % de variedades de especies de frutales y forestales, un 30% de variedades de hortalizas y un 10% de tipos de cereales el 10% restante se completa con otras especies de plantas como las leguminosas que incrementan los niveles de nitrógeno en el suelo.

El procedimiento consiste en hacer una mezcla de semillas con arcilla cribada y agua y el resultado final que conduce a la germinación de las semillas depende de varios factores entre los que hay que tomar en cuenta entre otros el tipo de arcilla y el clima de la región donde se efectúa la siembra.

Una vez que se secan a la sombra las bolitas son esparcidas sobre la superficie del terreno.

En el sistema mecánico la etapa de elección de semillas y de arcilla se hace igual que en el proceso manual solo cambia la escala y para el mezclado se utiliza una máquina de fabricar hormigón de tipo convencional tomando la precaución de retirarle las aspas.

El proceso se debe hacer lentamente, se van añadiendo poco a poco la arcilla y el agua y en algunos casos se incorporan como aditivos papel triturado o algodón a la mezcla para darle una mayor plasticidad a las bolitas sobretodo en caso que se quiera realizar la reforestación desde aviones o helicópteros.

V. CONCLUSIONES

Intentar confinar una parte de la producción agrícola en un ambiente tan hostil como son las ciudades sin lugar a dudas plantea un reto de considerable alcance. Si bien el tema no es novedoso se ha evidenciado un desarrollo importante de este campo de estudio en las décadas recientes.

Dentro de la gama de retos que se plantean con el tema de la agricultura urbana está el de lograr aprovechar al máximo el terreno disponible y de potenciar la cooperación entre la diversidad de especies que se pueden cultivar en estos ambientes "artificiales".

Otro aspecto que se debe tomar en cuenta es el de la productividad de forma que el rendimiento por hectárea permita que el nivel de la producción sea atractivo y así poder resarcir el esfuerzo empleado.

A lo largo del desarrollo de este artículo, pudimos comprobar que la permacultura, al igual que cualquier otra cultura, involucra un término bastante difícil de poder definir en pocas palabras, y nos aventuramos a considerar que una buena parte de esa dificultad se debe a su naturaleza compleja.

La vida ciertamente es un sistema complejo, debido a sus múltiples asociaciones y a las interacciones que se generan entre los distintos niveles de organización partiendo del nivel molecular al celular, desde este al tisular proyectándose de los órganos a los individuos y de estos a las comunidades y a los ecosistemas con efecto final de nivel planetario.

La Hipótesis Gaia propuesta por Margullis y Lovelock en los años 80 invirtió el paradigma que hasta ese momento se encontraba vigente, al menos en occidente: cuando en el planeta que compartimos con otras especies llegó a presentar las condiciones aptas para la vida esta surgió como un simple corolario de alguna ecuación quizás de carácter no determinista.

Para bien de la ecología y del planeta, hoy compartimos otro tipo de visión y es muy probable que el fenómeno que llamamos vida haya sido responsable de cambiar las condiciones del planeta logrando así su proliferación y su evolución. Tal vez el pensar de esta forma nos permita lograr

aportes novedosos y avances más significativos en el desarrollo de los cultivos en zonas urbanas, apoyándonos en los viejos y en los nuevos conceptos de esta mezcla de arte y de ciencia que plantea la permacultura.

REFERENCIAS

- [1] Fundación CIARA (2012) "El proyecto de desarrollo y consolidación de la agricultura urbana".. http://www.ciara.gob.ve/agricultura_urbana.htm
- [2] 2. Fernández de Casadevante, J.L. (2011) "Huertos comunitarios: sembrando otras formas de habitar la ciudad". *El ecologista*, nº 70, pp. 43-47
- [3] Moran Alonso, N; Hernández Aja, A. (2011) "Historia de los huertos urbanos: de los huertos para pobres a los programas de agricultura urbana ecológica ". En: *Actas del I Congreso Estatal de Agricultura Ecológica Urbana y Periurbana*. Valencia: SEAE, 12 p.
- [4] Holmgren, D. (2013) "Permacultura. Principios y Senderos más allá de la Sustentabilidad". Kaicron.
- [5] Mollison, B. y Holmgren D (1978) " Permaculture One" . Transworld Publishers (Australia) .
- [6] Smith J.R. (1929) "Cultivos arbóreos: una agricultura permanente", 1929 citado en : <https://hisour.com/es/permaculture-40380/>
- [7] "El trabajo de Masanobu Fukuoka". Publicado por EcoHabitar en 5 diciembre, 2011
- [8] Yeomans, P.A.(1973) " Water for Every Farm: A practical irrigation plan for every Australian property" K.G. Murray Publishing Co. Pty, Ltd, Sydney, N.S.W., Australia.
- [9] Maturana H y Varela F (2003) " El árbol del conocimiento. Las bases biológicas del conocimiento humano" Lumen Editorial Universitaria. 208 p.
- [10] Capra F. (2006) "La Trama de la Vida: Una nueva perspectiva de los seres vivos". Editorial Anagrama, Colección Argumentos. 368 p.
- [11] "La Esencia de la Permacultura". Asociación Cambium PermaCultura. Barcelona. España. Citado en: https://files.holmgren.com.au/downloads/Essence_of_Pc_ES.pdf
- [12] Holmgren D " La Esencia de la Permacultura " Resumen de los principios y los conceptos generales Citado en : http://www.tierramor.org/PDFDocs/EsenciaPC_EBook.pdf
- [13] Bruce, J. W. (1996). "Cultivo de árboles, economía doméstica y seguridad alimentaria". Seguridad alimentaria familiar y silvicultura: análisis de los problemas. Análisis de los problemas socioeconómicos. Roma: FAO.
- [14] Hart, R. (1982) "Forest Gardening ". Green Books (UK)
- [15] Williams, SE; Hero, JM (1998). "Rainforest frogs of the Australian Wet Tropics: guild classification and the ecological similarity of declining species". *Proceedings. Biological sciences (The Royal Society)* 265 (1396): 597-602. doi:10.1098/rspb.1998.0336. PMC 1689015. PMID 9881468.
- [16] Peña J.; Monroy ; Alvarez F y Orozco M. (2005) " Uso del efecto de borde de la vegetación para la restauración ecológica del bosque tropical" D.R. © TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 8(2):91-98.
- [17] 17. Fundación + Arboles (2018). Manual de reforestación con Nendo Dango. Citado en: <http://www.masarboles.org/es/manual-nendo-dango/>