



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL

**“CIUDADES PRODUCTORAS DE ALIMENTO
UN RETO PARA EL DISEÑO INDUSTRIAL.”**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRO EN DISEÑO INDUSTRIAL

P R E S E N T A

FRANCISCO BARRENECHEA VIVES

TUTOR PRINCIPAL

MDI. ERICK IROEL HEREDIA CARRILLO
Facultad de Arquitectura

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR

DRA. ESTELA SANDOVAL ZAPOTITLA
Instituto de Biología

DRA. AMAYA LARRUCEA GARRITZ
Facultad de Arquitectura

MDI. JULIAN COVARRUBIAS VALDIVIA
Facultad de Arquitectura

MDI. ANA MARIA LOSADA ALFARO
Facultad de Arquitectura

Ciudad Universitaria
Ciudad de México noviembre 2020



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

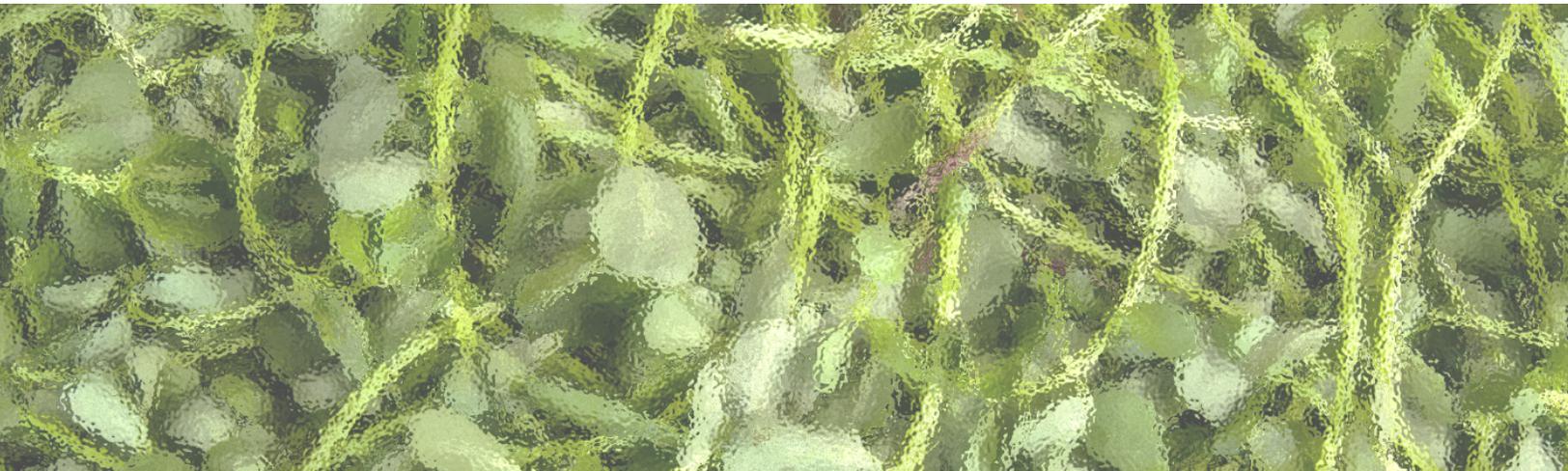
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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.

CIUDADES PRODUCTORAS DE ALIMENTO. UN RETO PARA EL DISEÑO INDUSTRIAL

Francisco Barrenechea Vives

**Posgrado en Diseño Industrial
Universidad Nacional Autónoma de México
Noviembre 2020**



A mi esposa e hijos, por dale sentido a mi vida y por ser el impulso que me
lleva a ser cada día una mejor versión de mí.

A mi madre, por ser la luz que guía mis pasos.

A mi hermana, por su incondicional apoyo ante cada reto que se me
presentó.

Así como, a mi querida Mayra Martínez quien me enseñó a expresarme sin
temor y con las palabras adecuadas.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

1. EL DERECHO A LA ALIMENTACIÓN
2. RETOS ENFRENTADOS POR LA AGRICULTURA EN LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS
3. LA ENERGÍA COMO FACTOR CLAVE PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA
4. DESARROLLO DE LA AGRICULTURA EN AMÉRICA LATINA

ÍNDICE DE TABLAS Y GRAFICAS

Tabla No. 1. Desnutrición mundial, cantidades y porcentajes en periodos específicos.	7
Cuadro No1. Índice per cápita de producción de alimentos, calorías. (1990-2009).	8
Tabla No 2. Subnutrición o hambre crónica en países en desarrollo	10
Tabla No 3. Pobreza y pobreza extrema en la república mexicana	12
Tabla No 4. Pobreza y pobreza extrema en la Ciudad de México	13
Tabla No 5. Población nacional con anemia	13
Tabla No 6. Población con anemia en la Ciudad de México	13
Gráfico 2.1 Evolución de la población mundial y consumo de alimentos	28
Gráfico 2.2 Tendencias según ingresos en América Latina	29
Cuadro 2.1 Consumo Per cápita de alimentos en el mundo y percepción promedio	30
Gráfico 2.4 Valor de ciertos alimentos en la producción mundial (%).	32
Tabla No 7. Espacios y sistemas de producción agrícola urbanos	66
Cuadro No 2. Superficie verde por habitante bajo manejo en CDMX	81
Gráfico 3. Grandes regiones geoeconómicas de México con mayor cantidad de especies representativas	88
Tabla 8. Composición nutricional de la espinaca (Heaney, 1988)	95

ÍNDICE DE IMÁGENES

(Fig. A): Técnica hidropónica (NTF) Zigzag, imagen donada por BIODIVERSA S.A.	106
(Fig. B): Técnica hidropónica (NFT) Sistema de pirámide	107
(Fig. C) Fotos del Prototipo "X"	108
(Fig. D) Sistema cortina. Aplicación en edificaciones	109
(Fig. E) Sistema Sombra	110
(Fig. F) Máquina	116

RESUMEN:

El presente trabajo presenta una innovación, la cual abarca un amplio panorama sobre uno de los temas que preocupa en la actualidad a los científicos ambientalistas de todo el mundo: cómo se logrará alimentar a la población humana en un futuro próximo. Esto ha derivado como uno de los muchos problemas surgidos a partir de la controvertida relación entre el hombre y la naturaleza, el crecimiento demográfico y el calentamiento global. Desde un recuento sobre la seguridad alimentaria, los sistemas agrícolas de la historia con sus políticas industrializadas de monocultivo el daño a la tierra y la contaminación de las aguas de ríos y mares, así como los cambios hábitos de alimentación de la humanidad hasta un punto definido de la agricultura urbana. Un aspecto ecológico sobre la agricultura un deseo de integrarla a las grandes urbes, y con esto cubrir necesidades alimentarias de sus pobladores, se crea una propuesta que es parte de los sistemas probados por científicos de crear ciudades sustentables con modelos de autosuficiencia, que cumplan con factores ambientales amigables con el medio ambiente, es una innovación de máquina para cultivo vertical de plantas de hoja y especies subutilizadas del campo en México, una máquina que se pueda colocar en una vivienda unifamiliar o en cualquier espacio de cuatro m², que se mueve, para que circulen las plantas de frente al sol continuamente y su automatización permita un manejo sencillo de los cultivos, con energía solar y recirculación de agua pluvial, que sea un modelo fácil de instalar que se pueda usar en serie para grandes espacios, con la finalidad de colocarse también en los parques, azoteas, escuelas, etc., de los espacios destinados a áreas verdes en la urbe, un sistema de cultivo que ahorre energía en varios aspectos al acercar los alimentos a los habitantes, alimentos orgánicos, libres de químicos contaminantes, que no deje huella de carbono.

SUMMARY

On the present work I'll try to present an innovation which embraces a wide range on a subject that presently worries environment scientists in the whole world: How to feed the human being in the near future. This is just one of the many problems emerging from the controversial relationship between man and nature, the population growth and global warming. From a recount on food security, the agricultural systems throughout history, with their policies on industrialized monoculture damaging the soil and the pollution of waters from rivers and oceans, as well as the changes of feeding habits of the population towards a definite point on urban agriculture. An ecological point of view on agriculture, a willingness to integrate it in the great cities and therefore cover the feeding necessities of the population, a proposal emerges which is part of the scientific tested systems to create sustainable cities with models of self-sufficiency that comply with Environmental factors. is a machine innovation for vertical cultivation of leaf plants and underutilized species of the field in Mexico, a machine that can be placed in housings for one family or any space with 4 sqm that moves in order that every plant faces the sun continuously and the automation allows a simple handling of the crops, it used solar energy and the and recirculation of rainwater, that is an easy model to install and which can be used in sequence for great spaces, with the purpose of installing them in parks, roofs, schools, etc. on green areas in cities. A crop system that saves energy in various levels when approaching the foods to the urban spots, organic crops, free from polluting chemical, without leaving footprint of carbon.

1

Capítulo 1

EL DERECHO A LA ALIMENTACIÓN

*El hambre crónica y el hambre oculta en el mundo.
El Caso México*

INTRODUCCIÓN

La motivación principal de la presente investigación radica en su potencial para contribuir en el logro de una nueva concepción de ciudad, donde los centros altamente poblados no dependan de modo exclusivo de recursos energéticos provenientes del exterior, si no que sean ciudades autosuficientes en la producción de alimentos, capaces de aprovechar sus propios residuos, potencializando su valor energético. Ciudades que puedan funcionar como un ecosistema conveniente para la raza humana, en simbiosis con el resto de los ecosistemas y propiciando beneficios tangibles al bienestar del planeta. Así mismo, la idea consiste en poder conjugar esto con una significativa aportación a la seguridad alimentaria, al producir alimentos, en las áreas donde serán consumidos, prescindiendo así de las graves implicaciones de transportarlos desde las zonas rurales y, en ocasiones, desde otros países.

Esta oportunidad de permitir al ser humano cumplir con una necesidad tan básica como es el procurarse un plato de alimento, es de valor y es algo que ha preocupado desde hace ya varios años a los investigadores.

1.- EL DERECHO A LA ALIMENTACIÓN

El derecho de todo ser humano a una seguridad alimentaria es, sin duda, incuestionable y no debería depender sólo del buen juicio de algunos. En septiembre de 1963 el presidente de los Estados Unidos de Norte América, John F. Kennedy, declaró ante la Asamblea General de las Naciones Unidas, con elocuentes palabras, que nos encontrábamos en un momento privilegiado pues: “Nunca antes en la historia el hombre ha tenido la capacidad de controlar su entorno, como para terminar con el hambre, para conquistar la pobreza y la enfermedad, para desaparecer el analfabetismo y la miseria. Tenemos el poder de hacer de esta generación la mejor en toda la historia de la humanidad o para hacerla la última.”¹

Años más tarde, en Roma, en 1974 durante el primer *World Food Summit*, auspiciado por la ONU a través de la Organización de Alimento y Agricultura (FAO), el entonces secretario de Estado de EUA, Henry Kissinger, dijo que en diez años no habría un solo niño que tuviese que ir a la cama con hambre. Sin embargo, han transcurrido las décadas y los comités internacionales nos recuerdan lo que somos capaces de lograr: “Somos la primera generación en la historia con la habilidad de erradicar del planeta la pobreza extrema. Los grandes reyes y emperadores del pasado no comprendían cómo hacer esto. Pero, ahora básicamente sabemos lo que se requiere y contamos con todos medios necesarios. Lo único que se necesita es la voluntad de los políticos para simplemente decidirse y hacerlo.”²

Así, resulta lamentable escuchar a los líderes mundiales una y otra vez reconocer las potencialidades de nuestros avances como civilización y no hagan más que evidenciar la falta de voluntad para enfrentar los retos. Ante esto, durante la Cumbre Mundial sobre la Alimentación, de 1996 la FAO, con la intención de hacer tangible el problema y fijar metas y compromisos reales, se asignó oficialmente la siguiente definición al término de seguridad alimentaria:

“Existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos, a fin de llevar una vida activa y sana”.¹

La ONU, en los albores del presente siglo, mediante el programa “*Millennium Development*”, estableció como meta para 2015 la reducción a la mitad del número de personas en condiciones de hambre. En ese momento, la cifra presentada fue de 840 millones. Por lo tanto, hoy debería haber descendido, por lo menos, a 240 millones. Sin embargo, en el análisis de los datos proporcionados por la misma organización se observa que 805.3 millones, de los 7.3 billones de habitantes del mundo, es decir una de cada

nueve, continúa padeciendo desnutrición y hambre crónica en el periodo del 2012 al 2014.

No obstante, esta organización, asegura que la meta de *Millennium Development* es realizable, pues 63 países han alcanzado 50% de su propósito, y citando, además dentro de estos países, cómo 11 han logrado reducir sus porcentajes de desnutrición por debajo del 5%

Tabla No. 1. DESNUTRICIÓN MUNDIAL, CANTIDADES Y PORCENTAJES EN PERIODOS ESPECÍFICOS.

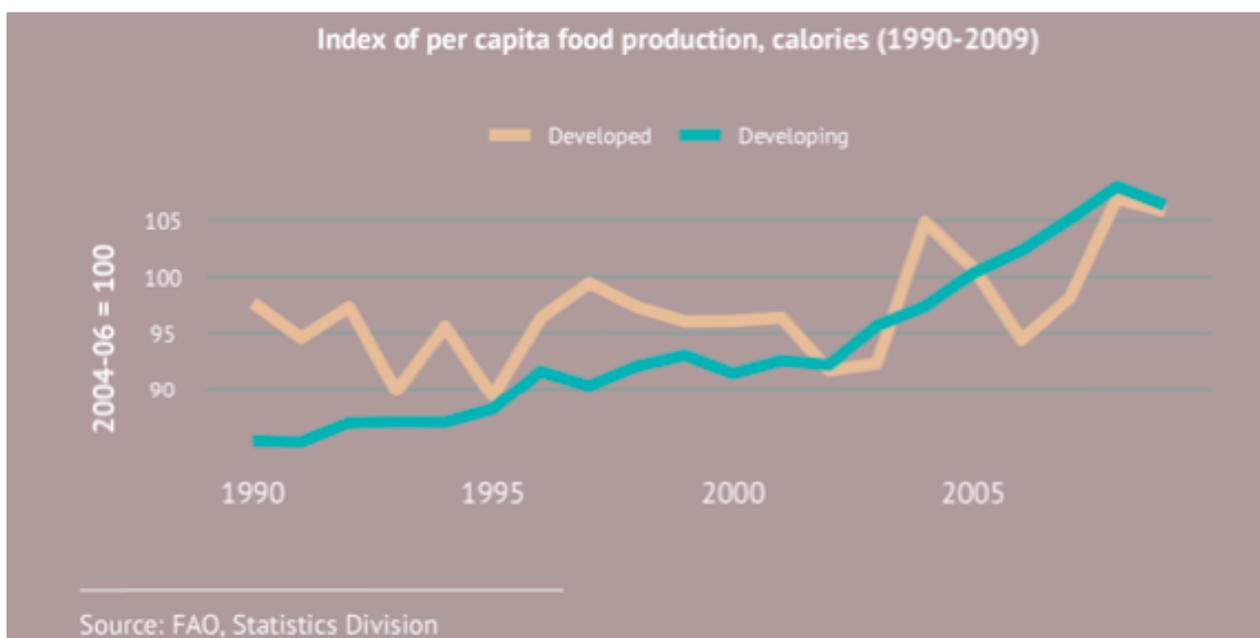
PERIODO	1990-1992 MILLONES	1990-1992 %	2012-2014 MILLONES	2012-2014 %
MUNDIAL	1,014.5	18.7	805.3	11.3
PAÍSES DESARROLLADOS	20.4	<5	14.6	<5
PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO	994.1	23.4	790.7	14.5
ÁFRICA	182.1	27.7	226.7	20.5
SUB-SAHARA	176.0	33.3	214.1	23.8
ASIA	742.6	23.7	525.6	12.7
ESTE DE ASIA	295.2	23.2	161.2	10.8
SUR-ESTE DE ASIA	138.0	30.7	63.5	10.3
SUR DE ASIA	291.7	24.0	276.4	15.8
AMÉRICA LATINA	68.5	15.3	37.0	6.1
OCEANÍA	1.0	15.7	1.4	14.0

Fuente: FAO *The State of Food Insecurity in the World 2014*

La población mundial en el periodo 1990 –1992 era de 5.263.593.000 – 5.300.217.000. En el periodo 2012 – 2014 de 7.103.000–7.244.000 Entre 2010 y 2014, la población del mundo aumentó a una tasa anual de 1.2%, considerablemente por debajo de 1.5% anual que se registraba en etapas anteriores.

La cuestión es que este tipo de cifras prevalece, aun cuando la producción de alimentos presenta un incremento per cápita significativo y constante por décadas, incluso durante las crisis del precio de los alimentos del 2008.

CUADRO NO. 1. ÍNDICE *PER CÁPITA* DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS.



Fuente: FAO *The State of Food Insecurity in the World 2014*

Por otro lado, si bien es cierto que en 1948 se estableció por primera vez el derecho a la alimentación, cuyo cumplimiento se hizo obligatorio en 1966 para los países miembros de la ONU, que firmaron y ratificaron el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales,² el cual reconoce, en el inciso 2 del artículo 11, el derecho fundamental de toda persona a estar protegida contra el hambre,³ y fue hasta 1992 que la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y la Organización Mundial de la Salud (OMS, por sus siglas en inglés) realizaron la Conferencia Internacional sobre Nutrición (CIN), primera en abordar los problemas nutricionales en el mundo.⁴ Diecinueve años más tarde, con la Reforma Constitucional de octubre del 2011, nuestro país estableció que: “Toda persona tiene derecho a la alimentación nutritiva, suficiente y de calidad. El Estado lo garantizará”.⁵

Ahora bien, en el tema de desnutrición y el hambre habría que ser más específicos, pues es importante conocer las clasificaciones, así como diferenciar las causas y consecuencias de estas, como es el caso del hambre oculta.

1.1.- El hambre crónica y el hambre oculta en el mundo

Según datos de la FAO, la subnutrición en la población mundial del período 1990-1992 afectaba a mil millones de personas, de las cuales 20 millones pertenecían a las regiones desarrolladas y 980 millones a las regiones en desarrollo⁶ cifras que se disminuyeron significativamente en 2012-2014, cuando el número de subnutridos en el mundo bajó a los 805 millones: 14 millones en países desarrollados y 791 millones en países en desarrollo.⁷

La Tabla No. 2 muestra cómo se ha distribuido la población con hambre crónica en las regiones en desarrollo al paso del tiempo, y hasta nuestros días. En ella podemos observar que, aunque en términos generales la cantidad de personas con hambre crónica disminuyó 189 millones entre 1990 y 2014, en tanto la población con subnutrición en el África lejos de disminuir aumentó al pasar de 175 millones a 227 millones en dicho lapso, es decir, incrementó en 52 millones. Llama la atención la disminución del hambre crónica reportada en ese lapso para América Latina y el Caribe, pues se dice que desapareció en 28 millones de individuos.

REGIÓN	1990-1992*	1999-2001*	2004-2006*	2007-2009*	2012-2014**
África	175	205	210	220	227
Asia	739	634	620	581	526
América Latina y el Caribe	65	60	54	50	37
Oceanía	1	1	1	1	1
TOTAL	980	900	885	852	791

Fuentes: * (FAO, *s/f*, p. 9) y ** (FAO, 2014c)
Elaborada por el autor del presente artículo.

Lo anterior nos permiten preguntarnos: ¿Ha variado el hambre oculta, como lo hizo el hambre crónica en la población mundial de 1990 al 2014? No lo sabemos, pues la información obtenida sólo permite afirmar cómo entre 2012 y 2014 se detectaron dos mil millones de personas en el mundo que padecen hambre oculta⁸ frente a los 805 millones con hambre crónica.

Esto hace un total de 2,805 millones de seres humanos con hambre en el planeta Tierra, equivalente a 39.37% de la población mundial⁹ de 2013, que según el Banco Mundial (2014) ascendió a 7,124.5 millones en ese año.



Los doctores Pablo Andrés Ferreyra y Nancy Raquel Vallejos¹⁰ afirman que la subnutrición o hambre crónica está directamente asociada a la carencia de alimentos debido, principalmente, a la pobreza, mientras consideran al hambre oculta como producto de la ingesta de comida “chatarra”, rica en grasas y azúcares, pero deficiente en vitaminas y minerales, en poblaciones con un mayor nivel socioeconómico. Sin embargo, considero que ambos tipos de hambre están íntimamente relacionados con la pobreza, ya entendida como “una situación de degradación generalizada (nutrición, educación, sanidad), que afecta a los individuos tanto física, como fisiológica y psicológicamente, privándoles de sus capacidades básicas e incapacitándoles para ejercer sus derechos y mejorar su calidad de vida”, o concebida como pobreza económica, es decir, como “aquella que priva a los individuos de la libertad necesaria para satisfacer el hambre, para conseguir un nivel de nutrición suficiente, para poner remedio a enfermedades tratables, vestir dignamente, tener una vivienda aceptable o para disponer de agua limpia o de servicios sanitarios”.¹¹

Respecto a la prevalencia mundial causada por la ausencia de los principales micronutrientes que dan lugar al hambre oculta, cabe señalar cómo de los dos mil millones que la padecen todas presentan anemia por falta de hierro; 1,600 millones de ellas sufren, además, carencia de yodo¹²; y 800 millones también tienen déficit de vitamina A¹³. La gravedad de la carencia de estos micronutrientes se hace patente cuando referimos los efectos causantes en la salud de los seres humanos, a saber, la anemia por falta de hierro provoca en el embarazo mayor morbilidad¹⁴ y mortalidad de la madre, así como más riesgos para el feto; en el ámbito laboral, menor rendimiento de las personas y una mayor incapacidad para que realicen tareas que exigen energía; respecto a la salud, menor resistencia frente a las infecciones y entorpecimiento de la respuesta inmunitaria.¹⁵

- La falta de yodo es la principal causa de lesiones cerebrales y retraso mental en la infancia; altera el desarrollo cognitivo y motor del menor; merma la productividad en adultos; y propicia la disminución del coeficiente intelectual.¹⁶

- La carencia de vitamina A produce lesiones oculares y ceguera; mecanismos defectuosos de defensa inmunológica; anorexia; adelgazamiento; disminución de las células mucosecretoras; alteraciones en el equilibrio y la motricidad; vaciamiento del estómago; y muerte¹⁷

1.2.- El Caso México

También, llama la atención el que la FAO reporte seis millones de personas con subnutrición o hambre crónica en nuestro país durante el período 1990-1992 y asegure que, a partir de entonces, y hasta el 2014, dicho número disminuyó tanto que no es estadísticamente significativa, así como que la prevalencia de la subnutrición es menor a 5% de la población total en México.

Y digo esto porque, considero al hambre, tanto crónica como oculta, asociada directamente con la pobreza, la cual, según el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social¹⁸ creció en nuestro país, ya que en el 2012 afectó a 3,768,600 personas más que en el 2008 (Ver Tabla No.3). No obstante, asegura que la pobreza extrema disminuyó de manera sensible en el mismo período, al dejar de afectar a 1,444,700 personas de las que la padecían en el 2008 (Ver Tabla No. 3). Al considerar que en 2012 la República Mexicana tenía 117,053,750 habitantes,¹⁹ en ese año estaba en el rango de pobreza 53.93% de la población (45.03% con pobreza, más 8.9% con pobreza extrema), es decir, un poco más de la mitad del país padecía hambre dada su precaria situación, porcentaje absurdo de considerar como estadísticamente no significativo, como lo hace la FAO

Tabla No. 3					
POBREZA Y POBREZA EXTREMA EN LA REPÚBLICA MEXICANA					
(Número de personas de la población total de cada año)					
POBLACIÓN	2008	2010	2012	2012 (%)	Diferencia 2008-2012
Nacional*			117,053,750	100	
En pobreza	49,458,000	52,704,900	53,226,600	45.03	+3,768,600
En pobreza extrema	11,859,300	11,863,100	10,412,600	8.9	-1,444,700

*Fuentes: CONEVAL, 2012; *CONAPO, 2014.
Elaborada por el autor del presente artículo.*

La Ciudad de México (Ver Tabla No. 4), el CONEVAL²⁰ reporta que la pobreza y la pobreza extrema crecieron: la primera, afectando a 99,600 personas más que en el 2008 y la segunda, a 28,300 más que en dicho año. Como, según el CONAPO²¹ en el 2012 habitaban 8,911,665 en esta urbe, esto impactaba a 31.2% de ellas (28.8% con pobreza y 2.4% con pobreza extrema), es decir, un poco más de la tercera parte de su población total padecía hambre, lo que tampoco puede considerarse estadísticamente no significativo, como lo hace la FAO

Tabla No. 4					
POBREZA Y POBREZA EXTREMA EN LA CIUDAD DE MEXICO					
(Número de personas de la población total de cada año)					
POBLACIÓN	2008	2010	2012	2012 (%)	Diferencia 2008-2012
Distrito Federal*			8,911,665	100	
En pobreza	2,465,700	2,537,200	2,565,300	28.8	+99,600
En pobreza extrema	189,600	190,600	217,900	2.4	+28,300

Fuentes: CONEVAL, 2012; *CONAPO, 2014.
Elaborada por el autor del presente artículo.

Por otra parte, resulta importante señalar que la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición²² estudia, entre otros aspectos la anemia, por considerar que su prevalencia es un indicador del estado de salud poblacional, cuya causa más frecuente en México es la dieta deficiente en hierro.

Alarma el hecho de que, si la población total en el 2012 era de 117,053,750 habitantes, como hemos dicho antes, al menos 76.51% de la población padece esta enfermedad. Y digo al menos, porque la Tabla No.5 señala la edad de la población según la cual no fue posible determinar con precisión el tamaño de la prevalencia de la anemia.

Tabla No. 5	
POBLACIÓN NACIONAL CON ANEMIA (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012)	
Edad	(Miles de personas)
12-59 meses	8,956.0
5-11 años	16,523.7
12-19 años	18,256.4
12-49* años	34,705.5
60 o +años	11,115.7
TOTAL**	89,557.3

En cambio, cuando presentan los resultados correspondientes a la Ciudad de México²³ sólo deja fuera a los individuos con menos de 12 meses de edad y reporta los datos correspondientes a la ENSP de 2006 y 2012. De la Tabla no.6 podemos afirmar que en el 2012 hubo 356,000 personas más afectadas de anemia que en el 2006, con la suma de estas en la tabla 6.

Tabla No. 6		
POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE MÉXICO CON ANEMIA (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006 y 2012)		
Edad (años)	2006 (Miles)	2012 (Miles)
1-4	550.0	499.8
5-11	982.9	1,067.9
12-19	1,185.1	1,130.6
20-59	4,447.7	4,881.8
60 o +	1,303.8	1,245.2
TOTAL*	8,469.5	8,825.5

A la luz de lo anterior, el número de personas con desnutrición aumenta en paralelo con el incremento en la producción, y la malnutrición no va de modo estricto de la mano con la falta de alimento, estando en apariencia más relacionada con la deficiente calidad en sus nutrientes, lo cual nos indica que únicamente el incrementar la producción no brinda una solución al problema.²⁴

De tal manera, nuestra propuesta busca contribuir a cimentar la seguridad alimentaria de las familias ciudadanas e incrementar el valor de la producción agrícola en las áreas urbanas y periurbanas de la ciudad de México, en un intento por asegurar el manejo sostenible del medio ambiente urbano, regresando a las manos de las personas la posibilidad de producir su alimento con el costo y la calidad adecuada.

Por supuesto, alcanzar la seguridad alimentaria es un problema complejo, que involucra una serie de factores; entre estos, quizá los más críticos sean la disponibilidad del agua y la energía, ambos elementos esenciales para la producción de alimentos. Si a la fecha es patente el reto de alimentar correctamente a más de mil millones de personas que padecen desnutrición -de los siete mil millones de habitantes a escala mundial-, cómo pretenderlo con dos mil millones más, que se prevé nacerán en el nivel global para el 2050.²⁵

Ante esto, la FAO predice la necesidad de un 70% de incremento en la producción de alimentos, lo cual implica, entre muchas otras cosas, una mayor demanda para los ya comprometidos sistemas, principalmente el suelo y las reservas de agua, recursos que deberán aumentar un 60% según la demanda energética prevista para los siguientes 30 años.

Como se ha detallado en este texto, hay una serie de evidencias que marcan la inminente necesidad de revisar algunas prácticas presentes en el sector agropecuario industrializado, buscando la implementación de técnicas más eficientes y menos agresivas con el medio ambiente. En este sentido, se podría iniciar por centrar la atención en la producción y el suministro, analizando cómo enfrentar a la creciente presión sobre los recursos hídricos, su variabilidad y el impacto en el cambio climático²⁶ o quizá analizar la demanda, para ver cómo una buena gestión al respecto puede aumentar la eficiencia energética en la producción de alimentos, incluyendo conseguir “más cultivos por gota de agua”. Otro acercamiento podría dirigirse a toda la cadena de distribución y logística, para determinar cómo se puede reducir la merma fluctuante entre 30 y 50%, de alimentos, que se pierden y desperdician en su recorrido desde la cosecha hasta el consumo.²⁷

2

Capítulo 2

RETOS ENFRENTADOS POR LA AGRICULTURA EN LA PRODUCCIÓN
DE ALIMENTOS

Breve historia de la agricultura.

Escasez del agua.

Contaminación del agua.

RETOS ENFRENTADOS POR LA AGRICULTURA COMO SECTOR PRIMARIO EN LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS

¿Por qué buscar alternativas en la producción de alimentos? El proponer alternativas a una de las actividades que ha definido a la humanidad desde el inicio de la civilización, no es algo que pueda ser adoptado sin haber pasado por el adecuado tamiz. En este sentido, es de suma importancia para el presente documento encontrar una respuesta contundente ante este primer cuestionamiento, pues de esta dependerá en gran medida el valor de las propuestas.

2.1.- Breve historia de la agricultura

Hace unos 10 mil años, en el Neolítico, un afortunado accidente develó a nuestros antepasados la forma de obtener alimentos del suelo en un sitio deseado, utilizando la semilla. Esta transformación, acentuada por influencia del cambio climático que obligó a las poblaciones a dejar la seguridad de las montañas y bajar a los valles en busca de las cada vez más escasas presas de caza, llevó a esos hombres a la recolección y al almacenamiento de cereales, que pronto pasaron a ser sembrados y cosechados.

La adopción de la agricultura significó para sus usuarios la posibilidad de desarrollar civilizaciones más avanzadas en comparación con otros de sus contemporáneos, debido a los cambios culturales que produjo. El más importante, quizá, fue el paso de grupos nómadas a poblaciones sedentarias, motivado por la necesidad de desarrollar la agricultura y la ganadería.

Por otro lado, la práctica de la agricultura generó, por primera vez en la historia del hombre, la posibilidad de contar con excedentes alimenticios, lo cual trajo consigo un crecimiento demográfico sostenido en el tiempo. La revolución agrícola también condujo a una división y especialización del trabajo, al sólo bastar con que un sector de la población se dedicara a las faenas agrícolas para sustentar a la comunidad, mientras el resto tenía la oportunidad de dedicarse a otras actividades como la artesanía, el arte, el comercio, la construcción y la administración.²⁸

Naturalmente, estas pequeñas aldeas crecerían hasta transformarse en incipientes ciudades, con todo tipo de derivaciones sociales y culturales. Pero, también, es el inicio de una relación distinta con el entorno natural.

En el Neolítico se practicaba una agricultura nómada o itinerante, (la cual todavía hoy se hace en algunos lugares), consistente en abandonar las tierras una vez agotados sus recursos y buscar nuevos suelos productivos. La productividad del suelo se recuperaba entonces dejando descansar la parcela por varios años. No es difícil concluir que la superficie destinada a esta forma de explotación mantuvo un crecimiento muy acelerado, provocando que los territorios fértiles disponibles se volvieran cada vez más escasos y los ciclos de descanso se vieran acortados, lo que tenía un impacto negativo en la producción. Por tanto, esta acción no representó una solución viable por mucho tiempo.

Era necesario habilitar nuevas áreas de cultivo con tierra llena de nutrientes. Los bosques y selvas se distinguían por su rica biodiversidad, y se pensó en abrir espacios para aprovechar toda esta abundancia. La respuesta fue la tala y quema de los árboles, acción con graves consecuencias en el equilibrio de los ecosistemas, al mismo tiempo promotor de la erosión de la tierra y el colapso permanente de la fertilidad de los suelos así tratados.

Las innovaciones agrícolas llevadas a cabo durante el Neolítico concluyeron prácticamente con la introducción de los metales. A partir de entonces inició un periodo histórico, donde las nuevas civilizaciones agrícolas tendieron a mejorar las técnicas ya conocidas, en especial mediante el diseño de mejores herramientas, y a establecer cooperativas. Durante este periodo destacará Roma, cuya economía estaba basada en la explotación de los recursos naturales y el trabajo de los esclavos, centrado en la agricultura y la ganadería. Los romanos fueron innovadores en el desarrollo de técnicas aplicadas a la agricultura, tales como el regadío, el drenaje de tierras, abonado, barbecho o la rotación de cultivos, etc., entre los que destacaban los cereales, como el trigo, el olivo y uno de los más apreciados, la vid.

Se estima que el Imperio Romano comenzó precisamente basado en una sociedad rural de agricultores, sin ninguna relación cooperativa, y alcanzó su máximo desarrollo durante la era cristiana, para convertirse de una sociedad rural a otra sobre todo urbana, que alcanzaría a tocar a numerosos pueblos, constituyendo ese imperio extendido por todo Occidente.

Roma es un referente importante por el conocimiento de los temas agrícolas y la arquitectura aplicada a esa actividad, con robustas obras, como sus acueductos y sistemas de riego. Esta nueva capacidad que permitía contar con tan preciado líquido en tierras alejadas de los cuerpos de agua naturales trajo consigo un renovado impulso a la actividad agrícola, pero en la misma proporción impactó al medio ambiente, cambiando el curso de los cuerpos de agua, permitiendo una explotación de la tierra mucho más intensiva y, por ende, propiciando una mayor explosión demográfica.

Pronto estas incipientes ciudades se convertirían en grandes urbes. Sin embargo, aun con estos avances tecnológicos y hasta la Revolución Industrial, la principal fuente de energía utilizada por la agricultura era el sol. Mediante la fotosíntesis las plantas se desarrollaban, y servían de alimento, incluso para el ganado, que a su vez proveía el fertilizante (estiércol) y la energía de trabajo para el arado de la tierra. Entre otras cosas, en cierta medida esto mantenía un equilibrio, al funcionar más apegado a lo que puede considerarse un ciclo natural.

Con la llegada de la industrialización y la consolidación de la agricultura la producción de alimentos se ha tornado cada vez

más dependiente de energías provenientes del petróleo y sus derivados, potencializando y llevando a niveles insólitos la explotación y producción de la tierra.

Sin duda, hasta el momento la utilización de los hidrocarburos ha posibilitado significativamente la alimentación de una creciente población mundial, facilitando la mecanización del sector agrícola, permitiendo la elaboración de fertilizantes más “eficientes”, así como mejorando el procesamiento y la transportación de los productos.

Como ya se citó, la energía es básica en el desarrollo de la humanidad, y la agricultura no es la excepción. Sin embargo, como también ya se mencionó, el uso de la energía en la agricultura se ha incrementado considerablemente a través del tiempo, trayendo consigo un notable impacto al medio ambiente, con la degradación y erosión de los suelos, la contaminación ambiental causada por las emisiones de dióxido de carbono, la pérdida de calidad de los alimentos y los altos costos energéticos asociados, por lo que ha existido una reducción no sólo de la eficiencia agrícola, sino también de la eficiencia energética.²⁹

Ante lo anterior, se puede observar como algo importante que, en la búsqueda de un incremento de la producción, la productividad, la competitividad y la sostenibilidad de la agricultura, sea una meta paralela a la búsqueda de una estandarización en el nivel global en el uso eficiente de los recursos energéticos, lo cual, de modo inobjetable traducirá en múltiples beneficios para tan importante sector económico.

El afianzar los basamentos de una agricultura sostenible³⁰ y la disminución de los costos se destacan con frecuencia entre los objetivos de los gobiernos mundiales para que sea factible ofrecer seguridad alimenticia a la humanidad en el futuro. En este sentido, el hacer un análisis contextual, con la intención de establecer propuestas de acciones concretas para acometerse en la producción agrícola, implicaría un paso en la dirección correcta, hacia una necesaria unificación de los criterios de sustentabilidad y en pos de lograr una agricultura energéticamente sostenible.

Resulta obvio lo equívoco de continuar con el actual sistema industrializado de producción, empleando riegos de inundación, difícilmente regulables, pues erosionan y permean los suelos, contaminando los mantos freáticos y cuerpos de agua, y que eventualmente desembocan en océanos y mares, alterando estos ecosistemas, manteniendo un consumo excesivo de agua, recurso explotado a escala internacional casi sin controles, ni esquemas de recuperación eficientes.

Al final este sistema, centrado en monocultivos de granos, cereales, forrajes para la cría de animales, y más recientemente para la producción de bio-combustibles, monopoliza el suelo fértil, el cual en el mencionado esquema de producción constituye un recurso indispensable para alimentar a la humanidad en el futuro.

2.2.- Escasez de agua

Reiterando que la producción de alimentos requiere del agua y los alimentos son producidos a través del proceso de fotosíntesis, mediante el cual las plantas manufacturan los carbohidratos, este proceso requiere de dos elementos básicos: el agua y el dióxido de carbono. En la agricultura tradicional esta agua es sustraída por medio de las raíces de la planta, de la humedad acumulada en la tierra gracias a la lluvia. Y a esta forma de adquirirla se le llama “Agua verde”.

Una característica ineludible para el crecimiento adecuado de la planta obliga a la obtención de la cantidad de agua necesaria, que en la producción de alimento es, en verdad, significativa; en comparación una persona requiere de 50 a 100 veces más agua para la producción de su alimento que la consumible en el resto de las actividades de su hogar. El “Agua verde” es un recurso local no regulado para los productores. Sin embargo, no siempre está disponible en cantidad suficiente, de manera que para prevenir afectaciones a la cosecha por su carencia deben recurrir a la aplicación, mediante sistemas irrigación de agua proveniente de lagos y ríos cercanos o del subsuelo, conocida como “Agua azul”, la cual representa un recurso clave para muchas otras

actividades, incluyendo el suministro de agua potable, el agua que requiere la industria y la producción de energía. De esta forma, es fácil predecir que el aumento en la población traerá consigo fuertes dilemas para el sector agrario en sectores donde escasea la lluvia. “La capacidad que posee un país para producir alimento está directamente limitada por la cantidad de agua disponible para sus campos de siembra”.³¹

En un análisis para determinar posibles perspectivas para el año 2050, realizado por la Universidad de Estocolmo en conjunto con el PIK, de Berlín, se plantearon dos diferentes escenarios con las tendencias alimenticias actuales, únicamente con variaciones en la cantidad de proteína animal consumida:

1.- 3,000 Kcal/persona-día 20% calorías de fuente animal

2.- 3,000 Kcal/persona-día 5% calorías de fuente animal

Donde la primera representa la directriz actual. El estudio concluye que no será suficiente el agua disponible en los campos de siembra actuales para la producción de alimento necesario ante la explosión demográfica prevista, si se continúa con la tendencia alimenticia actual, (común de los países occidentales). Sin embargo, con una reducción significativa en el consumo de calorías proveniente de fuentes animales será suficiente el agua y la producción de alimentos, siempre y cuando se consiga una distribución global adecuada de los alimentos. Lo cual hasta el momento no se ha logrado.³²

2.2.1.- Contaminación del agua

Como se ha venido señalando, dentro de los problemas prioritarios de nuestro tiempo, quizá, únicamente después del relativo a la disponibilidad de agua potable, es el del acceso a los alimentos. La necesidad acuciante de producir alimentos en cantidad suficiente ha repercutido en las prácticas agrícolas de todo el mundo, como es el caso del uso generalizado de la mecanización, que en muchos países ha reducido significativamente la población trabajadora en ese sector, y originado su éxodo hacia tierras marginales, por lo general, asociado con la práctica de la agricultura de subsistencia.

Sin embargo, en otros casos la necesidad de alimentos ha llevado a la expansión del riego y a un uso cada vez mayor de fertilizantes y plaguicidas, con el fin de lograr y mantener rendimientos superiores. Como se ha establecido, la agricultura es el principal consumidor de agua dulce, al emplear un pro- medio mundial del 70% de todos los suministros hídricos superficiales. Ahora bien, si se excluye el agua perdida mediante evapotranspiración, la utilizada en la agricultura se recicla en forma de agua superficial y/o subterránea. No obstante, la agricultura es al mismo tiempo causa y víctima de la contaminación de los recursos hídricos. Es causa, por la descarga de contaminantes y sedimentos en las aguas superficiales y/o subterráneas, por la pérdida neta de suelo como resultado de prácticas agrícolas desacertadas, y por la salinización y anegamiento de las tierras de regadío. Es víctima, por el uso de aguas residuales y aguas superficiales y subterráneas contaminadas, que impurifican a su vez los cultivos y transmiten enfermedades a los consumidores y trabajadores agrícolas.³³

Un estudio realizado por US-EPA, en 1994, otorgó a la agricultura un lugar destacado en lo relativo a los tipos de contaminantes: los sedimentos, los nutrientes, los agentes patógenos y los plaguicidas ocupan las cuatro primeras categorías y están fuertemente asociados con la agricultura. Este mismo estudio consideraba a la agricultura como la causa principal de deterioro de la calidad del agua de los ríos y lagos del mundo, concluyendo con que las actividades agrícolas representan también una amenaza significativa para la calidad de las aguas subterráneas.

En muchos casos, se han atribuido a los antiguos plaguicidas agrícolas clorados numerosos problemas de salud, y se considera que han provocado una disfunción significativa y generalizada de los ecosistemas mediante sus efectos tóxicos en los organismos. En general, están prohibidos en los países desarrollados, y se está realizando ahora un esfuerzo internacional concertado para prohibirlos en todo el mundo, en el marco de un protocolo sobre los contaminantes orgánicos persistentes. Como ejemplo, en ese sentido cabe citar la Conferencia intergubernamental para la protección del medio marino de las actividades basadas en tierra, celebrada en la ciudad de Washington en 1995, juntamente con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.³⁴

Las principales dimensiones ambientales y de salud pública del problema de la calidad del agua dulce en el mundo son los siguientes:

- Cinco millones de defunciones anuales como consecuencia de enfermedades transmitidas por el agua.
- Disfunción del ecosistema y pérdida de biodiversidad.
- Contaminación de los ecosistemas marinos debido a actividades realizadas en tierra.
- Contaminación de los recursos de aguas subterráneas.
- Contaminación mundial por componentes orgánicos persistentes.

Los expertos prevén que, como en muchos países es ya imposible solucionar el problema de la contaminación mediante dilución (en otras palabras, el régimen de caudal está totalmente utilizado), la calidad del agua dulce se convertirá en la principal limitación para el desarrollo sostenible de esos países. Según las previsiones, esta “crisis” tendrá las siguientes dimensiones mundiales:

- Descenso de los recursos alimentarios sostenibles (por ejemplo, pesquerías de agua dulce y costeras) debido a la contaminación.
- Efecto acumulado de decisiones desacertadas de ordenación de los recursos hídricos como consecuencia de la falta de datos sobre la calidad del agua en numerosos países.
- Muchos países no podrán ya controlar la contaminación mediante dilución, lo que dará niveles todavía mayores de contaminación acuática.

Concluyentemente se puede decir que la problemática que se está ocasionando podría llegar al punto de no depender de una solución económica, de hecho, no habrá recursos suficientes en el mundo para mejorar esta crisis ecológica.³³

3

Capítulo 3

LA ENERGÍA COMO FACTOR CLAVE PARA EL DESARROLLO
AGRÍCOLA

LA ENERGÍA COMO FACTOR CLAVE PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA

Los agro ecosistemas actuales basan su funcionamiento en dos flujos energéticos: el natural, que corresponde a la energía solar y un flujo externo auxiliar controlado directamente por el agricultor que recurre al uso de combustibles fundamentalmente fósiles, ya sea de modo directo o en forma indirecta, a través de los insumos industriales que emplea en el proceso productivo. El primer flujo es el propio o natural de funcionamiento del ecosistema. Es una energía abundante, gratuita y limpia; el segundo flujo corresponde a energía «almacenada», sus existencias son finitas, es relativamente cara y, por lo general, no es limpia en el sentido que su uso da origen a fenómenos de contaminación.

La evaluación de la productividad de un sistema agrícola debe tomar en cuenta no sólo las salidas energéticas en términos de productos, pérdidas por factores climáticos u otros derivados del estrés a que es sometida la planta y que le obliga a canalizar energía para resistirlo, sino que también a los insumos o entradas energéticas complementarias a las brindadas por el flujo de radiación solar, es decir, los subsidios energéticos que recibe un determinado cultivo, ya sea para mejorar su productividad, así como los requeridos para mantener su estructura biológica y su funcionamiento.

De esta forma, la producción del agro ecosistema consiste a su vez en energía incorporada a la producción, vegetal y animal destinada al mercado que es finalmente valorada en términos monetarios, más una parte que se pierde en el ambiente en forma de compuestos gaseosos como los originados en la volatilización y los procesos de desnitrificación³⁵ otra parte que se incorpora a las aguas fluviales, subterráneas y lacustres a través de compuestos solubles en agua por ejemplo, nitratos,

metales pesados y compuestos orgánicos, que son transportados como materia en suspensión en el sistema hidrológico, y por último, existen residuos que abandona, el agro ecosistema incorporados en organismos o materia orgánica.

“La capacidad de los cultivos para utilizar energía solar se puede medir evaluando en términos de energía incorporada, la biomasa acumulada en los campos, multiplicando su peso seco por su contenido energético que para los vegetales es de alrededor 20KJ/g de materia seca y relacionándola como porcentaje del insumo de energía solar por el cultivo correspondiente en el periodo de su época de crecimiento. El valor obtenido corresponde a la eficiencia fotosintética del cultivo, es decir a su capacidad de conversión de energía solar en biomasa vegetal que aún para los casos más eficientes raramente supera 1%.”³⁶

El flujo de energía auxiliar se introduce en el agro ecosistema a través de los trabajos mecánicos, la fertilización, el uso de plaguicidas, etcétera. Se ha demostrado que este flujo auxiliar influye sobre la eficiencia con la cual los cultivos utilizan la luz solar interceptada. Los trabajos mecánicos, el riego y la adición de fertilizantes mejoran el estado del suelo por una mayor disponibilidad de elementos nutritivos asimilables, y por lo tanto, aumenta la capacidad de asimilación, organización y acumulación de biomasa vegetal. Por eso, se suele señalar que los sistemas agrícolas tecnificados llegan a ser más eficientes que los naturales, (no intervenidos), en la utilización de la radiación solar interceptada.

Uno de los aspectos más importantes del proceso de artificialización del ecosistema natural es que la actividad productiva agrícola recurre cada vez más al flujo de energía auxiliar, y se hace, por consiguiente, cada vez más intensiva

en el uso de la energía. Leach y Pimentel han destacado que el uso de energía en el sector agrícola, sobre todo en los países industrializados, ha crecido más rápidamente que en cualquier otro sector³⁶

Específicamente Pimentel, señala que 25% de la energía fósil mundial se emplea para producir alimentos y subraya que, mientras la población mundial se duplicó en treinta años, el consumo de energía se duplicó en apenas una década, la de los sesenta para ser exactos.³⁷

El sector agrícola de los Estados Unidos de América absorbe el 6% de toda la energía consumida por ese país. Si a ello se agrega que las fases de procesamiento de alimentos consumen una cifra similar y que otro 5% se consume en sus etapas de distribución y preparación, se llega a la conclusión de que el sistema alimentario de Estados Unidos usa 16% de toda la energía dispuesta. Curiosamente, tal porcentaje es muy similar al porcentaje del ingreso que se gastan los norteamericanos en alimentos que es del 16%.

Estas cifras son muy similares dentro de los países desarrollados, Leach ha calculado el mismo porcentaje de consumo energético en el sistema alimentario inglés, y Olsson señala que en Suecia fluctúa entre un 10 y 20%.³⁸

Por su parte, Pimentel opina que los factores fundamentales de producción en la agricultura moderna son energía, trabajo y tierra y que, dentro de ciertos límites, son sustituibles entre sí. Por ejemplo, la energía fósil puede reducir las necesidades de mano de obra; la utilización intensiva de energía en forma de fertilizantes, sistemas de riego y mecanización exige menos tierras.³⁹

Los trabajos de Pimentel⁴⁰ sobre los consumos energéticos para los cultivos de maíz muestran que, en términos de kilocalorías por hectárea, en el año de 1920 se usaban 1,302 para producir, siempre en términos de kilocalorías por hectárea, 7,520 de maíz, con lo cual la relación entre producto e insumos en términos de energía consumida y producida era de 5.8. En 1950, las necesidades energéticas habían aumentado a 3,107 y la producción había aumentado a 9,532, reflejando por consiguiente una caída a 3.1 en la relación producción-insumos energéticos. En 1970, la relación se había reducido nuevamente a 2.7, resultante de una producción, en términos de energía producida y consumida por hectárea de 20,230 y 7,544 respectivamente.

Los datos para 1975 son de una producción 20,230 MKcal/ha producidos frente a un consumo de 8,315 siendo por lo tanto la relación de 2.5. Esta relación se mantiene constante hasta 1983 con una producción de 26,000 y un insumo energético de 10,537 MKcal/ha.⁴¹

Ante estos datos podemos deducir que las crisis petroleras de la década de los setenta, y los consiguientes aumentos de precios de la energía han influido. La subvaluación del petróleo previa a los setenta estimuló procesos energéticamente intensivos, al aumentar el precio del petróleo se incentivó la búsqueda de una mayor eficiencia energética.

Postulándose como principales consumidores de energía dentro de la agricultura: la mecanización, los fertilizantes y en menor medida, los pesticidas y el riego. En el periodo 1972-1973 la mecanización, tanto en su fase de manufactura como en la operación de la misma, fue el mayor consumidor de energía dentro del sector, con un 51% del total mundial de energía destinada para la agricultura, con valores que oscilan entre un mínimo de 8% en el extremo Oriente y 73% en Oceanía. Los fertilizantes quedan en el segundo sitio representando, en el periodo señalado, alrededor de 45%, nuevamente con fuertes variaciones entre un máximo de 84% en el Oriente y un mínimo de 26% en Oceanía. Sin embargo, para los países en vías de desarrollo el consumo de fertilizante representa el principal gasto energético.⁴²

Los fertilizantes nitrogenados se obtienen a partir de petróleo y gas natural, respectivamente, cuyo consumo se ha expandido con gran rapidez. La FAO señala que entre 1950 y 1980 el consumo de fertilizantes minerales se había quintuplicado, pasando de 22 millones de toneladas de nutrientes a 112 millones. Este incremento no se da de forma generalizada, en el periodo los países en desarrollo pasaron de representar 10% del consumo mundial de fertilizantes a 20%, siendo las mayores alzas las registradas en Asia, mientras que en África el consumo se mantenía a niveles insuficientes aun para restituir los nutrientes extraídos por lo cultivos.

Otra dimensión de la desigualdad como se utilizan los fertilizantes lo revela el hecho que más de 50% de los

fertilizantes aplicados en la agricultura de los países en desarrollo se da en cultivos de exportación, tales como caucho o té. Según la CEPAL, entre 1951 y 1972, el consumo de fertilizantes aumentó en América Latina en 13.9%, notando que su empleo se concentraba en determinados cultivos, en tanto que otros quedaban prácticamente marginados de su uso.⁴³

Por otro lado, haciendo la síntesis de varios estudios sobre consumo energético en la producción mundial de cereales se observa que, si bien los consumos energéticos en los países industrializados son de 11 a 49 veces mayores por hectárea y trabajador respectivamente que, en los países en desarrollo, sus producciones son únicamente, 2.46 a 12 veces más altas.

Lo cual evidencia que la intensificación energética en dichos cultivos tiende a ser más eficiente en relación con la mano de obra que en relación con la tierra. Es decir, hay límites naturales más allá de los cuales, cualquiera que sea el subsidio energético, el rendimiento por unidad de tierra cultivada se estabiliza, y puede aún disminuir como se ha visto para el caso de la aplicación de fertilizantes a las variedades de alto rendimiento.

Así mismo, es factible concluir que la disponibilidad de uno u otro factor de producción, tierra o trabajo influye en los esfuerzos de intensificación energética. Por ejemplo, en las grandes planicies norteamericanas, la intensificación energética se da fundamentalmente en términos de mecanización, lo que permite abarcar mayores áreas por unidad de trabajo aplicado. En cambio, en Europa donde la tierra es mucho más limitada, los mayores esfuerzos se orientan a aumentar la rentabilidad del suelo, llevando a un sobreconsumo de fertilizantes.

Lo anterior permite hacerse una idea de la magnitud de los requerimientos energéticos, sólo en términos de fertilizantes que se requerirían si los países en desarrollo tratarán de adoptar un patrón de producción agrícola similar al de los países industrializados.

“La intensificación energética de la agricultura se debe en parte al patrón tecnológico dominante, pero también está determinada por los patrones de consumo, que se materializan en demandas por ciertos productos y variedades de productos: proteína animal por sobre proteína vegetal, y preferencias de cierta proteína animal en relación con otra”⁴¹

Esto tiene implicaciones ambientales, ya que ese patrón de consumo significa una presión extra sobre el sistema productivo de alimentos, la tierra, en términos de requerimientos de suelos y energía. Respecto de las calorías requeridas para producir una caloría de alimentos, Pimentel señala que la producción de tres calorías en términos de maíz requiere insumos de energía equivalentes a una caloría de combustibles fósiles.⁴⁰ Y según parece, en términos de energía consumida, el maíz es uno de los productos de mayor eficiencia.

El mismo Pimentel señala que en el caso de las naranjas y las manzanas se requieren casi dos calorías de combustibles fósiles para producir una caloría de fruta. En algunas verduras la relación aumenta a diez calorías por una producida. La producción de alimentos más ineficiente en términos de energía es la de proteína animal. Al grado que se requieren de 10 a 90 kilocalorías para producir una kilocaloría de proteína animal.

Claramente, los animales son ineficientes en el proceso de transformación de proteína vegetal en proteína animal. De allí que la preferencia por ese tipo de proteína se traduce en mayores requerimientos de: a) de tierra fértil para pastizales; b) insumos energéticos, en términos de fertilizantes y pesticidas; c) de agua, y d) mayor inversión de capital.

Desafortunadamente hay una tendencia clara, tanto en el mundo desarrollado como en el mundo en desarrollo, y en particular en América Latina, hacia el mayor consumo de proteína animal. Lo cual, como ya vimos, se traducirá en intensificación energética y conversión del uso de la tierra a cultivos para la producción de proteína animal.

4

Capítulo 4

DESARROLLO DE LA AGRICULTURA EN AMÉRICA LATINA

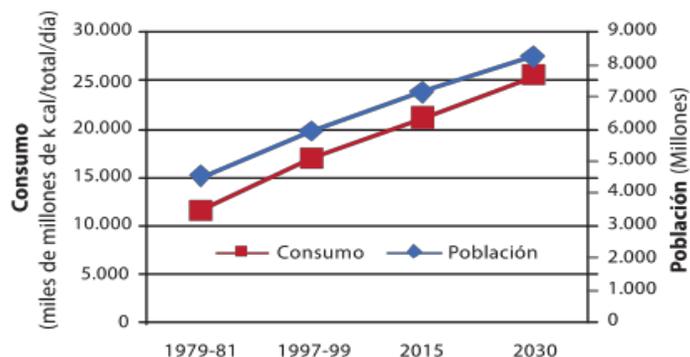
- 4.1.- Tendencias de producción y comercialización de alimentos
 - 4.1.1.- El circuito de los productos industrializados y la distribución minorista
 - 4.1.2.- El circuito de los productos diferenciados y sus nichos de mercado
 - 4.1.3.- La agricultura familiar, los mercados mayoristas y los circuitos cortos de producción y consumo
- 4.2.- Agricultura orgánica de cielo abierto en México
 - 4.2.1.- Desafíos y limitaciones de la agricultura orgánica en el campo
 - 4.2.2.- Aspecto técnico
- 4.3.- Panorama actual de la agricultura en México
 - 4.3.1.- Agricultura rural
 - 4.3.2.- El campo mexicano

DESARROLLO DE LA AGRICULTURA EN AMÉRICA LATINA

La mayoría de los estudios que se han realizado en los últimos años para determinar el comportamiento de la demanda de alimentos, a nivel global, nos confirman como factores determinantes los que hemos venido señalando, el crecimiento demográfico, el aumento de la urbanización y el incremento de los ingresos. Sin embargo, para América Latina, junto a estos, coexisten otros, como el cambio climático la variación de los precios del petróleo, la crisis financiera internacional, los des- censos en la demanda y la desaceleración de las economías de países y bloques económicos, que hacen prever que ese comportamiento será relativamente incierto. Este crecimiento, se señala, irá aparejado de un aumento en el consumo per cápita, como lo muestra el gráfico 2.1.

No obstante, se estima que de aquí a 2030 la población aumentará a una tasa de 1.1 % anual, menor al 1.7 % registrado en los últimos 30 años, y que el mayor crecimiento tendrá lugar en India y en África. Al 2030, entonces, el aumento de la demanda mundial de alimentos descenderá a un 1.5 % anual, frente al 2.2 % registrado en las últimas tres décadas. Este descenso en la tasa de la demanda será mayor en los países desarrollados, del orden de un 2.4 % hasta el año 2030, pese a que la tasa de los últimos años ha sido de un 3,7 % anual. De forma similar, los países en desarrollo con niveles de consumo de bajo a medio también experimentarían una baja en la demanda de alimentos, si bien menos marcada al pasar de 2.9 a 2.5% anual. ⁴⁴

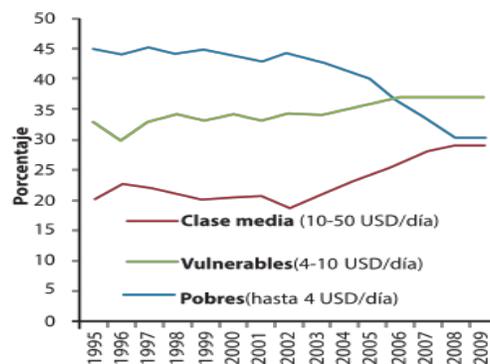
Gráfico 2.1 Evolución de la población mundial y consumo de alimentos (Cetrángolo 2010)



Se espera que el número de personas que no llega a cubrir las necesidades de su dieta en los países en desarrollo descienda de los 780 millones estimados actualmente, a unos 440 millones en 2030. Lo cual significa que el objetivo de la Cumbre Mundial de la Alimentación de 1996, de reducir a la mitad el número de personas hambrientas, (durante el período 1990-1992 su número se estimó en 815 millones), no se alcanzará ni siquiera en esa fecha. Otras proyecciones para el 2030 acerca de la población urbana y su crecimiento muestran un incremento muy bajo en los países más desarrollados. Por el contrario, se ve claramente un gran crecimiento entre los que se encuentran en vías de desarrollo, que, con casi 4000 millones, pasarán a tener cerca del 80 % del total de la población mundial, que se localizará como sigue: 54 % en Asia; 15 % en África; 12% en América Latina y 11% en Europa.⁴⁵

De la misma forma que el desarrollo económico empuja el crecimiento de las zonas urbanas, también fomenta el aumento de los ingresos per cápita. Las últimas previsiones del Banco Mundial (BM) señalan que los ingresos per cápita en los países en desarrollo crecerán a una tasa anual del 3,4 % durante el período 2006-2015, (lo cual sólo se ha cumplido en algunos países), el doble con respecto al 1,7 % registrado durante la década de los noventa. Según la misma fuente, en América Latina ese comportamiento ha tenido un efecto favorable en la distribución porcentual de la población, según categorías establecidas por niveles de ingreso, como se muestra en el gráfico 2.2.⁴⁶

Gráfico 2.2 Tendencias según Ingresos en América Latina (Ferreira, 2013)³



De tal manera, si se evalúa el consumo alimentario medido en Kcal diarias, se observa un aumento generalizado a nivel global: en todo el mundo 582 Kcal más en 2015 con respecto a la mitad de los años 60; 796 Kcal más en los países en desarrollo, y aquí resulta particularmente llamativo el comportamiento de Asia Oriental, con un aumento superior a las 1,100 Kcal/persona/día.⁴⁷ En América Latina, con un promedio al 2015 de 2,980 Kcal/persona/día, se alcanzaría un incremento del orden de las 600 Kcal en ese mismo periodo.

Cuadro 2.1. Consumo per cápita de alimentos en el mundo y por región. Promedio (kcal/persona/día) (Murphy, 2010)

Región	1964-66	1984-86	2015	2030
Países en desarrollo	2054	2450	2850	2980
América Latina y el Caribe	2393	2689	2980	3140
Asia Oriental	1957	2559	3060	3190
Países industrializados	2947	3206	3440	3500

Además de lo anterior esta subida en los ingresos y la urbanización acelerada en los países en desarrollo ha dado, y dará lugar a cambios en los hábitos de consumo de alimentos. Como se mencionó antes, gana terreno la preferencia por alimentos procesados, más grasos y con proteína animal. Esta actitud favorecerá el consumo de carnes y productos lácteos, e impulsará la demanda de granos gruesos y oleaginosos.

Según el Informe de la FAO sobre la agricultura en el mundo para el período 2015-2030, el consumo de carne en las naciones en desarrollo aumentó en 16 kg por persona/año desde mediados de los años 60; superó los 25 kg en la década de 1990, y se prevé un consumo aproximado de 37 kg anuales por persona para el 2030. Similar situación se presenta con la leche y sus derivados: de un consumo de 28 kg anuales por persona en la década de 1960 se pasó a los 45 kg actuales y se podría llegar a 66 kg en 2030.⁴⁸

En cuanto a la incidencia del petróleo en el precio de los alimentos, ya reconocíamos que la agricultura mundial está cada vez más vinculada con los mercados relacionados con la energía, según proyecciones del precio del petróleo señalan hasta USD 25 más por barril sobre lo estimado en 2011 (de 110 a 140 dólares por barril).⁴⁸ Esto explica, en buena parte, los altos precios previstos para los productos agrícolas.

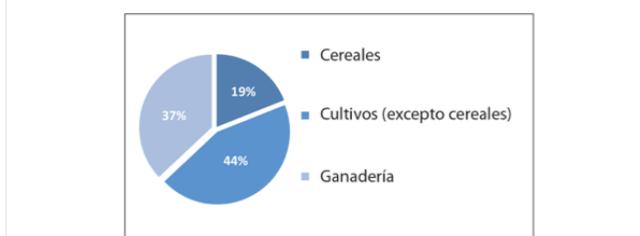
Además de las variaciones mencionadas, vinculadas con las dinámicas de crecimiento poblacional y de consumo de alimentos, factores como el cambio climático, el incremento de los precios del petróleo y la energía —y su relación con la demanda de biocombustibles—, la crisis financiera internacional y la volatilidad de los precios de las principales mercancías agrícolas configuran un escenario incierto con respecto al comportamiento a futuro del sistema agroalimentario de América Latina. Con todo, la producción agropecuaria ha demostrado una notable capacidad de resiliencia: en 2010 los mercados volvieron a la normalidad, la producción se acercó a los niveles históricos y la demanda mostró signos de recuperación.⁴⁸ También, desde esta perspectiva económica nuevamente la cuestión clave enfrentada por la agricultura mundial radica en cómo incrementar la productividad de manera sustentable para satisfacer esa demanda en crecimiento de alimentos y otros productos de origen agropecuario.

4.1.- Tendencias de producción y comercialización de alimentos

Para examinar estas tendencias, consideraremos tres grandes circuitos: (a) el de las *commodities* o mercancías, los productos industrializados y su distribución, (b) el circuito de los productos especializados y sus nichos de mercado y (c) el de los circuitos cortos.

Según datos de la FAOSTAT (2010), la producción agropecuaria mundial se valúa en 2.13 billones de dólares (dólar internacional)⁴⁹ de los cuales 96% corresponde a alimentos y el restante 4% a fibras, resinas y aceites no comestibles, entre otros. Del monto atribuido a alimentos (2,05 billones de dólares), 37% corresponde a la producción pecuaria y el restante 63% a cultivos, donde destacan los cereales, con un 19%.

Gráfico 2.4. Valor de la producción mundial (en %). Elaboración propia, con datos de FAOSTAT



4.1.1- El circuito de los productos industrializados y la distribución minorista

El *Food and Beverage Industry: Global Report 2010*, con datos de la *Food Standard Agency (FSA)* del Gobierno del Reino Unido, estimó que en 2008 las ventas del sector de alimentos y bebidas, que incluye agricultura (*farming*), producción industrial de alimentos (*food production o food processing*), distribución (*distribution*) y comercio minorista (*retail*) fueron de 5,7 billones de dólares, cifra que se proyectó para alcanzar los 7 billones a finales del 2015, lo que representa una tasa anual de crecimiento de 3.4 %.⁵⁰

El sector industrial, representado por los productos agrícolas y los alimentos envasados, generó 3,2 billones de dólares en 2008, con perspectivas de llegar a 4 billones de dólares en 2013. Por otro lado, según la *Leatherhead Foods International*, las ventas globales de alimentos empacados alcanzaron un total de 1,3 billones de dólares en el 2007.⁵¹

Respecto de la distribución minorista (*retail*), el consumo de alimentos presenta marcadas diferencias, según se examine el nivel de ingresos de los consumidores de manera agregada o de forma individual. Es así como los alimentos procesados y envasados constituyen más de la mitad de lo que se consume en alimentación en países desarrollados, como Japón, EE.UU. y Europa.

Los alimentos menos elaborados, sin procesar o envasar, en cambio, siguen formando una parte importante de la oferta alimentaria de los países en desarrollo, donde se comercializan en mercados de acopio y en canales minoristas; no obstante, en la medida en que los consumidores de estos países incrementan sus ingresos, comienzan a preferir productos más elaborados, y los canales de comercialización se adaptan a la demanda, con lo que comienzan a establecerse grandes cadenas de supermercados e hipermercados.

4.1.2.- El circuito de los productos diferenciados y sus nichos de mercado

Se han venido motivando el reconocimiento de valores intangibles y diferenciales que adquieren la forma de certificaciones, sellos y etiquetas gestionados por el sector privado, por instituciones públicas y, en algunos casos, hasta por los mismos consumidores sin intermediarios.

De esta forma, se han desarrollado mercados que valoran la calidad asociada al origen de los productos, privilegiando determinadas prácticas de cultivo, y su relación con la salud y el medioambiente, o que reconocen los aspectos éticos y sociales de la producción y la comercialización, entre otros. Para estos segmentos, que valoran la calidad asociada al origen de los productos, las indicaciones geográficas (IG), las denominaciones de origen y las marcas colectivas son garantía de que los productos realmente poseen esos atributos especiales; estos “sellos” sirven, además, para proteger a los productores de copias y fraudes.

Actualmente hay en el mundo unas diez mil indicaciones geográficas protegidas, representativas de un poco más del 0,1 % del total de marcas registradas. La Unión Europea (UE) encabeza la lista de regiones en este ámbito de protección de la propiedad intelectual; los vinos y las bebidas espirituosas son los productos que más han avanzado en este sentido y representan casi el 85 % de las IG protegidas en esa zona.⁵² De los mercados que valoran las prácticas de cultivo y su relación con la salud y el medioambiente, tal vez el más desarrollado es el de los productos orgánicos. Del último reporte de *The World of Organic Agriculture 2012*⁵³ de la *International Federation of Organic Agriculture Movements* (IFOAM) y del instituto alemán *Forschungsinstitute für Biologische Landbau, (FiBL)* se destacan los siguientes indicadores:

- Para el 2010, el tamaño del mercado de productos orgánicos se estimó en 59 mil millones de dólares, con un promedio de crecimiento anual de 8 % y un acumulado de 228 % desde el año 2000.⁵⁴ En comparación con 2009, el mercado aumentó en aproximadamente un 8 % en Europa y Estados Unidos.

Los principales mercados de orgánicos al 2010 fueron: Estados Unidos con 26,25 mil millones de dólares; Alemania, con 6 mil millones de euros; Francia, 3,4 mil millones de euros y el Reino Unido, 2 mil millones de euros. Los de mayor gasto anual en productos orgánicos por habitante al 2010 fueron Suiza y Dinamarca, con más de 140 millones de euros.

- Hay unas 37 millones de hectáreas repartidas en 160 países certificadas para la producción orgánica, cantidad que representa 0,9% de la superficie global destinada a actividades agropecuarias. Por regiones, un tercio de la superficie se encuentra en Oceanía (33%), seguida de Europa (27%) y América Latina (23%). Australia es el país con la mayor superficie (12 millones de ha dedicadas a la agricultura orgánica), seguido de Argentina (4,2 millones de ha) y EE.UU. (1,9 millones de ha). Destacan por la proporción de tierra agrícola orgánica con respecto al total, las Islas Malvinas (36%), Liechtenstein (27%) y Austria (20%).

- Según cultivos, las mayores áreas destinadas a la producción orgánica corresponden a los cereales, 2,5 millones de ha; las oleaginosas, 0,5 millones; las legumbres y hortalizas, 0,3 millones de cada uno; el café, 0,7 millones; las aceitunas, 0,5 millones, y el cacao, 0,3 millones.

- A nivel mundial, 1,6 millones de productores agropecuarios siguen protocolos orgánicos de producción, y aproximadamente el 80% de ellos vive en países en desarrollo. Los países con la mayor cantidad de productores orgánicos son India, Uganda, México y Etiopía.

4.1.3.- La agricultura familiar, los mercados mayoristas y los circuitos cortos de producción y consumo

El circuito de los *commodities*, lo mismo que una parte del que hemos denominado “circuito de productos industrializados”, depende de una agricultura intensiva en el uso de recursos productivos. La agricultura familiar, por su parte, no desempeña un papel protagónico en ninguno de estos circuitos, entendiendo por agricultura familiar el modelo productivo que se basa en un vínculo entre una familia y una parcela de tierra, pequeña o mediana, y donde la familia trabaja de forma sostenible y respetuosa con el medioambiente para obtener su renta principal. (Foro Rural Mundial. “Propuesta del FRM al documento de compilación Rio+20, 2012”) ⁵⁵

Diversas fuentes coinciden en estimar que en el mundo hay cerca de 1,500 millones agricultores que trabajan en 404 millones de explotaciones de menos de 2 ha, 410 millones recolectores de productos de bosques y sabanas, entre 100 y 200 millones de pastores, 100 millones de pescadores artesanales⁵⁶ y 370 millones de indígenas, la gran mayoría vinculados a la agricultura. Además, 800 millones de personas cultivan huertos urbanos. (World Watch Institute 2007) Estos hombres y mujeres producen el 70 % de los alimentos del mundo. (Foro Rural Mundial. Propuesta del FRM al documento de compilación Rio+20.2012)

En América Latina y el Caribe, según cifras de la FAO, el 80 % de las explotaciones agrícolas se pueden considerar de agricultura familiar y generan el 70 % del empleo agrícola de la región. En la Región sur del continente se considera que unos 5 millones de explotaciones, (84% del total), cumplen con esas características; esas explotaciones son el principal abastecedor de quien las trabaja y un suministrador importante de productos a terceros.⁵² En Centroamérica se estima que estas explotaciones producen el 70 % de los alimentos.

Esta actividad, postergada en los análisis y consideraciones de política durante buena parte de los años 80 y 90, volvió a adquirir notoriedad en las políticas públicas a finales de la primera década del siglo XXI, cuando se reconocieron por lo menos tres categorías de agricultura familiar: una de subsistencia, orientada al autoconsumo; otra en fase de transición, con dificultades para generar excedentes y dependiente en gran medida de apoyos públicos, y una tercera, denominada “consolidada”, con acceso a factores de producción y generadora de excedentes. Por otra parte, día con día crecen los consumidores que desean comprar productos sanos y con atributos intangibles, y aquí la oferta de la agricultura familiar tiene un gran potencial.

De modo tradicional, esta oferta se ha vinculado a los mercados a través de una larga cadena de intermediarios, y su punto de confluencia y redistribución han sido las centrales mayoristas. No obstante, la agricultura familiar presenta dificultades para acceder a los mercados, por la dispersión de la producción, los bajos volúmenes, la heterogeneidad de la calidad, los altos costos de producción y el poco rigor con que se calculan dichos costos, entre otros.

Al mismo tiempo, de manera natural, y en los últimos años como parte de acciones de diferentes agentes de desarrollo tanto públicos como privados, se ha tratado de fortalecer los llamados “circuitos cortos de comercialización”, sin llegar todavía a un consenso para definirlos. Se han propuesto definiciones restringidas (canales directos entre productor y consumidor), definiciones amplias (intervención de otros agentes que cumplan condiciones relacionadas con tamaño, espacio territorial, número de intermediarios) y definiciones, que toman en cuenta aspectos como qué y cómo se produce, y su valor.

Los mecanismos por medio de los cuales se concretan estos canales cortos pueden ser tradicionales, tradicionales con innovaciones, o de desarrollo más reciente. Así, se identifican: mercados de productores en puestos desmontables y organizados colectivamente, de carácter genérico o especializado, principalmente de productos ecológicos u orgánicos; venta directa en la unidad productiva; venta en tiendas organizadas por productores en puestos fuera de su predio; grupos pequeños de consumidores que autogestionan el contacto con los productores y la

distribución de los artículos; distribución minorista en puntos de venta cercanos a las zonas de producción, como bodegas, tiendas, plazas de mercado e incluso cadenas de supermercados que adquieren y promueven el consumo de esos productos; eventos periódicos, como ferias y festivales de alimentos locales; arreglos entre productores y consumidores que comparten riesgos y beneficios, y transacciones en internet u otros medios de comunicación a distancia.⁵⁷ En ese mismo contexto destaca el valor que están adquiriendo los circuitos cortos de comercialización como estrategia de relacionamiento entre la agricultura familiar y los consumidores, que privilegian el producto no solo por la cercanía geográfica, sino por sus cualidades y porque desean basar este intercambio en la confianza.

4.2.- Agricultura orgánica de cielo abierto en México

En México, la agricultura orgánica en el campo se vincula en mayor medida a pequeños agricultores caracterizados por su estado de pobreza y de marginación (de 128,862 productores orgánicos ubicados, 99.95% son pequeños agricultores, 82.77% pertenece a algún grupo indígena y el 34.6% son mujeres). Este tipo de agricultura constituye una actividad económica con potencialidad en la generación de empleo y divisas. Su adopción requiere 30% más de mano de obra por ha con respecto a la producción convencional, contribuyendo de esta forma, a la creación de alrededor de 172 mil empleos directos.

En 1996 se trabajaba de manera orgánica alrededor de 30 cultivos o grupos de cultivos en asociación, para 2008 ha aumentado a 67. Sin embargo, 15 cultivos concentran 97.3% de la superficie con producción orgánica. Lo anterior implica que aun cuando se presenta una tendencia hacia la diversificación de la producción orgánica como resultado de los esfuerzos de productores por ampliar la oferta de productos como bambú (*Bambusa arundinacea*), ajo (*Allium sativum*), nim (*Azadirachta indica*), cacahuete (*Arachis hypogaea*), chabacano (*Prunus armeniaca*), y jiotilla (*Escontria chiotilla*), -cultivos que se incorporaron a la producción orgánica en los últimos tres años, continúa sobresaliendo la concentración de la superficie destinada a la

producción de café (*Coffea arabica*) en 50% de la superficie orgánica nacional. Además, del total de unidades de producción orgánicas registradas para el bienio 2007-2008, el 45.39% se dedican a la producción de este cultivo; le sigue en orden de importancia las hortalizas con 9.5%; el aguacate (*Persea americana*) 8.5% y el cacao (*Theobroma cacao*) 8.1% de la superficie orgánica nacional.⁵⁸

La alta demanda de frutas tropicales como plátano (*Musa paradisiaca*), mango (*Mangifera indica*), piña (*Ananas comosus*), aguacate, papaya (*Carica papaya*), etc., y de productos no tradicionales como la frambuesa (*Rubus idaeus*), zarzamora, vainilla (*Vanilla planifolia*), yuca (*Manihot esculenta*), nim, maracuyá, rambután y litchi, ha sido un motor importante para la conversión a la producción orgánica y para su diversificación; ello también explica el crecimiento significativo de la superficie de determinados cultivos, tal es el caso del aumento importante que registró la superficie de café durante 2008, el cual se atribuye al precio obtenido de entre 15 y 20 dólares por arriba del precio de la bolsa del café convencional y 155 dólares por quintal (46 kg de café verde) para el café orgánico certificado en el Comercio Justo.⁵⁹

En 2004-2005 la participación de pequeños productores aumentó a 99.6%. No obstante, su participación en la superficie, si bien creció en términos absolutos, bajó de 89% a 80% en 2006. Para 2007-2008, la contribución de los pequeños productores corresponde a 99.9% y concentran el 93.9% de la superficie, con un promedio de 2.9 ha por productor. Las organizaciones de productores que sobresalen por el número de socios y la superficie que agrupan, se ubican entre los 101 y 1,500 integrantes, y concentran 44% de la superficie nacional orgánica.

En contraste, se ubica un número reducido de productores grandes -menos de 70-, con unidades de explotación mayores de 100 ha, principalmente en el norte del país. Por ejemplo, en Chihuahua hay 12 productores, con un promedio de 240 ha; 9 empresas en Guanajuato, con un promedio de 137 ha; 34 productores en Sonora y Sinaloa, con alrededor de 450 ha promedio; cinco productores en Tamaulipas, con 600 ha cada uno y dos en Baja California; mientras en el sur del país, en concreto en Campeche, se localizan dos, con 260 ha por productor.⁶⁰

4.2.1.- Desafíos y limitaciones de la agricultura orgánica en el campo

Aunque la agricultura orgánica es vista como una de las mejores opciones, para mitigar los impactos negativos atribuidos en gran parte a la agricultura convencional y desempeñar un papel complementario a ésta, los hallazgos dan cuenta de la presencia de un conjunto de problemas y/o condiciones a lo largo de la cadena producción-consumo de productos orgánicos que además de frenar su dinamismo, pueden generar cambios significativos en su estructura.

Primero, debe considerarse que la agricultura orgánica a cielo abierto está basada en sistemas y ciclos ecológicos vivos, cuyo manejo trae consigo una serie de implicaciones desencadenadas por la existencia de características climáticas, ecológicas y biológicas intrínsecas a la agricultura en general.

Segundo, y derivado de lo anterior, la producción orgánica enfrenta una serie de limitaciones técnicas que conllevan a otras de carácter financiero o económico y que recaen en la ausencia de factores institucionales que limitan o frenan su crecimiento.⁶¹

4.2.2.- Aspecto técnico

En este aspecto se detectaron claramente las limitaciones que frenan el desarrollo del sector orgánico de México; según la percepción de los principales involucrados, la baja investigación, incapaz de generar suficiente información técnica y de insumos, sumada a una escasa formación de profesionales en sistemas de manejo orgánico, constituyen las limitantes técnicas más importantes. La información se deriva del propio trabajo de campo y de la aplicación de encuestas.

Esto conlleva a un bajo desarrollo de capacidades técnicas; es decir, no hay la formación del capital humano (técnicos en calidad y cantidad suficiente) requerido y la identificación de productores “líderes” que faciliten o lleven a cabo ese proceso de transferencia de conocimiento especializado; en

las encuestas realizadas por Gómez y Schwentesius, 67.6% de los productores consideró esto un problema importante; además, sólo 9% de éstos tuvo acceso a algún evento de capacitación orientado al manejo orgánico en las unidades de producción.

De la baja transferencia o incidencia de servicios de asistencia técnica y capacitación (46.8%), se deriva el desconocimiento y la presencia de deficiencias en el manejo de las unidades de producción orgánicas. Las carencias en la investigación, capacitación y transferencia del conocimiento especializado explican la presencia de deficiencias agronómicas en las prácticas de manejo, control de plagas y enfermedades en las unidades de producción; sobre esto, 80.4% mantiene la presencia de alguna plaga o enfermedad.

Aunque ha sido mayor el número de productores que se ha incorporado en los últimos años a la producción orgánica, tal problemática ha provocado, en algunos casos, el abandono del sistema de producción orgánico de manera temporal o definitiva.⁶²

La agricultura orgánica en México se ha desarrollado por el esfuerzo de los productores, quienes han contribuido a un desarrollo rural incluyente en más de mil regiones de producción del país. Es de vital importancia el apoyo por parte del Estado a través de una visión y estrategia que contemple una política que potencialice los esfuerzos de los productores y tome en cuenta las ventajas agro- ecológicas, sociales y culturales para lograr un verdadero desarrollo sostenible.

4.3.- Panorama actual de la agricultura en México

Económicamente hablando, hay sólo dos tipos de agricultura en México: la de subsistencia y la de las grandes plantaciones. La primera trata de pequeños productores que usan el campo como fuente primaria de ingresos y para complementar su propia alimentación. Estos campesinos rarisíma vez cuentan con tecnología (tractores, semillas modificadas, sistemas de riego u otros) para realizar su labor. Así mismo, siendo el campesino su propio empleador, no tiene mano de obra asalariada, sino quizá para las épocas más fuertes, como las de la siembra y la cosecha, pues la mayor parte del tiempo su familia lo apoya.

Por otro lado, en la agricultura de las grandes plantaciones, el principal objetivo es el comercio. Aquí sí se usa una alta tecnología y personal contratado para realizar el trabajo. Mucha de esta producción se exporta al mercado internacional.

México cuenta con un territorio nacional de 198 millones de ha, de las cuales 145 millones se dedican a la actividad agropecuaria. Cerca de 30 millones de hectáreas son tierras de cultivo y 115 millones son de agostadero.⁶³ Además, los bosques y selvas cubren 45.5 millones de ha.⁶⁴

La agricultura en México es más que un sector productivo importante. Más allá de su participación en el PIB nacional, de apenas 4%,⁶⁵ las múltiples funciones de la agricultura en el desarrollo económico, social y ambiental determinan su incidencia en el desarrollo como mucho mayor de lo que ese indicador implicaría. Entre los argumentos que muestran la relevancia de la agricultura en el país pueden mencionarse los siguientes:

Prácticamente toda la producción de alimentos se origina en este sector (incluyendo la pesca), de manera que la oferta sectorial (interna y externa) es fundamental en la seguridad alimentaria, en el costo de vida y en el ingreso real del conjunto de la población, en particular de los más pobres, que destinan a la compra de alimentos la mayor proporción de su ingreso. La población del ámbito más pobre ocupa más de la mitad (51.8%) del gasto corriente monetario a alimentos, mientras que en el más rico la proporción es solamente de 22.7%.⁶⁶

Los productos agropecuarios están en la base de un gran número de actividades comerciales e industriales. Si se considera la producción agroindustrial, la contribución sectorial al PIB de México se duplica sobradamente, superando 9%. Además, a diferencia del producto agrícola primario, el aporte de la agroindustria al crecimiento económico no tiende a declinar relativamente conforme aumenta el desarrollo económico; en las naciones desarrolladas e, incluso en algunas latinoamericanas, como Argentina, Brasil, Chile y Uruguay, el aporte de la agroindustria en el PIB llega a ser dos o tres veces mayor que el de la producción primaria, en un proceso de creciente

articulación intersectorial. El potencial de crecimiento de esta participación es particularmente amplio en México.

4.3.1.-Agricultura rural

La agricultura es una actividad fundamental del medio rural, en el cual habita todavía una parte altamente significativa de la población nacional. En las pequeñas localidades rurales dispersas, (con población inferior a 2,500 personas) viven 24 millones de mexicanos, es decir, casi la cuarta parte de la población nacional. De las 199 mil localidades, 196 mil corresponden a esa dimensión. Sin embargo, la vida rural en México se extiende mucho más allá de esas pequeñas poblaciones.

En ocasiones se considera un umbral de 15 mil habitantes, pues aquéllas con población inferior a ese número presentan formas de vida característicamente rurales. Utilizando ese umbral, la población rural resulta de más de 38 millones (37% del total nacional). Lejos de ser marginal, el desarrollo rural (empleo, ingreso, articulaciones productivas, condiciones de vida) constituye una parte muy relevante del desarrollo nacional.⁶⁷

La población rural desarrolla crecientemente actividades diferentes a la agricultura, como el comercio local, la artesanía, la extracción de materiales, el ecoturismo, los servicios ambientales o el trabajo asalariado en diversas ocupaciones, entre otras. Sin embargo, la agricultura sigue siendo predominante en el campo mexicano, sobre todo, entre los más pobres, donde representa 42% del ingreso familiar.⁶⁸

Si bien las otras ocupaciones productivas son cada vez más importantes en el empleo y el ingreso de la población rural, no son excluyentes respecto de la agricultura. Entre ambas formas de actividad productiva hay una dinámica positiva, en la que el crecimiento de una favorece la expansión de la otra.

El progreso agrícola demanda mayor cantidad de insumos, empleo directo y servicios; permite mayor capacidad de inversión de las familias rurales en otras actividades; y genera un mayor dinamismo de los mercados locales. Al mismo tiempo, el crecimiento en el ingreso no agrícola favorece las

capacidades de inversión en agricultura, aumenta las posibilidades de actividades postcosecha, así como la integración vertical en actividades de almacenamiento y transporte de la producción, y genera mayor demanda local para la producción sectorial.

El progreso combinado de las actividades agrícolas y las no agrícolas en el medio rural favorece también una mejor articulación económica con el sistema de ciudades intermedias. Para el dinamismo económico y la generación de empleos, el papel del desarrollo agrícola y rural resulta esencial.

La erradicación de la pobreza representa, sin duda, una prioridad y en esa lucha el desarrollo agrícola y rural tiene un papel preponderante. Según los datos del Informe de Desarrollo Humano del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2% de la población mexicana vive con 1.25 dólares al día, 4.8% vive con 2 dólares al día y 17.6% se encuentra por debajo de la línea nacional de pobreza alimentaria. Así mismo, 3.4% de niños menores de 5 años sufre malnutrición y 5% de la población se encuentra en el rango de prevalencia de subalimentación.⁶⁹

A diferencia de lo que ocurre en otros países, donde el proceso de emigración ha ocasionado que el mayor número de personas pobres viva en las ciudades, en México todavía la mayor parte de esta población vive en el campo. En 2008, de los 19.5 millones de personas en pobreza alimentaria, 7.2 millones se ubicaban en las ciudades y 12.2 millones en las zonas rurales. Es decir, seis de cada diez habitantes en situación de pobreza alimentaria residen en el medio rural. Así mismo, la incidencia de la pobreza entre los habitantes del campo es mucho mayor que en las ciudades. El imperativo, ético, económico y político- de reducir la pobreza en el país implica la atención al desarrollo agrícola y rural, lo cual también significa la incorporación de un importante potencial económico para el progreso del país. En gran medida, el desarrollo de este sector implica la realización de un acervo de recursos productivos, el primero de ellos: la capacidad creadora y productiva de más de la cuarta parte de la población nacional. Las mejoras en los índices de nutrición, educación, salud, vivienda y acceso a servicios, así como el

dinamismo económico del campo, constituyen estímulos a la realización del potencial productivo de la población rural, generando un círculo virtuoso de progreso y crecimiento productivo, que puede mejorar significativamente las condiciones de vida en amplias zonas del país. El desarrollo rural, a su vez, incide de manera positiva sobre el potencial de desarrollo económico global, a través del crecimiento de la demanda interna, la mejor articulación interregional, el equilibrio social y la mayor cohesión e integración nacional.

En la construcción de una mayor igualdad de oportunidades para el conjunto de la población resulta crucial favorecer la ampliación de las opciones para los hijos de las familias pobres, que aún viven en el campo, como parte del camino hacia la equidad, la seguridad y la paz social en el país.

Una de las prioridades del desarrollo nacional de largo plazo es la sostenibilidad ambiental y la conservación de los recursos naturales. En un mundo en donde los nuevos desafíos derivados del cambio climático se suman a los problemas seculares de agotamiento, contaminación y deterioro de los recursos naturales, México no se queda atrás para revertir estas tendencias. La preservación de los acuíferos, de los suelos, de la biodiversidad, de los bosques, de la densidad de vida marina y de aguas interiores, y los demás elementos de sostenibilidad ambiental constituyen una prioridad nacional en la que las orientaciones y modalidades del desarrollo agropecuario y rural juegan un papel fundamental. El margen para mejorar el aprovechamiento de los recursos naturales silvoagropecuarios y pesqueros en México todavía es amplio y podría incrementar los niveles efectivos de producción y productividad agrícola.

El desarrollo agrícola y rural juega también un papel muy relevante dentro de la estrategia para mejorar la inserción internacional del país. En las negociaciones comerciales internacionales el sector agroalimentario es considerado como altamente sensible en función de la multifuncionalidad de la agricultura, es decir, su importante incidencia en la alimentación, el empleo, la conservación de los recursos naturales, el medio ambiente -incluyendo el ritmo de calentamiento global y el cambio climático- el ordenamiento territorial, el ecoturismo, la preservación del paisaje rural y la conservación del patrimonio cultural.

Finalmente, el medio rural también es depositario privilegiado de muchas de las raíces culturales mexicanas y de las expresiones más entrañables de la identidad nacional. En el México rural, campesino e indígena, y en la naturaleza del campo nacional toman cuerpo los rasgos y valores que definen su identidad, su geografía, su idiosincrasia, la historia compartida, y la cultura profunda que distingue al país dentro del mundo y lo caracteriza como parte de él.⁷⁰

4.3.2- El campo mexicano

Los 10 productos que más se producen en el campo mexicano son: caña de azúcar, maíz, plátano, sorgo, naranja, trigo, jitomate, limón, chile verde y papa. Los principales productos que manejan las grandes compañías de cultivo extensivo producen: trigo, sandía, pepino, limón, pepinillos, aguacate, cebolla, maíz blanco, mango, chile, espárragos, brócoli, plátano, naranja, coliflor, algodón y café.

Gran parte de estas compañías se ubican en el llamado “Granero de México” (honroso título perteneciente al estado de Sinaloa).

El campo mexicano enfrenta actualmente importantes retos para continuar óptimamente su producción. Algunos son:

- El cambio climático y sus consecuencias. Durante los últimos años, en base al cambio de temperatura del planeta, y debido al aumento de desastres naturales (desde sequías hasta inundaciones y huracanes) mucha de la producción se ha perdido en ciertas temporadas, teniendo el Gobierno Federal que dar subsidios y/o apoyos a los productores para que continúen trabajando. Un ejemplo de esto fue en 2010, cuando se perdieron más de 240 mil toneladas de alimentos por causa de heladas y sequías.
- El gran contraste entre los estados del norte y del sur en cuanto al nivel industrial. Aunque los estados del sur de nuestro país son más húmedos y adecuados para la siembra de ciertos cultivos y para una mayor producción, los del norte poseen más capacidad de compra de maquinaria y mejores técnicas de cultivo.
- La deforestación. Viene como consecuencia del mal planteamiento al aumentar la zona de cultivo, pues cuando el

área se queda sin bosques, es presa fácil de la erosión por el viento y el agua, arruinando el terreno, tanto para la agricultura como para los ecosistemas. Se estima así que más de 400 mil ha al año son deforestadas por esta razón.

- Corrupción. La “gran plaga” de México. Afecta muchísimos sectores y áreas del país, pero en el caso de la agricultura, en específico, ha afectado la distribución de los recursos de diversos programas sociales hechos para brindar apoyo al campo. Como ejemplos tenemos a “Proárbol” y “Procampo”, que han aportado muchos beneficios al campo, pero sus escándalos de corrupción y la mala distribución de recursos han propiciado muy mala reputación entre los productores y los ciudadanos en general.
- La Introducción de especies genéticamente modificadas. Es un problema grave de reciente creación y consiste de que en muchas plantaciones estadounidenses se usan semillas genéticamente alteradas para producir especies resistentes a la sequía y a las plagas. Casi todo se destina a la producción de biocombustibles, por lo cual ni es apto para el consumo humano ni es recomendable para el tipo de suelo en México, pues en el largo plazo lo afecta negativamente. Sin embargo, y a pesar de que el gobierno lo niega y está prohibido tener este tipo de cultivo, se rumora que algunos productores usan estas semillas.

Indicadores agroambientales

Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes
de la agricultura

5.- ESTADÍSTICAS AGROAMBIENTALES

- La agricultura y la actividad forestal consumen el 2% de la energía total mundial
- La agricultura se practica en el 38,5% de la superficie terrestre
- El ganado bovino constituye el 6% de la ganadería mundial
- Las aves de corral representan actualmente más del 80% de la totalidad del ganado
- El 95% de la totalidad del agua extraída en el mundo se destina a la agricultura

5.1.1.- Indicadores agroambientales

Los indicadores agroambientales son una herramienta clave para supervisar el desempeño ecológico de la agricultura, realizar un seguimiento de las tendencias en cuanto al impacto ambiental y proporcionar información para evaluar los efectos en cuanto a la integración y la aplicación de medidas políticas.

La nueva base de datos de FAOSTAT sobre indicadores agroambientales es fundamental para la sostenibilidad de la seguridad alimentaria, y para determinar las tendencias e interacciones entre la agricultura y el medio ambiente. Actualmente, esta base se conforma de veinticuatro indicadores ubicados en ocho ámbitos:

- Aire y cambio climático
- Energía (uso en la agricultura y producción de bioenergía)

- Consumo de fertilizantes

- Tierra (área, cambio de uso, riego, conservación, planes de cultivos, agricultura orgánica, protección)

- Densidad ganadera

- Uso de plaguicidas

- Suelo (erosión, degradación y carbono)

- Uso del agua

Estos indicadores se han confeccionado en colaboración con los marcos agroambientales de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE,) y la (Eurostat) y se basan principalmente en los datos disponibles en la (FAO).

5.1.2.- Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la agricultura

Los países deben presentar información a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) para la elaboración de los inventarios anuales de las emisiones y la absorción de gases de efecto invernadero relacionada con la agricultura. Los datos requeridos constituyen un desafío único para quienes confeccionan dichos inventarios, en particular en los países en desarrollo, debido a la falta de datos y de capacidad técnica en los mismos para monitorear, recopilar y analizar la información pertinente.

La FAO ha elaborado un inventario mundial de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de todos los sectores de la agricultura, en cooperación con el Departamento de Recursos Naturales. El método de nivel 1, basado en datos por defecto del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, (CMNUCC) se aplica para obtener estimaciones de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a cada una de las actividades,

lo cual constituye un resultado clave para el Proyecto de monitoreo y evaluación de emisiones de gases de efecto invernadero y el potencial de mitigación en la agricultura, (MAGHG, por sus siglas en inglés), financiado por Alemania y Noruega, y forma parte del Programa de mitigación del cambio climático en la agricultura, (MICCA, por sus siglas en inglés) del Departamento de Recursos Naturales de la (FAO). Este conjunto de datos finalmente procede de la información sobre agricultura y cambio del uso de la tierra comunicada oficialmente por los países y se encuentran contenidos en (FAOSTAT) y la Evaluación de los recursos forestales mundiales (FRA).

De tal forma, este conjunto de datos básicos es recopilado y difundido regularmente por la División de Estadística de la (FAO) informando sobre el uso de la tierra, la producción, el comercio, el empleo de fertilizantes, la producción y el consumo de las principales clases de plaguicidas (insecticidas, herbicidas, fungicidas, reguladores del crecimiento vegetal y rodenticidas), así como los distintos tratamientos de semillas.

Tomando en cuenta los datos presentes en (FAOSTAT), es factible utilizar estos indicadores, para emprender con pasos más firmes el camino dirigido hacia una agricultura energéticamente sostenible.

6

Capítulo 6

AGRICULTURA URBANA

AGRICULTURA URBANA

6.1.- Nociones generales

Llamamos agricultura urbana a la práctica agrícola y pecuaria en las urbes, que por iniciativa de los productores afincados o campesinos migrantes emprenden en las ciudades y sus alrededores operaciones; utilizando los recursos locales, como mano de obra, espacios, agua y desechos sólidos orgánicos y químicos, así como los servicios que provee la red urbana, con el fin de generar alimentos para el autoconsumo y, en ciertos casos, incluso para la venta de excedentes en mercados locales.

El ejercicio de la agricultura dentro de las ciudades no es reciente, aunque desde finales de la década de 1980 se ha oído hablar cada vez con más frecuencia del término "Agricultura urbana" (AU) por todo el mundo, la cual se ha desarrollado como fuente indispensable de alimentación para las personas con mayores carencias alimentarias, y como un instrumento de reclamo para una alimentación más saludable y un ambiente menos contaminado.

Aun cuando son pocos los trabajos serios que tratan específicamente sobre la agricultura urbana, los elementos socioeconómicos y ambientales que inciden en su desarrollo han sido ampliamente tratados e investigados. Como veremos más adelante, el concepto está vinculado a temas como desarrollo sostenible, seguridad alimentaria, agricultura ecológica, educación medioambiental, calidad de vida, degradación ambiental, entre otros, y aunque su origen es más remoto, a partir de los 80 sus propuestas han promovido debates cada vez más intensos.

La agenda 21⁷¹ y los informes que la sostuvieron; los diferentes índices de pobreza, las investigaciones sobre los impactos ambientales y la creciente "huella socio-ecológica" global fueron algunos de los principales instrumentos que contribuyeron al desarrollo de los conceptos que justifican la agricultura urbana, tal como la conocemos hoy.

Su difusión se inserta en una propuesta que articula necesidades, las cuales, según las circunstancias, se fusionan o se distancian. Su práctica promueve el consumo de alimentos ecológicos de bajo coste, colabora con la sostenibilidad ambiental de los entornos urbanos y ha atraído la atención de un amplio sector de la sociedad, abarcando en un mismo período varias generaciones que, con trayectos de vida diferentes, poseen objetivos comunes.

De esta forma, mientras niños y jóvenes se unen para aprender y reivindicar una sociedad más humana, adultos y mayores hacen del cultivo de productos agrícolas una actividad de ocio, de intercambio de experiencias y, en fechas recientes, con la progresiva aceptación y demanda por este tipo de productos con un origen local y rastreable, incluso prolíferos negocios han surgido de estas actividades. La educación medio ambiental y la actividad en los huertos urbanos han dado paso a nuevas formas de aprender, de enseñar, de relacionarse y entender el mundo.

La difusión de esta actividad en los últimos años y las constantes noticias sobre exitosas operaciones en diferentes países nos hacen reflexionar sobre su finalidad, sobre quiénes están involucrados en el proceso, cómo están organizados, cuál es la importancia que esta actividad tiene desde el punto de vista político, social, ambiental Y también cuál es su similitud con la agricultura periurbana.

El concepto de agricultura urbana y sus semejanzas y diferencias con la agricultura periurbana, se puede notar a través de algunos ejemplos significativos, mencionados a continuación en su relación con los jardines urbanos y periurbanos en el transcurso de los siglos, y las experiencias de agricultura urbana más conocidas en la primera mitad del siglo XX.

6.1.1.- Breve historia de la agricultura urbana

La agricultura periurbana fue definida en la década de 1970 y la agricultura urbana en 1999 por la FAO. La historia de este tipo de agricultura está muy vinculada a la jardinería y existen múltiples ejemplos en que flores, árboles frutales, legumbres, hortalizas y hierbas convivían armoniosamente en un mismo lugar. Es el caso de los jardines egipcios, griegos, romanos, bizantinos o musulmanes; aunque se sabe poco sobre qué tipo de vegetales se cultivaban, lo conocido es suficiente para comprobar la vinculación entre la agricultura intensiva y la jardinería. En Egipto, frutales, palmeras y vides ordenados simétricamente eran comunes en los jardines y proveían alimentos y sombra a los habitantes; también los jardines de los templos tenían espacios para el cultivo de hortalizas, hierbas o plantas especiales, como la lechuga min llamada así en honor al dios Min ⁷², utilizada en los rituales y ofrendas.

Así mismo, se ha comprobado en la bibliografía y restos arqueológicos que en la Grecia clásica eran habituales las parcelas de huertos y jardines vinculados a santuarios. Además, los jardines y los huertos estuvieron presentes en los espacios vacíos que permitieron la expansión posterior intramuros de la Roma antigua y en los jardines extramuros de Bizancio, donde con complejos sistemas de regadío cultivaban viñedos, hortalizas y frutales para el sustento de monjes y peregrinos. ⁷³

También en la Edad Media la asociación de huertos y jardines era muy común en los monasterios y conventos. Estando bien cuidados y adecuadamente abonados, podían producir espárragos, alcachofas y melones que contribuían a la dieta alimentaria de sus habitantes, y de igual forma ofrecían hierbas medicinales ⁷⁴ Más allá de los espacios monásticos, los palacios y casas privadas también poseían jardines y huertos.

En las ciudades italianas medievales existían jardines y huertos en casas privadas y en amplios espacios verdes en la periferia en los que el paisaje natural y el espacio bien cultivado representaban la apacible vida del campo. En un estudio sobre el desarrollo de los jardines y de los espacios verdes en el diseño urbano se señala que:

"El examen de los planos urbanos muestra la gran cantidad de espacios sin edificar que existían intramuros a finales de la edad media y, todavía en muchos casos, hasta comienzos del siglo XIX: huertos de conventos, huertos y jardines de palacios nobiliarios, huertos y campos particulares, espacios ganaderos." 75

A partir del siglo XVI, el descubrimiento de nuevas especies en los viajes ultramarinos puso de moda en los jardines europeos, las plantas exóticas originarias de América y Asia, que tenían como principal objetivo la ornamentación, la exhibición y el deleite, pero que estaban al alcance de pocos ya que estaban localizados en espacios privados. La finalidad de estos jardines podía ser múltiple. Por un lado, para estimular la catalogación de nuevas especies, hasta entonces desconocidas, se crearon jardines botánicos vinculados a universidades o a institutos de investigación, por lo que se convirtieron en una importante herramienta para el estudio de la botánica. Por otro, el acceso de la población a ellos les pudo dar más adelante un carácter educativo, tanto por la difusión de estos conocimientos en los carteles identificadores, como por las zonas destinadas a huertos y a la enseñanza de técnicas de cultivo de hortalizas, legumbres, etc.

Con ambientes naturales o aclimatados, los jardines botánicos podían poseer, ya entonces, millares de especies, unas exóticas y otras autóctonas, que se cultivaban en grandes parterres y huertos internos, que también fueron representados pictóricamente. Puede servir de ejemplo la obra del expresionista alemán Max Beckmann, perteneciente a la colección Lothar-Günther Buchheim, donde se muestra que estos jardines formaban parte del paisaje urbano y suburbano de las grandes ciudades.⁷⁶



En el siglo XVIII se puso de moda en Europa la costumbre social del paseo y con éste la necesidad de introducir jardines en la planificación urbana. Los paseos arbolados, los parques públicos y los jardines botánicos casi siempre construidos en los límites de la ciudad, donde se disponía de espacio suficiente para ellos, popularizaron este hábito.

En Francia, a mediados del siglo XVIII, Luis XV creó al lado del Jardín de Versalles de estilo clásico o formal, un "jardín de instrucción", en el que situó animales domésticos, un huerto y un jardín botánico. Mientras en España, el 17 de octubre de 1755 Fernando VI ordenó la creación del Real Jardín Botánico de Madrid, instalado en la Huerta de Migas Calientes, en las inmediaciones de lo que hoy se denomina Puerta de Hierro, a orillas del río Manzanares, el cual en esta época ya contaba con más de 2,000 plantas. En 1774, Carlos III dio instrucciones para su traslado al actual emplazamiento en el Paseo del Prado.

Creado con la finalidad de desarrollar la enseñanza de la botánica el jardín poseía, además de plantas originarias del Mediterráneo, otras procedentes de clima ecuatorial, lo que hizo necesaria la construcción de un invernáculo.⁷⁷

En la placa que introduce el visitante al huerto se puede leer:

"A lo largo de la historia el hombre ha ido domesticando los vegetales que mayor rendimiento alimenticio le ofrecían. Con las expediciones científicas al Nuevo Mundo llegaron a Europa un buen número de especies que comenzaron a cultivarse mezclados con las de otros orígenes.

Nuestro huerto pretende mostrar esa variedad de cultivos que se van rotando a lo largo del año según las estaciones. En otoño, coles y lombardas. En invierno, grelos, rábanos, ajos, puerros, y cebollas. En primavera y verano borrajas, acelgas, espárragos, lechugas, pimientos, berenjenas, sandías, melones, calabazas, calabacines, remolachas y endivias. También, según la época, se cultivan colecciones de calabaza, tomates, pimientos, tabacos, patatas o maíces."

Ya en el siglo XX las ciudades se expandieron horizontalmente, se crearon grandes avenidas, nuevas zonas residenciales, parques y jardines públicos. Tendencia de la edad moderna, que inicia en las ciudades no amuralladas, como la mayor parte de las ciudades inglesas en las que su ausencia estimuló tempranamente la creación de tradiciones de casas con jardines y huertos en la periferia de las ciudades.

Los parques públicos, que se comenzaron a crear en las ciudades a partir del siglo XIX, tenían muchas funciones, desde la práctica de ejercicios y juegos al aire libre, hasta la formación de huertos para la instrucción infantil, y eran un eslabón que unía el habitante de la ciudad con la naturaleza. Todo con el objetivo de educar y mejorar la salud de la población e, igualmente, con la finalidad de superar la dicotomía campo-ciudad e introducir la naturaleza en las ciudades.⁷⁸

La mayoría de los ejemplos de huertos urbanos de finales del siglo XIX y de la primera mitad del XX, de los que tenemos noticias, están relacionados con períodos de escasez de alimentos.

En los Estados Unidos de América, la Depresión de 1893-1897 hizo que el alcalde de Detroit destinase terrenos desocupados a personas en huelga, para que pudiesen cultivarlos y producir alimentos. Una práctica seguida por otros municipios y que, con el nombre de *relief gardens*, se repitió durante la Gran Depresión entre 1929 y 1935.

También en el mismo país, durante las dos guerras mundiales, el programa *Liberty and Victory Gardens* estimuló la construcción de huertos familiares y comunitarios. Se consideró que 20 millones de norteamericanos respondieron a la llamada y, como resultado, en 1943 el 40% de las frutas y vegetales frescos consumidos en Estados Unidos provenía de huertos familiares, escolares o comunitarios.⁷⁹

Así mismo, en el Reino Unido, el Cottage Garden, destinado a la subsistencia de las familias y ampliamente difundido durante el siglo XIX, ganó otro tanto en los bloqueos de Alemania durante la Primera y Segunda Guerra Mundial, y con la escasez de alimentos, se le asignaron nuevas tierras a los ciudadanos para el cultivo. En específico, durante la

Segunda Guerra, cuando la campaña *Dig for Victory* instruyó al pueblo para producir parte de su propia comida y los jardines públicos se transformaron en huertos.

En Alemania, los Schrebergärten, huertos familiares para las clases populares y la creación de la Zentralverband der Arbeiter und Schrebergärten (Unión Central de Trabajadores y Jardineros), fundada en 1911, contribuyó a la elaboración de normativas municipales, que promovieron la construcción de huertos en la periferia.⁸⁰

Estas iniciativas posibilitaron a los habitantes de las ciudades a hacer de los huertos urbanos y periurbanos una importante fuente alimentaria. Finalizada la Segunda Guerra Mundial, los huertos urbanos fueron adquiriendo otras funciones, pues además de proporcionar alimentos, permitían disfrutar del contacto con la naturaleza. En Europa, en general, hasta finales de la década de 1960, eran comunes en áreas urbanas y en las periferias de las regiones metropolitanas, aunque con la densificación y expansión de las ciudades, fueron paulatinamente cediendo espacio a nuevas edificaciones e infraestructuras.

Durante la década de 1960, en la región metropolitana de París, los efectos desastrosos de la urbanización difusa redujeron sustancialmente los huertos y las pequeñas fincas situadas en el seno de la Île-de-France.⁸¹

En Buenos Aires, las tramas de quintas y huertos familiares del cinturón verde de la región metropolitana, con origen en el siglo XIX, mermaron en las últimas décadas por la presión de los nuevos emprendimientos inmobiliarios.⁸²

En España correspondió al Instituto Nacional de Colonización (INC) en 1950, durante la dictadura franquista, una de las primeras iniciativas oficiales para la creación de huertos familiares de carácter marcadamente rural. Luego, y ligados al proceso de urbanización y crecimiento de las ciudades, los denominados "huertos en precario", dedicados a los cultivos de subsistencia, que ocupaban terrenos urbanos o periurbanos sin autorización del propietario, eran comunes en los paisajes metropolitanos.

Analicemos a continuación el papel de la agricultura urbana en la actualidad, quiénes son sus protagonistas, qué finalidad

tiene y cómo en algunos países las instituciones públicas han colaborado para su expansión.

A primera vista puede parecer incongruente hablar de agricultura urbana cuando hay enormes extensiones agrícolas destinadas a la producción de alimentos, de forrajes y de biocombustible. Aunque, como es de conocimiento general, mientras en algunas regiones del mundo, como en Europa, el importante excedente alimentario generado por la agricultura intensiva y algunas reformas de la Política Agraria Común influyeron en el abandono de las actividades agropecuarias, en años recientes la expansión de este peculiar tipo de agricultura, practicada dentro de las ciudades, o por ciudadanos urbanos en la periferia, es una realidad y camina a pasos agigantados. Por un lado, disminuye las dificultades ocasionadas por el alza de los precios alimentarios entre 2007-2008, y que golpeó fuertemente la población pobre de los países en desarrollo.⁸³

*"La agricultura puede ayudar a amortiguar los efectos de estas crisis. Si bien la agricultura es, en su mayor parte un fenómeno rural, la agricultura urbana puede ayudar a incrementar la capacidad de resistencia a los impactos externos de parte de la población urbana pobre y mejorar su acceso a las frutas y hortalizas frescas y a los productos animales. Este mecanismo tendrá particular importancia en zonas en las que la infraestructura inadecuada y las elevadas pérdidas durante el transporte se añaden a la escasez y alto coste de los productos agrícolas. Algunos agricultores urbanos podrían además ofrecer sus productos en los mercados locales, generando ingresos para ellos mismos y sus familias"*⁸⁴.

Organizaciones como la FAO han puesto de relieve este fenómeno y han presentado propuestas sobre el tema en diferentes cumbres, como la de enero de 1999 celebrada en Roma. También, se han creado organizaciones de investigación y surgido iniciativas internacionales desde en los inicios de 1990, como la Red sobre la Agricultura Urbana (1993), el Grupo de Apoyo a la Agricultura Urbana (1996) y la Iniciativa Mundial sobre la Agricultura Urbana (1996), en la que participan importantes organismos internacionales y universidades para impulsar la agricultura urbana y periurbana en países desarrollados y subdesarrollados.

Como consecuencia de este trabajo, y de los programas desarrollados en conjunto con los gobiernos de países donde actúa, se estima que unos 800 millones de habitantes de ciudades de todo el mundo participan en actividades relacionadas con la agricultura urbana y periurbana, produciendo alimentos y generando ingresos. Una combinación de datos de censos nacionales, encuestas a hogares y proyectos de investigación señala que hasta dos tercios de los hogares urbanos y periurbanos participan en la agricultura. Una gran parte de los productos de la agricultura urbana se destina al autoconsumo, mientras los excedentes ocasionales se venden en mercados locales.⁸⁵

Estas iniciativas reflejan la creciente preocupación por un modo productivo más sostenible. La agricultura ecológica⁸⁶ producida localmente o en circuitos cortos, es una alternativa y, al mismo tiempo, una posibilidad de desarrollar nuevos hábitos de alimentación, consumo y ocio. Además, respecto a los aspectos ambientales, la inserción de la naturaleza en las ciudades, no sólo en forma de jardines y parques, sino también de huertos, recupera terrenos vacíos, ayuda en el ciclo del metabolismo urbano (agua, energía y materia) y contribuye a recuperar variedades locales, lo que aumenta la biodiversidad. Con relación a la dimensión humana y social, los huertos urbanos dan carácter e identidad a los espacios públicos que se transforman en recintos de participación, apropiación ciudadana y, también, de educación medio ambiental.

Por esto, los huertos urbanos, principales representantes de la agricultura urbana, suscitan interés; y resulta oportuno preguntarnos el por qué, y cómo en las últimas décadas una actividad mayoritariamente desarrollada en zonas rurales, aunque también en las periferias de las ciudades, ha ido ganando importancia y se ha extendido a pequeños espacios disponibles o en desuso en las medianas y grandes ciudades.

6.1.2.- La agricultura urbana como solución a la inseguridad alimentaria y complemento de la renta familiar.

Desde finales del siglo XX, y por lo general apoyados por la FAO, el número de países subdesarrollados donde se han promovido experiencias relacionadas con la agricultura urbana se ha incrementado. Con la finalidad de solucionar la carencia alimentaria, han sido las naciones con poblaciones en mayor riesgo de inseguridad alimentaria las que, a partir de 1990, han desarrollado algún tipo de normativa pública de incentivos para la agricultura urbana, tanto en las grandes ciudades, como en otras poblaciones menores.

Aunque es difícil contabilizar su producción, pues la actividad es reciente y las cifras cuantitativas escasas, la agricultura urbana representa una realidad importante para muchos países en desarrollo. "Hasta un 70% de las familias urbanas participan en actividades agrícolas, según la primera cuantificación sistemática de la agricultura urbana realizada por la FAO, basada en datos obtenidos en 15 países en desarrollo y con economías de transición de las que existen estadísticas comparables.

Según la misma organización, la productividad agrícola, sobre todo de hortalizas, ha crecido en las ciudades y en sus periferias. La práctica intensiva en pequeñas parcelas tiene un rendimiento alto y responde de inmediato a la necesidad urgente de alimentos. Por esto y por su carácter perecedero, se adapta a las zonas urbanas, donde si se adoptan técnicas correctas, la productividad puede ser hasta 15 veces superior a la de la agricultura rural; algunos cálculos dan estos resultados. Estudios de la FAO revelan cómo "un micro huerto de un metro cuadrado puede producir cualquiera de las siguientes cosechas: unos 200 tomates (30 kg) al año; 36 piezas de lechuga cada 60 días; 10 coles cada 90 días; 100 cebollas cada 120 días."

Los beneficios para la seguridad alimentaria derivados de la agricultura urbana, en especial de la horticultura, se encuentran principalmente en un mejor acceso a alimentos adicionales y más nutritivos. Los hogares urbanos involucrados en estas prácticas suelen consumir una mayor cantidad de alimentos, a veces hasta un 30% más, y tienen una dieta más diversificada. Un mayor consumo relativo de hortalizas, frutas y productos cárnicos se traduce, en su conjunto, en un superior insumo de energía y una mayor disponibilidad calórica, crucial para algunos grupos sociales, como la población más pobre, las mujeres en edad reproductiva y los niños.

6.1.3.- La agricultura urbana actual

Así, aunque este tipo de agricultura existe desde hace algunas décadas, en la actualidad es un proceso vulnerable para los iniciados en este ámbito, a dividirse en:

1. Los productores de autoconsumo y sobrevivencia que deben recibir mayor apoyo.
2. Los productores de autoconsumo y mercado quienes capitalizan parte de su producción, pero son vulnerables por causas no previstas.
3. Los productores especializados con un stock de recursos, energéticos y económicos, que incluso les llega a permitir crear e innovar.

Cabe analizar el por qué huertos y micro huertos se han multiplicado en los espacios urbanos y cómo algunos factores, como la concienciación, la organización ciudadana y, en algunos casos, el apoyo institucional ha sido imprescindibles para esto. Así, las razones por las que se han impulsado los huertos urbanos en países desarrollados y subdesarrollados están vinculados entre sí, aunque, de forma general, pueden presentar diferencias específicas, y según la realidad de cada región o país, características diferentes. En este sentido, sería un error concluir que los motivos que impulsan a europeos y latinoamericanos a cultivar sus huertos sean exactamente los mismos. Sin embargo, es factible afirmar cómo entre los partícipes de esta

actividad, de los dos lados del Atlántico, hay un porcentaje importante de ciudadanos con los mismos objetivos.

Otro aspecto para comentar es que el proceso de densificación urbana es global y muchos habitantes de las medianas y grandes ciudades en cualquier lugar suelen compartir la necesidad de disfrutar de áreas de ocio al aire libre, de participar de actividades sociales y debatir los problemas ambientales que les afectan, así como promover la educación medio ambiental.

En este mismo contexto encontramos otra ventaja en la agricultura urbana: la “naturación” de las ciudades, práctica asociada a la mejora del paisaje urbano y de las condiciones ambientales; condición benéfica para cualquier urbe densamente poblada, independiente de su nivel de desarrollo. Un tercer aspecto, no menos importante, es la iniciativa popular, que dependiendo del grado de organización, posee mayor o menor capacidad para presionar a sus gobiernos y está presente en todos los países democráticos.

En apariencia se trata de un proceso con singularidades, pero no es dicotómico. Aunque a primera vista tenemos la impresión de que existe un abismo entre las razones por las cuales se cultivan huertos urbanos en países desarrollados y subdesarrollados, en realidad quizá no es así. Y la simbiosis de elementos, como la realidad local, puede originar experiencias análogas tanto en unos como en otros, porque el concepto "huerto urbano" es similar.

Así, por ejemplo, cuando la FAO estima que en algunos países en desarrollo, más de la mitad de los hogares urbanos practican algún tipo de agricultura urbana en patios traseros, azoteas, jardinerías, huertos comunitarios, escuelas, hospitales y tierras públicas libres, o cuando señala que la agricultura urbana también genera microempresas, que suelen dedicarse a la producción de fertilizantes orgánicos, o al procesamiento y la venta de alimentos, describe una realidad posible también en el primer mundo. Sin embargo, cuando señala que esta producción puede aportar hasta el 60% de las necesidades alimenticias de una familia, mejora sustancialmente la nutrición y permite a éstas gastar una parte mayor de sus ingresos en otras necesidades, como educación y salud, entendemos que está aludiendo a países en donde gran parte de la población posee bajos ingresos.⁸⁷

En este contexto los huertos urbanos representan mucho más que un lugar de conexión física entre la ciudad, el medio rural y la agricultura, pues por diversas razones, promueven una mejor calidad de vida en las ciudades. Como parte de la solución de problemas relacionados con la insuficiencia alimentaria, la calidad de los alimentos o la degradación ambiental provocada por los inputs agrícolas, la industria y el comercio de productos a través de los circuitos largos, la iniciativa de construir huertos urbanos ha asociado a muchas personas y suscitados debates para la búsqueda de una economía alternativa, en una sociedad menos consumista y socialmente más justa.

A ello han contribuido tanto las políticas públicas, como las iniciativas de organizaciones sociales o particulares y los últimos avances tecnológicos de información y comunicación (TIC) como internet y sus redes sociales, haciendo que comunidades de huertos urbanos de diferentes regiones y países encuentren en el ciberespacio una oportunidad para intercambiar ideas y experiencias.

En esta dirección, el debate sobre cómo las ciudades pueden ser más sostenibles ecológicamente, ha dejado claro que la concientización ciudadana y las tecnologías desempeñan un papel fundamental y, por tanto, será conveniente siempre que sea posible que caminen juntas y de forma unívoca. De esta forma, tanto las iniciativas individuales como las colectivas se capitalizan, en una práctica que, de la mano de la armonía social y la ecología, podría captar cada día más adeptos, principal factor para lograr una sociedad más equilibrada, preocupada con la preservación de los recursos naturales y con el planeta, inicio de un camino rumbo a la autonomía de las ciudades.

6.2.- La agricultura urbana en América Latina

“La agricultura urbana es un hecho en las ciudades de América Latina y se ha desarrollado, ya sea porque los territorios de

*operaciones periurbanas han sido invadidos por la urbanización, obligando la reorganización de las unidades productivas que buscan, en este nuevo ámbito de espacios reducidos y uso intensivo de los recursos al alcance, continuar generando productos adecuados para el mercado, o porque se han enablado nuevas estrategias que permitan la sobrevivencia familiar en la ciudad”.*⁸⁸

Las políticas que rigen las actividades de la AU varían de acuerdo con los países, regiones o ciudades, en función de las condiciones locales específicas, de las iniciativas sociales y del interés de los gobernantes. Por esto, en algunas naciones más comprometidas con los problemas de la insuficiencia alimentaria se han puesto en marcha medidas de cuño nacional, que abarcan varios sectores de la población y debido a esto tienen más posibilidades de éxito, mientras en otros las políticas aún son tímidas, pues los proyectos se desarrollan en un reducido número de estados o ciudades, y casi no se cuenta con apoyos.

Según sus alcances en Latinoamérica hay dos grupos de países. Uno donde los gobiernos han optado por una legislación de ámbito nacional, más amplia, posibilitando no sólo el auge en las capitales, sino también en otras áreas de mediano o gran tamaño, con algún tipo de incentivo para formar sus huertos. Otro grupo, donde los proyectos son de carácter local o regional, con la participación de las ONG y que tienen como blanco las poblaciones más pobres de las grandes zonas metropolitanas. Caracas, Bogotá, Ecuador, Lima, La Paz, Asunción, Ciudad de México, Guatemala y, más recientemente, Managua son algunas con planes más consistentes, aunque con características dispares.

En el primer grupo está Cuba, que, según informes, tomó la delantera en América Latina, impulsando un plan nacional de incentivo a la agricultura hidropónica urbana y periurbana en un momento de fuerte crisis alimentaria, provocada por la caída de la URSS, que mantenía el 80% de su comercio exterior. Se citan operaciones casi siempre en forma de huertos intensivos y organopónicos que, además de aumentar el número de empleos, más de 22 mil hasta el

2007, incrementó la producción de hortalizas y condimentos frescos en el área urbana de La Habana, de 20 mil toneladas en 1997 a 280 mil toneladas en 2007.⁸⁹

En Argentina la puesta en marcha del programa ProHuerta estuvo relacionado con su período de recesión durante la década de 1990, cuando se produjo la quiebra de numerosas empresas y la desaparición de miles de puestos de trabajo. Desde 2003, y dentro de las Políticas de Inclusión Social se puso en marcha, con apoyo de la FAO, el programa Huertas bonaerenses, para estimular el cultivo de productos de subsistencia con la participación de ciudadanos con bajos ingresos. La meta del programa era desarrollar 160 mil huertos familiares y escolares, y 4,500 comunitarios, y para 2006 la ciudad de Rosario, donde empezó el programa, contaba con 800 huertas urbanas comunitarias.⁹⁰

En Brasil, el Ministerio de Desenvolvimento Social e Combate a Fome (MDS) promueve la política nacional de agricultura urbana como parte de sus acciones para garantizar la soberanía alimentaria y nutricional de la población más pobre. Inicialmente, el incentivo a la agricultura urbana formaba parte del Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (Fome Zero) y del Programa de Aquisição de Alimentos de la Agricultura Familiar, en el que participan principalmente los agricultores familiares sin acceso a las líneas de crédito del Programa nacional de fortalecimiento da agricultura familiar (PRONAF).

A partir de 2008 se crearon catorce Centros de apoyo a agricultura urbana e periurbana (CAAUP), con el objetivo de atender una demanda específica de la población que reside en las regiones metropolitanas, y en 2006 contaba con más de 600 iniciativas de agricultura urbana y, también periurbana, en su mayoría sin apoyo institucional. Desde 2010 son 23 las áreas metropolitanas beneficiadas con el programa. Se ha señalado que:

"Cada Centro desarrolla acciones de formación, asistencia técnica y fomento que benefician directamente a miles de agricultores urbanos, a la vez que consolida espacios multiactorales que promueven la agricultura urbana en las regiones metropolitanas como parte de la

política nacional de seguridad alimentaria. En Brasil, la política de seguridad alimentaria y nutricional incluye la implementación y funcionamiento de restaurantes populares, cocinas comunitarias, bancos de alimentos y la compra directa de alimentos a los agricultores familiares a través del Programa de Adquisición de Alimentos (PAA)".

Este programa fomenta actividades agrícolas en pequeñas áreas urbanas y periurbanas ociosas destinadas a cultivos de subsistencia y que pueden generar renta. También, financia la industrialización y comercialización de los alimentos cosechados.⁹¹

Venezuela y México cuentan con el apoyo técnico de Cuba, y promueven políticas que abarcan diversas áreas metropolitanas. En Venezuela, el Proyecto Simon Bolivar está en vigor desde 2007, e incentiva la formación de huertos familiares, comunitarios y escolares. En enero de 2010 había 75 huertos familiares, 23 huertos comunitarios y 12 huertos escolares en 36,618 metros cuadrados y una producción estimada de 95,344 kg de alimentos, que se distribuyeron entre las familias más vulnerables de cada comunidad, vendiéndose en ferias agrícolas y destinadas al autoconsumo. Extendido en 50 municipios de 21 estados del país, este proyecto atendió alrededor de 1,440 familias.

Otro proyecto fue promovido por ENDA América Latina, una ONG colombiana de desarrollo, con programas enfocados a la lucha contra la pobreza, por los derechos humanos y el desarrollo sustentable. A partir de 1988, en su área de mujer y ciudad, esta institución ha contribuido al programa Eco ciudad, cuya principal propuesta buscó rescatar los cultivos de hidroponía para convertirlos en cultivos en suelo basados en la agroecología,⁹² lo cual permitió un incremento de grupos asesorados. Incluso, jardines comunitarios, escuelas primarias y grupos de salud, pasaron a formar parte de estos programas.

Dentro de estos proyectos, el de hidroponía popular en Bogotá fue muy discutido por sus implicaciones y resultados, pues el nivel de apropiación de la tecnología logrado entre las comunidades fue cuestionado, se valoró como una tecnología costosa en asesorías, pues la gente recibía un adiestramiento que más tarde no podía impulsar de manera autónoma. También, ha sido cuestionado en cuanto a su validez como

estrategia de sobrevivencia, porque aportaba al ambiente químicos disueltos en agua.

Hay también proyectos similares en Nicaragua con experiencias en hidroponía popular⁹³ y en Puerto Rico incluso se han aventurado a cultivos hidropónicos caseros, de mediana producción.⁹⁴

Estos ejemplos han dado pie a que los proyectos actualmente en curso en ciudades de América Latina mantengan en cada una de las huertas y grupos una asesoría continua, tanto de los aspectos técnicos como organizativos, para el manejo de los cultivos. También, se incluyen actividades de formación en todos los temas técnicos relacionados, y aspectos generales, sobre medio ambiente urbano y educación ambiental.

Sin embargo, constantemente se observa en todo Latinoamérica que posterior a la implementación de estos programas hay un fuerte detrimento en las actividades, al no autofinanciarse, pues en la mayoría de los casos a que la coordinación de las instituciones de apoyo no es eficiente, lo cual deja el trabajo previo como simple esfuerzo disperso.

“Las acciones dirigidas a enfrentar la pobreza, a pesar de los muchos esfuerzos, discusiones, análisis y propuestas, han sido pobremente implementadas y su debilidad fundamental, radica en la distancia real entre la vocación declarada y los intereses reales de las instancias que la promueven, sean estos organismos internacionales, agencias de cooperación, agencias gubernamentales o incluso organizaciones de interés social.”⁹⁵

La AU no es un problema agrícola. Por tanto, consiste en un problema urbano que no exige conocimientos agrícolas convencionales, sino la confluencia de profesionales de las ciencias agrícolas y del urbanismo. Es en todo caso, un espacio de integración de una amplia gama de fenómenos relacionados con las posibilidades de vida en el medio urbano, y debe representar una actividad implícita en la calidad de vida de los pobladores de las ciudades, en su seguridad alimentaria, en la gestión de residuos sólidos, en

formas alternativas de autoempleo y en la obtención de ingresos complementarios.

Por tanto, esta actividad debe abarcar amplios sectores sociales, y contar con el interés y el apoyo tanto de recursos públicos del estado, como privados.

6.3.- Aspectos actuales de la agricultura urbana en México.

La AU en México es practicada en las zonas urbanas, suburbanas y periurbanas. Así, encontramos producción de leche en las afueras de Puebla o de Jalisco, invernaderos en la zona de Texcoco, caprinos en Culiacán, animales de tiro en casi todas estas ciudades, aves de traspatio dondequiera que haya inmigrantes de comunidades pequeñas a urbes mayores. Respecto de la ciudad de México hay chinampas, borregos en predios desocupados, nopales en terraza, producción de leche en Iztapalapa y Neza, de cerdos en Azcapotzalco, así como producción conejos y aves en numerosos traspacios. Una pregunta natural es ¿por qué? Varias pueden ser las respuestas. La pobreza y la falta de oportunidades es una. Sin duda, está vinculada a la seguridad alimentaria desde el punto de vista de la provisión oportuna. Otra razón es la tradición familiar o alguna combinación de los tres factores. Lo importante, además de su existencia, es también su contribución a diversos ámbitos, que además de la procuración de alimento también incluyen empleo y uso de desechos, los cuales, de otro modo serían basura.

Desde 2007 la Secretaría de Desarrollo y Equidad para las Comunidades (SEDEREC) de la Ciudad de México apoyó 21 proyectos de agricultura urbana realizados con la finalidad de incorporar a los ciudadanos a la producción de alimentos dentro de las ciudades, en los cascos urbanos de los pueblos y asentamientos periurbanos, con principios de agricultura sostenible y aplicando métodos intensivos, con la finalidad de crear estabilidad en la fuerza de trabajo y una producción diversificada. En las zonas netamente urbanas, los agricultores son ciudadanos que han convertido todo o parte de jardines, azoteas y balcones en cultivos de hortalizas. Se practican igualmente la agricultura vertical, es decir, macetas colocadas en baldes superpuestos, como la cría de ganado menor y mayor, y los huertos comunitarios. Este apoyo institucional beneficia tanto a la capital como a algunos municipios de Jalisco (Guadalajara, Zapopan y Tlajomulco de

Zúñiga). Se estimó que en 2010 pueden haber participado de estas actividades unas ocho mil personas.⁹⁶

Actualmente, en Xochimilco se registran alrededor de 10 mil productores agropecuarios. Sin duda, en estos momentos la actividad más redituable es la floricultura, a la cual se dedica un número importante de chinamperos, especializados en el cultivo de plantas muy delicadas y que requieren de grandes cuidados y una buena inversión.

La vida cotidiana de estos viejos pueblos del sur, que podríamos llamar de acuerdo con la tipología de Darcy Ribeiro, pueblos testimonio o pueblos originales, es una continua lucha, por conservar sus espacios, sus parroquias, su organización, sus fiestas. Han sido agredidos por una política agrícola que desestimula las actividades productivas en las áreas cercanas a las ciudades, y por una política urbana que ha facilitado la expansión de la ciudad sin respetar aquellos lugares que, como Xochimilco, están considerados no solo zonas típicas o zonas de reserva ecológica, sino también patrimonio histórico y cultural de la humanidad.

El universo de experiencias en AU ya es ilimitado. Sin embargo, es un tipo de actividad especial a ser comprendida en su complejidad y en todas sus dimensiones. Su inserción en la ciudad establece particularidades y retos, pues de acuerdo con una visión dualista a partir de la cual lo rural es tradicional y lo urbano hace referencia a procesos de modernización, las actividades agropecuarias nada tendrían que ver con una forma moderna de organizar los espacios urbanos. Así, la agricultura urbana corre el riesgo de considerarse marginal, sin embargo, ya está inserta en la sociedad civil, expresada en los nuevos movimientos de la sociedad en pos de la diversidad, en favor de la conservación del ambiente y la generación de un desarrollo con sustentabilidad visible como un gran abanico de posibilidades, abierto hacia todos los sectores de la población. En México, lo rural y lo urbano, como espacios de relaciones sociales, ya no son polos opuestos ni están tan

diferenciados; en el campo se efectúan actividades de manufactura o maquila, y sus habitantes no son ajenos a la vida citadina gracias a los medios de comunicación. Así mismo, las ciudades contienen viejos pueblos de productores agrícolas o son habitados por grandes capas de migrantes campesinos e indígenas. Son espacios sociales articulados donde se conforman, a través de sus prácticas, proyectos y organizaciones, sujetos sociales con nuevas identidades que tenemos que reconocer.⁹⁷

6.3.1- Principales operaciones de agricultura urbana en la ciudad de México

Los actuales sistemas urbanos de producción se localizan en tres espacios diferentes que concentran diferentes formas de producción. La tabla 7 muestra los espacios donde la AU es practicada en la Zona Metropolitana de la Cd. de México (ZMCM).⁹⁸

Tabla7: Espacios y sistemas de producción agricultura urbanos en la ZMCM ESPACIO

	Modelo de producción	Sistemas de producción agrícola	Sistemas de producción animal
Urbano,	Nuevo	Huerto familiar	Ganado de carne y leche, Aves de traspatio, cerdo y conejos
Suburbano	Chinampa	Verduras y flores, huerto familiar, invernaderos	Ganado de carne y leche, aves de traspatio, cerdos y conejos, animales de tracción
Periurbano	Terrazas	Nopal-verdura, huerto familiar, maíz, agrosilvopastoral	Ganado de carne y leche, aves de traspatio, cerdos y conejos, animales de tracción, abejas, agrosilvopastoril

La característica de cada zona es la relación entre las áreas verdes y grises (concreto). En el espacio urbano hay más edificios y asfalto, mientras en los otros dos, chinampa y periurbano más áreas verdes. Los espacios suburbanos y periurbanos son similares en el número de calles y construcciones, pero el último tiene las áreas verdes más abiertas.⁹⁹

Los sectores de la población que practican AU en la ZMCM van desde aquéllos con bajo ingreso generado de la producción (el traspatio), hasta los que ganan 18.5 USD por día por persona (productores de la nopal-verdura de Milpa Alta).

Las estrategias de los productores agrícolas en la ZMCM difieren en el grado de heterogeneidad. Aunque las personas

con menos recursos económicos tienden a ocuparse con sus familias en una variedad de empleos para completar el ingreso familiar, para otros la agricultura es su principal fuente de ingreso, a veces seguida por las actividades secundarias, como el comercio. Una característica sobresaliente de los productores urbanos en la ciudad de México es que ellos han podido adaptar sus sistemas de la producción a las condiciones diversas de disponibilidad de espacio.

Aunque productores de Azcapotzalco (norte) e Iztapalapa (este) -cerdos de traspatio, avicultura y conejos, lechería y ganado de carne-, cuentan con espacios pequeños, la diversidad de los recursos empleados por ellos es grande e incluye masa de maíz, salvado de trigo, tortilla seca, concentrado, alfalfa, desperdicios de la casa y de restaurante, desechos de verdura de la Central de Abastos, de panaderías y subproductos de cervecería. Por otro lado, productores de los espacios suburbanos (Xochimilco y Tláhuac) y las áreas periurbanas (Milpa Alta y Tlalpan) tienen espacios más amplios para mantener a los animales y cultivar plantas, y la variedad de recursos que emplean en la nutrición animal es menor. Con respecto a la variedad de animales criados en la ZMCM.

Los métodos de producción mencionados en la tabla 7 han existido en el valle de México o han evolucionado de otros agroecosistemas. Ejemplo del último es el sistema de chinampas utilizadas para producir verduras y flores destinadas a la ciudad de México. Las chinampas evolucionaron, después de la llegada de los españoles, de un sistema de producción de cultivos, a un complejo que conjunta los huertos familiares, ganado de leche y producción de traspatio. Más recientemente, la tecnología de invernaderos ha sido adaptada a las chinampas abandonadas para alojar cultivos comerciales a lo largo de todo el año.¹⁰⁰

El sistema de terrazas donde hoy se cultiva nopal verdura se desarrolló a partir de terrazas prehispánicas donde las personas cultivaban la milpa y tenían ganado productor de leche. La problemática que el productor urbano de la ciudad de México enfrenta es diferente respecto a la del agricultor urbano de países desarrollados donde hay una serie de

políticas para fomentar la producción que incluye verduras, plantas culinarias y ornamentales.

Otras formas de AU practicadas en la ZMCM incluyen microempresas, que transforman los productos primarios derivados con valor agregado para el consumo ciudadano, como el amaranto. Otro ejemplo es el jardín amigable para los niños de empleados de la secretaría de la Reforma Agraria¹⁰¹ con azotea verde y educación medioambiental.¹⁰²

La AU en la ciudad de México, en algunos casos, consiste en un proceso que integra las actividades llevadas a cabo en los espacios urbanos, suburbanos o periurbanos, y ha sido un logro tecnológico de los productores, sólo con la intervención esporádica de técnicos. Este es el caso del nopal verde, la producción lechera de Iztapalapa y el uso de residuos sólidos de la Central de Abastos. La mecánica de estos biosistemas integrados empieza con la recolección de los desechos de verdura de la central, incluida verdura sin frescura, menos aceptable por los mercados (brócoli, maíz, zanahorias, coliflor rábanos y otros).

Estos productores recolectan la basura orgánica y la llevan a sus establos en las áreas urbanas y suburbanas de Nezahualcóyotl, Iztapalapa y Xochimilco, para completar las dietas de sus vacas. El segundo paso de este biosistema integrado consiste en el acopio del estiércol producido en los establos de Iztapalapa, Netzahualcóyotl y Xochimilco, por los productores de nopal de Milpa Alta, quienes lo usan para fertilizar sus plantaciones.¹⁰³

Además de contribuir a la preservación de la tradición agrícola y culinaria, la AU en la ciudad de México mantiene el empleo de mujeres, niños y personas mayores. Adicionalmente, conserva el paisaje de zonas consideradas de transición, como es el caso del sur capitalino, con zonas libres de la expansión del concreto y, también, con una recarga continua de los mantos acuíferos, que finalmente proporcionan el agua a la ciudad.

A pesar de todo este panorama, ninguna política ha sido diseñada en específico para promover la AU, algo comprensible, pues es una actividad recientemente conceptualizada y caracterizada. Sin embargo, si asumimos que ayuda a reducir la huella ecológica de las ciudades y a mitigar la pobreza, entonces quizá sería necesario entender el estado del arte de políticas relacionadas con su práctica y empezar una discusión para encontrar maneras de promover esta actividad. A la fecha, no se tiene ubicadas las políticas que influyen en la práctica de la AU en la Cd. de México.

7

Capítulo 7

SISTEMAS Y TECNOLOGÍAS EMPLEADAS EN LOS CULTIVOS
URBANOS

7.1.- Sistemas hidropónicos

7.2.- El espacio público

7.2.1.- Nuevas tendencias urbanas

7.2.2.- Apropiación temporal y permanente del espacio público

7.2.3.- Otros proyectos en América Latina

7.2.4.- Gestión de áreas verdes en la Ciudad de México

7.2.5.- Opciones para el mejor manejo de áreas verdes en las ciudades

SISTEMAS Y TECNOLOGÍAS EMPLEADAS EN LOS CULTIVOS URBANOS

Son dos los aspectos a destacar de la AU: los referentes a la calidad y el acceso a los productos cultivados.¹⁰⁴

En la ZMCM hay unos 312 mercados populares en la ZMCM, en promedio de 19.5 por delegación, y un sin número de tianguis o mercados móviles, cuyo precedente es el mercado prehispánico.¹⁰⁵

Estos mercados, además de la Central de Abastos, proveen las fuentes de desechos incorporadas en las dietas de los animales domésticos urbanos. Una cantidad indeterminada de restaurantes, tortillerías y otras industrias, como las panaderías, fábricas de aceite vegetal y subproductos de la cervecería, complementan el conjunto de subproductos utilizados en la producción animal urbana.¹⁰⁶ La red de suministro de agua potable también es parte involuntaria de esta infraestructura, aprovechada por los productores urbanos y la cual se extiende por unos diez mil kilómetros.

Los sistemas de cultivo utilizados en las ciudades, debido al espacio reducido y la utilización del agua¹⁰⁷ se han especializado en cultivos de traspatio, donde las macetas y recipientes de todo tipo albergan a las plantas si se pretende utilizar zonas de azotea y terrazas, en tanto el uso de invernaderos, con un sistema hidropónico, permite reducir al mínimo las restricciones de clima agua y de nutrimentos, y lograr un eficiente control de plagas, enfermedades y maleza¹⁰⁸

Adquiere gran importancia, en este contexto, la generación y la aplicación de prácticas culturales encaminadas a lograr que el cultivo aproveche al máximo este ambiente tan favorable, propiciando así la máxima expresión de su potencial productivo.

7.1.- Sistemas hidropónicos

La hidroponía o agricultura hidropónica es un método utilizado para cultivar vegetales usando minerales disueltos, en vez de suelo o tierra agrícola. La palabra hidroponía proviene del griego ὕδωρ (hýdōr) = 'agua', y πόνος (ponos) = 'labor' o 'trabajo'. Con este sistema las raíces reciben una solución nutritiva equilibrada disuelta en agua con todas las sales minerales esenciales para el desarrollo de las plantas, las cuales pueden crecer únicamente en dicha solución, o para soporte de las raíces pueden contar como sustrato con un medio inerte, como arena lavada, grava o perlita, tezontle o bolitas de arcilla expandida, entre otros.¹⁰⁹

Hay dos tipos de sistemas hidropónicos: cerrados y abiertos. En los primeros se recicla la solución nutritiva y la concentración de nutrientes, mientras la solución es vigilada y ajustada en consecuencia. Mantener el balance de nutrientes en este tipo de sistemas hidropónicos es un reto y la solución de nutrientes debe ser probada y analizada cada semana, ajustando su composición según los resultados.

En los sistemas hidropónicos abiertos se introduce una solución fresca de nutrientes en cada ciclo de riego, por lo que es un sistema más costoso, y de mayor consumo de agua y sales minerales.¹¹⁰

En sistemas hidropónicos, las plantas crecen en sustratos inertes o sin ningún tipo de sustrato. Como resultado, la única fuente de nutrientes es la solución, y por lo tanto, esta debe contener todos los nutrientes esenciales para las plantas. Se busca proveer a la planta de los 13 elementos minerales principales: 1. nitrógeno, 2. potasio, 3. fósforo, 4. calcio, 5. magnesio, 6. azufre, 7. hierro, 8. manganeso, 9. zinc, 10. boro, 11. cobre, 12. silicio, 13. molibdeno.

Si bien los suelos permiten una mayor tolerancia para la inexactitud, la hidroponia deja muy poco margen para cometer errores. Ya que los cambios son rápidos y los errores pueden ser muy costosos, las decisiones a tomar por los productores deben ser muy exactas y basadas en el conocimiento de la técnica. Y hay una serie de desarrollos en el ámbito de los sustratos, además de ciertos automatismos para facilitar el control de las soluciones y que éstas no varíen sus parámetros químicos.¹¹¹

Casi cualquier planta terrestre puede crecer con hidroponia, aunque algunas pueden hacerlo mejor que otras. La hidroponia también es una técnica estándar en la investigación biológica y en la educación, y un popular pasatiempo, que está alcanzando un gran auge en los países donde las condiciones para la agricultura resultan adversas y es una opción muy apta para la AU. Combinando la hidroponia con un buen manejo del invernadero se llegan a obtener rendimientos muy superiores a los de cultivos a cielo abierto.

Considerando sus características podemos dividir la hidroponia en:

1) Sistemas con contenedores, sustrato y diversos estilos de riego.

En estos la diferencia se basa en si se cuenta con invernadero (cultivo protegido), en los tipos de sustratos utilizados y en los estilos del riego, con muchas posibilidades de ambas variables las cuales se seleccionan por el tipo de planta a cultivar, el espacio donde se cultivará, la finalidad de las cosechas, comercial o autoconsumo, la adquisición y disponibilidad de los productos a ser utilizados, la cantidad y calidad de agua disponible, y su accesibilidad.

Tipos de sustrato: se pueden utilizar gran variedad de sustratos, inertes como la vermiculita -una mica mineral expandida-; la perlita - un mineral de sílice calcinado a altas temperaturas el cual se expande y adquiere porosidad-; el tezontle o roca volcánica, piedra de río, arena, lana de roca, y algunos, aunque orgánicos, que tardan mucho en descomponerse como fibra de coco, peat moss, residuos de madera o bamboo, rastrojos de caña, etc.

Tipos de irrigación: hay gran variedad. Los más comunes son los de goteo con cintillas de PVC perforadas, con mangueras y goteros, con líneas de tuberías y goteros de aspersión, con

bandas de sudoración, por medio de inundación y desagüe subirrigación con sifón, hidratación por capilaridad.

2) Sistemas sin sustrato y con únicamente solución nutritiva.

En estos siempre se deberá contar con un invernadero, pues la solución se mantiene con características estables y el agua de lluvia variaría su composición, y esta puede permanecer en recirculación, los sistemas de riego pueden variar, incluso pueden no existir cuando la solución queda en un mismo lugar sin movimiento (sistema de balsas).¹¹²

Sistema de cultivo de balsas flotantes:¹¹³ como su nombre lo indica mantiene las raíces de las plantas constantemente sumergidas en la solución nutritiva, esta solución debe contar con las condiciones exactas requeridas para las raíces, la solución no se recicla y sólo se encuentra continuamente vigilando sus parámetros de forma manual o automatizada. Aquí es conveniente una muy buena oxigenación de esta y revisar para que no entren microorganismos, posibles parásitos de las raíces.¹¹⁴

Las balsas son placas generalmente de poliestireno, o de foamy, de 1 pulgada de grueso y se perforan a una densidad de unos 20 a 30 centímetros de distancia, con orificios de entre ½ y una pulgada de diámetro según la etapa de crecimiento de la planta o la fase de trasplante, en estas placas se colocarán las plantas, generalmente hortalizas de hoja tierna, lo que se conoce como baby leaf.¹¹⁵ Canónigos, berros, tatsoy, rúcula, acelga, verdolaga, y otros como espinaca, berro lechuga y escarola.

La solución nutritiva empleada se encuentra en contenedores de 10 a 15 cm de profundidad, donde las balsas flotan. Estos contenedores tienen instalaciones de bombeo de aire o de oxigenadores de micro o nanoburbujas, inyectando aire a cierta presión en el agua con bombas o compresores, mediante dispositivos Venturi, o la aportación de ozono a la solución, que son las opciones para mantener un óptimo nivel en la concentración de oxígeno.¹¹⁶ La bibliografía disponible consultada referente a este tema habla de valores limitantes de oxígeno inferior al 25% de saturación. Entre 2 y 2,5 mg/l de oxígeno disuelto para las temperaturas del agua, entre 5 a 25 °C en el cultivo según las distintas épocas del año.

El manejo de las soluciones nutritivas de las balsas se hace sin ningún tipo de pérdida ni drenaje, es decir, al iniciar el proyecto se llena la charola, y se mantiene durante todo el año la misma agua, añadiendo únicamente la cantidad que el cultivo consume para su propia constitución y por la evapotranspiración. Esto supone que la solución nutritiva se va salinizando de modo paulatino por la acumulación de los elementos que la planta no consume o lo hace en muy poca cantidad.

Los consumos de las plantas y los aportes de nueva solución a los contenedores, modifican la solución, procurando mantenerla en óptimas concentraciones. según los requerimientos de la especie a cultivar, y para garantizar el éxito del sistema se requiere un control con la supervisión del PH, de la temperatura, de los niveles de oxígeno y de la conductividad eléctrica, así como observar cuidadosamente el crecimiento y las características de las hojas del cultivo. Un análisis químico completo de la solución en laboratorio se recomienda una vez al mes o antes si se observan cambios en las hojas y/o raíces.¹¹⁷

El sistema de NFT (Nutrient film technique) o "técnica de la película de nutriente" fue desarrollado en la década de los 60 por el Dr. Allan Cooper, en Inglaterra. Desde esa época, este sistema de cultivo se destinó principalmente a la producción de hortalizas de alta calidad en invernaderos. El sistema NFT ha sido utilizado en forma comercial en más de 68 países, y es el más empleado en la hidroponía, en naciones árabes, del Caribe y América Latina para la producción comercial de hortalizas, en especial de especies de hoja, a grande y mediana escala.¹¹⁸

En los diseños donde el principio básico es la circulación continua, o intermitente de una fina capa de solución nutritiva a través de las raíces, pueden ser de varios tipos, con una serie de canales de PVC, polietileno, poliuretano, etc., de forma rectangular o simples tubos de PVC de 2 o 3 pulgadas de diámetro, llamados canales de cultivo. En cada canal hay agujeros donde se colocan las plantas, y están apoyados sobre mesas o caballetes con una ligera pendiente o desnivel que facilita la circulación de la solución nutritiva, dependiendo del diseño del sistema.¹¹⁹

La solución es recolectada y almacenada en un recipiente, ya sea cubeta o tanque (esto dependerá del volumen de solución nutritiva requerido por el sistema en cuestión). Con posterioridad una bomba permite su circulación por los canales de cultivo nuevamente, lo cual mantiene a las raíces en contacto permanente con la solución nutritiva, favoreciendo la oxigenación de las raíces y un suministro adecuado de nutrientes minerales para el desarrollo de las plantas. Como los nutrientes se encuentran fácilmente disponibles para las plantas, el gasto de energía es mínimo, y de esta manera la planta gasta la energía en otros procesos metabólicos.¹²⁰

Factores importantes a considerar en estos sistemas

- a) Calidad del agua. Es importante analizar el suministro de agua, la cual puede provenir de lluvia o ser potable. Cuando el agua es dura, se requiere bajar su pH a 6.
- b) La temperatura. Una característica de la NFT es la facilidad con la que la temperatura de la raíz puede ser manipulada para satisfacer los requerimientos de los cultivos. Se debe mantener las soluciones entre 13 y 15 °C para prevenir una absorción reducida de nutrimentos.
- c) El pH de la solución nutritiva. En general, la absorción máxima de un ión ocurre entre pH 5 y 7. Normalmente, se mantiene el pH entre 5.5 y 6.5, para la mayoría de los cultivos en invernadero.
- d) La conductividad eléctrica (CE). Se recomienda mantener un nivel de electro conductividad en los rangos adecuados para que las plantas dentro del sistema no se deshidraten por

exceso de sales o, al contrario, absorban menos nutrientes por ausencia de las mismas.

e) La longitud del canal. Un máximo de 20 m de longitud es recomendado, y se considera que la longitud no debe superar los 20 a 25 m.

f) El ancho del canal. Para cultivos de hortalizas altas, como por ejemplo el jitomate, la distancia entre plantas se recomienda entre 25 a 30 cm; sin embargo, algunos cultivadores señalan que pueden usarse canales más estrechos, de 15 cm, sin afectar los rendimientos de jitomate.

g) La pendiente del canal. Para asegurar las condiciones convenientes en la zona de las raíces, la pendiente idónea debe permitir a la solución fluir a lo largo del mismo. En general, pendientes entre 1.5 y 2% son correctas y las menores de 1% deberán evitarse.

h) Concentración de oxígeno. Debido a la circulación del nutriente, la solución nutritiva mantiene un nivel adecuado de oxígeno de manera natural; sin embargo, en instalaciones de más de 10 metros de largo y con una densidad grande de plantas, poco a poco se puede ir perdiendo el oxígeno circulante en la solución, por lo que muchos hidrocultores optan por compensar el oxígeno perdido en estas instalaciones largas a través de la utilización de bombas de aire, las cuales bombean el aire por dentro de las tuberías directamente a la solución nutritiva.¹²¹

Así mismo, la temperatura de la solución nutritiva tiene relación directa con la cantidad de oxígeno consumido por la planta: es decir, cuando la temperatura es menor de 22 °C, el oxígeno disuelto es suficiente para abastecer la demanda. En cambio, a temperaturas mayores de 22 °C, la cantidad de oxígeno disuelto en la solución nutritiva comienza a disminuir y, en ciertos casos, es necesaria la utilización de bombas de aire para compensar esta pérdida. Otro factor determinante que afecta la concentración de oxígeno disuelto en la solución nutritiva es la demanda de oxígeno por las plantas; en la medida que aumenta el número de ellas, sube el requerimiento de oxígeno.¹²²

Algunas especies de plantas cultivables en NFT.

*Lechuga

*Acelga

*Espinaca

*Aromáticas (albahaca, orégano, laurel, lavanda, etc)

*Chile

*Pimiento morrón

*Jitomate.

En estudios recientes se encontró que de los nuevos sistemas de aireación probados, la inyección de aire a ligera presión en la solución nutritiva ha dado valores muy buenos de oxígeno disuelto en el agua, con mínimos de 5,25 mg/l, lejos de los valores limitantes. En el caso del Venturi, y el aporte de ozono en la solución nutritiva, los valores han sido inferiores, llegando en algunos casos a rozar esos mínimos, con 2,5 y 2,75 mg/l, de oxígeno disuelto.¹²³

7.2.- El espacio público

Se puede definir como la esencia de la ciudad, la primera motivación de la existencia de un lugar, en el cual el hombre, como parte de una comunidad, vive y se relaciona: representa la columna vertebral de la urbe.

Un espacio público por excelencia fue el ágora griega, centro de la polis, tanto en los aspectos de economía y comercio, como en los de religión y política. Fue el lugar símbolo de la democracia por excelencia; de las asambleas ciudadanas, en las cuales se discutían y se aprobaban leyes. En las plazas de entonces los individuos eran ciudadanos, miembros de una sociedad que reconocían y protegían. En el mundo griego, cerca de los espacios públicos, surgían los edificios destinados a las funciones comunes, peculiares a toda su cultura.

Pero, después de muchos siglos de historia, el inicio del sistema capitalista burgués empezó a cambiar la estructura y

la función de los espacios públicos urbanos: por una parte, hubo una atención particular al diseño de algunos espacios urbanos, (se acuerda la realización de parques urbanos), pero por la otra, la sociedad modificaba los propios valores de vida, se minimizaba el rol del ciudadano y se sustituía por el del individuo.¹²⁴

Estos fueron cambios sustanciales, que variaron de manera radical la forma del hábitat humano, no sólo en la estructura física, sino también social, en todas las comunidades. El lugar de relaciones, antes plaza, calle o jardín, ahora se trasladó a los edificios privados, cerrados, en los cuales las únicas relaciones que se establecen son comerciales.¹²⁵

7.2.1.- Nuevas tendencias urbanas.

Estos cambios estructurales y sociales tienen, sin embargo, algunas consideraciones a destacar. Mientras el nuevo “dios” dinero destruye muchas comunidades, otras no dejan de creer en la importancia de los espacios públicos y si ellos, durante años, habían sido ocupados para el uso privado e individualista, como el conducir o el cruzar sin pararse nunca, (me refiero al elemento público de la calle, como fue definida por Norberg-Schulz, elemento de unión entre edificios y responsable de transferir de la sensación de “estar”), hoy por éstos se manifiestan, también de manera muy ambigua y controvertida, frecuentes reapropiaciones de espacios y más aún reinención de sus usos.¹²⁶

Empiezan así a materializarse nuevas formas de agregación temporal, que crean nuevas relaciones sociales.¹²⁷ Los espacios públicos se convierten, de esta manera, en el objetivo de las acciones sociales para su protección y transformación en donde defender los derechos.

7.2.2.- Apropiación temporal y permanente del espacio público.

En Palermo, donde faltan políticas estratégicas de transporte, se deben defender los espacios públicos, principalmente de los coches. Desde hace unos años, algunos jóvenes habitantes de la ciudad siciliana empezaron a trabajar para promover una manera diferente de vivir el espacio público de su centro histórico.

Se constituyó así el *Comitato Spazio Pubblico*, integrado por un grupo de profesionales que velan por su derecho a la ciudad. Su acción comenzó con “invadir” un espacio simbólico, pero ahogado por coches cruzándolo y aparcando

allí cada día, la Piazza Bellini, un destino turístico obligado para cualquier visitante, y se empezaron a trasladar todas aquellas funciones que debería haber en un espacio público: primero, intentando quitar los coches (o haciéndolos “desaparecer” con manteles y usándolos como mesas para tapear) y luego creando espacios de estancia (juegos creativos, que implicaban la presencia de otros ciudadanos). Casi una vez al mes se empezó y se sigue organizando algo en este espacio, y con ello se le ha devuelto el papel público a área olvidada por el gobierno y su administración, que además lo usa para aparcar sus autos.

Otro importante ejemplo de esto son los huertos urbanos de Milán, representativos, en el momento actual de crisis ecológica, de una nueva herramienta de recuperación del espacio urbano capaz de mejorar la ciudad en el nivel ambiental y relacional.

Muchos de estos huertos urbanos son parcelas para el cultivo, emplazados en terrenos de la administración local. Se encuentran al norte de Milán y fueron plantados en los 80, para crear una conexión entre el parque verdadero, Parco Nord Milano y la ciudad. En la actualidad hay 35 pequeños huertos asignados a jubilados o desempleados, con una completa previsión de planificación y de gestión.

Los huertos se adjudican durante un periodo de seis años y la tasa anual es mínima, desde los 12 hasta los 25 euros, y se utilizan para cobrar el coste de gestión de las herramientas, del agua y de la basura. Sus objetivos principales son la recuperación de espacios urbanos, la educación ambiental y la creación de zonas de socialización. También, son un instrumento que contribuye al diseño a escala humana de la ciudad, dotando de carácter e identidad local al área pública, respondiendo a la diversidad social y cultural de sus usuarios, y a la complejidad de condicionantes climáticos, físicos y sociales.

En Italia, en realidad, la lucha por la cantidad y la calidad de los espacios públicos fue significativa en los 60, cuando por fin se definieron los estándares urbanísticos, donde ciertamente se declaraba como dotación mínima de reservar para éstos, actividades colectivas, área verde y aparcamientos, 18 m² por habitante. Sin embargo, no se

expresa en cuanto a su calidad. Esta dotación, ejemplo de garantía de previsión de espacio público, fue enseguida administrada por las regiones y no más por el estado, y como resultado, nunca funcionó como un criterio de calidad de estos lugares.¹²⁸

A la luz de lo anterior, sin duda la población pide más espacio público. Se necesita por tanto repensar el concepto, extender los límites etimológicos y desbaratar las normas de planificación. Así mismo, resulta esencial que el urbanismo no cese de cuestionarse cómo garantizar estas zonas con calidad. Incluso, debería verse la ciudad como un conjunto de espacios públicos, y valorar su significado social, respaldando las redes de ciudadanos y asociaciones que en estos trabajen.

7.2.3.- Otros proyectos en américa latina

En este tenor son numerosas las ciudades a escala mundial que están desarrollando programas de fomento de la agricultura urbana. Sin embargo, para ser realmente transformadores éstos deben integrar múltiples dimensiones, como salud (seguridad alimentaria), empleo e inserción social (economía social), educación (formación e investigación), paisaje y medio ambiente.

Uno de los principales obstáculos que encuentra la agricultura urbana en países de Centro y Sur América es que no está reconocida en los usos del suelo, ni en las ordenanzas municipales, por lo que no se puede asegurar la continuidad de los proyectos. Otro punto fundamental es el modelo de gestión, siendo preferibles modelos de cogestión, (en los ciudadanos o asociaciones de hortelanos se hacen cargo del mantenimiento diario), sobre los de huertos municipales, gestionados por el gobierno, (en los que los hortelanos son simples usuarios, con una alta rotación, listas de espera y poca capacidad de decisión sobre los espacios).

En distintas ciudades de Argentina, Colombia y Brasil se han creado agencias municipales específicas que han ayudado a superar la precariedad de los proyectos comunitarios, identificando y adquiriendo espacios vacantes, asegurando la calidad del suelo, financiando proyectos y proporcionando recursos y formación.¹²⁹

7.2.4.- Gestión de áreas verdes en la ciudad de México

Las áreas verdes se dividen en privadas o de acceso restringido y público o de libre acceso, con respecto a las segundas, hay diversas tipologías, en función de las ciudades o regiones metropolitanas donde se han desarrollado programas de planificación. Las tipologías permiten diferenciar los espacios de acuerdo con su superficie, diseño arquitectónico, función (recreativa, ecológica, social, otras) y metas sociales (población objetivo).

Según Salvador Palomo en su libro "La planificación verde en las ciudades": *"La tipología es un instrumento que aporta mucha claridad, si se puede disponer de ella. Es decir, muchas cuestiones relativas a la planificación, y aún más en el caso de la planificación verde, carecen de tipologías establecidas o estudiadas, lo que conduce a una ambigüedad en la planificación que no puede ser sino negativa"*.¹³⁰

En el continente americano algunas de las tipologías existentes son: Criterios de clasificación de parques de la ciudad de Montreal;¹³⁰ Criterios de clasificación de parques y áreas verdes urbanas de libre acceso en México.¹³¹

Con la finalidad de dar un panorama general de las dificultades enfrentadas por la planificación de áreas verdes y parques ciudadanos, a continuación, se da una descripción general de las estrategias aplicadas en la Ciudad de México.

Ciudad de México- A principios del siglo XX, el reverdecimiento urbano del D. F. fue fomentado por el Ing. Miguel Ángel de Quevedo;¹³² y algunos parques urbanos datan de esa época, como la Alameda de Santa María y el Parque Hundido.¹³³

Por otro lado, la Alameda Central, cuya creación se remonta a 1593, es uno de los parques más antiguos del continente americano. En cuanto a superficie verde,¹³⁴ cita una tendencia a la baja de superficie de áreas verdes ciudadanas de 29 m²/habitante en 1950 a 9.9 en la década de 1980 y estimó

que sería de 5.6 para el 2000 Actualmente, el D. F. cuenta con 5.3 m2 de áreas verdes bajo manejo por habitante,¹³⁵ que coloca a la entidad por abajo del estándar mínimo internacional.

Con base en la Ley Ambiental de la ciudad de Mexico.¹³⁶ y la Ley de Salvaguarda del Patrimonio Urbanístico Arquitectónico de esta, Con base en la colaboración e involucramiento social, el gobierno. desarrolló en el 2001 el programa Catálogo de áreas verdes susceptibles a ser adoptadas, el cual considera trabajos de vigilancia, jardinería y plantación de árboles, donde es prioritaria la protección de las áreas verdes.¹³⁷

Cabe señalar la inexistencia de un inventario de todos los parques públicos y otros tipos de espacios verdes de la Cd de Mex, que incluya de manera fehaciente la localización, superficie y vegetación presente.¹³⁷

En la actualidad, se cuenta con empresas y vecinos que atienden un total de 76 mil m2 de vegetación. Sin embargo, es necesario medir el éxito de estas iniciativas políticas a corto y mediano plazos, en términos de superficie conservada y número de ciudadanos/empresas participantes.

Cabe agregar a lo anterior el conocimiento de diversos aspectos como la distribución territorial de las áreas verdes de la ciudad., las preferencias recreativas de los diversos grupos sociales ciudadanos y las percepciones de los usuarios sobre sus espacios, por ejemplo, en cuanto a mantenimiento y seguridad.

Según una encuesta del periódico Reforma, 30% de la clase media de la ciudad de México dejó de pasear en parques públicos como consecuencia del crimen y de la delincuencia.¹³⁸

Actualmente, existe un sustento en la Ley Ambiental local para promover la participación ciudadana en la conservación de los espacios verdes y se tiene el compromiso de que las delegaciones políticas celebren convenios vecinales, con dicha finalidad.¹³⁹

El análisis de las áreas verdes de la ciudad., demuestra la inseguridad y riesgos de exclusión social al no satisfacer necesidades recreativas de los usuarios. Para fortalecer las estrategias de planificación de los sistemas de áreas verdes y parques urbanos, convendría incorporar:

1. Una perspectiva social a través de procesos participativos e investigaciones que favorezcan la inclusión de los diversos grupos sociales en el proceso de diseño, planificación y conservación de áreas verdes.
2. Una perspectiva económica, pues muchos de los bienes y servicios derivados de áreas verdes como recreación y biodiversidad, carecen de un valor monetario que se pueda emplear en procesos de asignación de uso de suelo y, con ello, volver más eficiente la aplicación de programas de política pública.
3. Una perspectiva ambiental, basada en una tipología de áreas verdes, que facilite el desarrollo de sistemas de información geográfica e inventarios, con una estimación constante de indicadores socioeconómicos y ecológicos.

7.2.5.- Opciones para el mejor manejo de áreas verdes en las ciudades

Como se mencionó anteriormente, al parecer las municipalidades están conscientes de los numerosos beneficios tangibles e intangibles comprendidos en el manejo de áreas verdes. Sin embargo, existen restricciones de financiamiento para este tipo de inversiones. Además, hay escasez de personal capacitado, falta de intercambio regional de la información existente y transferencia limitada de tecnologías de otras partes del mundo.

Por esta razón, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) , en conjunto con las autoridades de la ciudad de México y del Estado de México, están ejecutando un proyecto de conservación ecológica del área metropolitana del Distrito Federal con montos considerables de financiamiento por parte del BID, el cual organizó una reunión regional sobre el tema, donde dio una oportunidad inmediata para contribuir a este estudio. Los participantes sugirieron, entre otras cosas, que el BID mantuviera un papel más activo en la

consideración de componentes de manejo ambiental verde en todos los programas de desarrollo urbano propuestos para su financiamiento.

En este sentido, la meta debería ser ayudar a los países que solicitan financiamiento a mejorar el nivel promedio que actualmente registra América Latina y el Caribe, de 3.5 m² de espacios verdes abiertos por habitante urbano para alcanzar, como mínimo, la norma internacional de 9 m².

Se espera que la información aquí presentada, así como las conclusiones y sugerencias sobre como planear y ejecutar inversiones verdes urbanas, proporcionen una base para la discusión y contribuyan a mejorar la calidad de los proyectos de inversión en esta área.

El exitoso manejo de estos recursos en países desarrollados nos muestra ciertas oportunidades, que pueden aportar conceptos importantes para su diseño, como es la noción de que las áreas verdes urbanas no sólo deben satisfacer las necesidades de todos los residentes, sino también contar con su participación.

Maximizar el uso y los beneficios: Las áreas verdes pueden diseñarse de manera que maximicen sus usos potenciales. Aunque tradicionalmente las urbanas han surgido para la recreación y para aumentar el valor estético de la zona, su utilidad excede por mucho estas funciones. Por ejemplo, todos sabemos que las áreas verdes pueden también mejorar la calidad del aire, lo cual hacen de forma natural. Sin embargo, rara vez se desarrolla la infraestructura necesaria, (por sencilla que esta sea), para permitirles verter todo su potencial en la comunidad circundante, como con el tratamiento del agua, la protección de la biodiversidad, (con acciones tan sencillas como cuidar la adecuada selección de especies), la reducción en riesgos de inundación, (permitiendo zonas permeables con la canalización necesaria), o con la siembra de productos comestibles.

Esta oportunidad de que un área verde permanezca como fuente viable de múltiples y duraderos beneficios para las comunidades no puede ser exclusiva de la provisión sostenible de fondos, pues aun cuando estos son parte primordial, es también indispensable que los planificadores estimulen la participación ciudadana proporcionando, incluso, la posibilidad de obtener beneficios económicos por medio de la comercialización.

Una vez haciendo palpables los beneficios brindados por estas zonas, su conservación mediante la participación local se convierte en un depositario vital y efectivo, el cual mientras continúe cumpliendo con las necesidades de sus habitantes, formará un vínculo de pertenencia cada vez más estrecho, que motive la protección de este. Dentro de las opciones para establecer este vínculo, está la agricultura urbana, ya sea en pequeños lotes comunitarios o como componente dentro de proyectos más ambiciosos del departamento parques y jardines o viveros del gobierno de la ciudad. Como mencionamos en párrafos anteriores, el BID auspicia foros y reuniones técnicas mediante las cuales espera crear un ambiente de trabajo multidisciplinario para generar opciones creativas para el manejo de las áreas verdes urbanas.

Así, la importancia de las ciudades sostenibles fue citada en la reunión celebrada en Barcelona donde el BID participó junto con la ONU, al igual que en la reunión de Estambul, Turquía, en 1996, (Hábitat II) declarando su participación en el financiamiento de las áreas verdes urbanas para mejorar el ambiente urbano de todos los grupos sociales de América Latina y el Caribe. En dicha reunión tan sólo para la ZMCM y municipios del estado de México, se destinaron 200 millones de dólares.

Dentro de las características de estos apoyos se menciona:

- El enfatizar la importancia de la participación pública en todas las etapas de la creación de áreas verdes.
- Promover la creación de una red de recursos para dichas áreas en América Latina y el Caribe.
- Recalcar la importancia de establecer metas cuantitativas y sistemas de seguimiento y evaluación de los proyectos.
- Facilitar la sostenibilidad de las inversiones a largo plazo.

“Ningún programa relacionado con áreas verdes urbanas estaría completo sin incluir un componente de Agricultura urbana, una de las principales actividades de esta es la horticultura, en su componente huertos urbanos, la floricultura, la ganadería en pequeña escala como sería la cría de conejos, gallinas y pollos, e incluso la piscicultura”.¹⁴⁰

Ante estos planteamientos parece abrirse un espacio propicio para lograr, con una visión de aporte social, la inserción de las máquinas de cultivo que propongo en este trabajo, pues con una reducida huella de desplante, (que permitiría un volumen importante de área de siembra en espacios reducidos), la posibilidad de graduar los niveles de automatización, (que facilitaría la operación, sin importar el nivel de capacitación de los usuarios), y de autosuficiencia energética, (que la hace independiente de las redes de suministro, y por tanto, adecuada a cualquier condición y ubicación), sería factible mantener una producción continua de hortalizas para su distribución en la comunidad que la opere, e incluso de posibles excedentes comercializables, los cuales aportarían un ingreso para el mantenimiento del área verde en cuestión.

Las aplicaciones, en este ámbito de mediana y gran escala, son extensas gracias a la simplicidad con la que el principio funcional puede ser escalado y la factibilidad de adaptación para funcionar en cultivos de interior, donde las condiciones de iluminación natural no permitirían producir vegetales. Esto involucra desde edificios, bodegas o estructuras abandonadas, hasta edificaciones construidas específicamente para funcionar como granjas verticales de cultivos hortícolas, y es incluso factible su integración a inmuebles que se encuentran en operación aun cuando su función principal en apariencia sea incompatible, como consultorios, edificios de gobierno, corporativos empresariales o de vivienda.

8

Capítulo 8

ESPECIES DE USO TRADICIONAL SUBVALORADAS Y SUBUTILIZADAS
(ETSS)

ESPECIES DE USO TRADICIONAL SUBVALORADAS Y SUBUTILIZADAS (ETSS)

A las especies ETSS se les ha nombrado y definido de varias maneras, las especies y variedades de cultivos de uso tradicional/ancestral con adaptación a nichos agroecológicos específicos se les han llamado ETSS.¹⁴¹ Se caracterizan por no ser especies de cultivos comerciales, y forman parte de un “muestuario” de biodiversidad, con antelación más populares y hoy en día no apreciados por los productores, ni los consumidores debido a una variedad de factores agronómicos, genéticos, económicos, sociales y culturales.¹⁴²

Por ejemplo, a los quelites de empleo tradicional, que se cultivan o recolectan a escala de autoconsumo y de baja comercialización, se les puede citar como especies ETSS. De las 25 mil especies de plantas superiores estimadas para México, alrededor de 500 son consideradas quelites en el amplio sentido del concepto que, dentro de una clasificación nacional, se les consideran únicamente a las hojas tiernas comestibles y se utilizan alrededor de 358.¹⁴³

Recientemente estas especies están siendo apreciadas como parte de una filosofía de niveles internacionales pues han pervivido a pesar de los embates de los cultivos de gran importancia económica, y son la base actual de movimientos globales de un cambio de paradigma alimenticio y de producción, como es el *Slow food*, que presenta una forma de vida distinta, en la cual la alimentación debe ser “buena, limpia y justa”. Esta corriente se propone reintegrar al concepto de calidad la dignidad que merece, así como otorgarle un significado más profundo.¹⁴⁴ Tal filosofía exhorta a la defensa de la biodiversidad, a cuidar el ambiente en base de una agricultura sostenible, donde se pretende promover el consumo de productos más frescos y en mercados cercanos a las comunidades, vendidos por comerciantes locales o directamente por los productores.

De acuerdo con Padulosi y Hoeschle-Zeledon las ETSS reúnen, entre otras, las siguientes características:

-Son importantes para el consumo local y los sistemas de producción.

-Son parte integral de la cultura local, presentes en las preparaciones de alimentos y constituyen el centro de las tendencias actuales para revivir las tradiciones culinarias.

-Son altamente adaptables a los nichos agroecológicos y a las áreas marginales, con ventajas comparativas sobre los cultivos comerciales pues han sido seleccionadas para soportar condiciones estresantes, y pueden cultivarse con bajos insumos y técnicas biológicas.

-Son ignoradas por quienes elaboran políticas y excluidas de las agendas de investigación y desarrollo. Así, se requieren esfuerzos especiales para mejorar el cultivo, manejo, cosecha y post cosecha de las especies subutilizadas y se necesitan estudios sobre aspectos como su comerciabilidad, calidad nutricional, políticas y estructuras legales para regular su uso.

-Están representadas por eco tipos o razas locales: la mayoría de las especies subutilizadas exigen algún grado de mejora.

-Son cultivadas y utilizadas con base en el conocimiento local: su cultivo y uso puede ser incrementado con el conocimiento de los agricultores, e introduciendo prácticas de cultivo innovadoras.

Desafortunadamente, procesos como la urbanización y los cambiantes métodos agrícolas están contribuyendo a la rápida erosión del conocimiento tradicional. Aunque no se cuenta con un inventario regional o nacional de quelites, hay diversos artículos, reportes y tesis dispersas que los abordan.

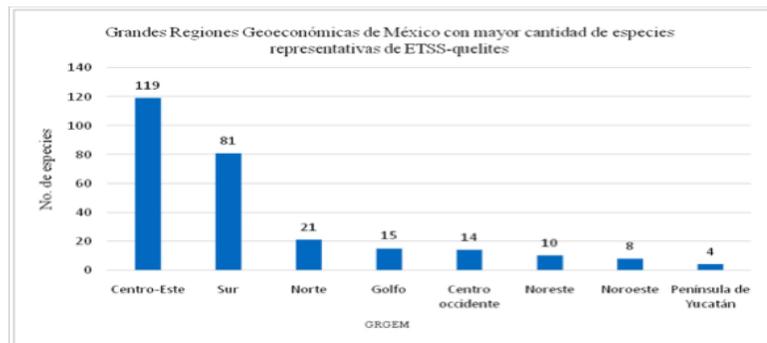
Especies de quelites más empleadas en el país: entre las incluidas en los reportes bibliográficos analizados, sobresalen algunas por ser empleadas en diversas regiones de México y las cuales se han constatado en estudios etnobotánicos en varias zonas del país, como la verdolaga (*Portulaca oleracea*), los quintoniles o amarantos (*Amaranthus spp.*) de los cuales se reportan 8 especies principales (*A. hybridus*, *Amaranthus cruentus*, *A. hypochon-driacus*, *A. palmeri*, *A. retroflexus*, *A. sca-rius*, *A. crassipes* y *A. spinosus*). También, está presente

el epazote (*Dysphania ambrosioides*), el pápalo (*Porophyllum ruderale subsp. macrocephalum*), el quelite cenizo (*Chenopodium berlandieri*), la yerba mora (*Solanum americanum, Solanum nigrescens*), el alache (*Anoda cristata*), el jaltomate (*Jaltomata procumbens*), la lentejilla (*Lepidium virginicum*), el amolquilite (*Phytolacca icosandra*), los chepiles (*Crotalaria spp.*) con tres subespecies (*C. incana, C. longirostrata* y *C. pumila*), y la lengua de vaca (*Rumex mexicanus*), entre otras.

Las regiones bioculturales prioritarias para la conservación,¹⁴⁵ y colaboradores analizaron la importancia que tenían los pueblos indígenas en la conservación de la biodiversidad, pues la mayoría de las Áreas Naturales Protegidas se localizan en sus territorios. La mayoría las ETSS, como se mencionaba antes, son plantas de uso local y tradicional; algunas se encuentran en proceso de domesticación y resguardan una variación genética amplia.

Su cultivo se ha mantenido con bajos insumos externos, en sistemas productivos de pequeños agricultores. Estos atributos, considerados antes como una desventaja, actualmente se ven como una oportunidad, pues han demostrado ser tolerantes a la sequía, de bajo mantenimiento y posibles candidatos para ser cultivados sin insumos externos, por lo cual podrían certificarse fácilmente como productos orgánicos.

Si se relacionan estas características y las Regiones bioculturales prioritarias para México, puede verse que varios grupos étnicos del centro y centro-sur del país han conservado el uso de sus quelites. Además, ahí se concentra, desde la década de los 80, más del 30% de habitantes, especialmente en grandes ciudades.



Los quelites son ricos, precisamente en minerales y vitaminas, además de ácidos grasos, omega 3 y omega 6, lo cual destaca aún más su importancia nutricional, “por lo que el nombre quelite no debe asociarse con la pobreza, sino con la riqueza de su valor nutritivo”.¹⁴⁷

Estos eventos, entre otros, han ocasionado que especies de quelites como el pápalo (*Porophyllum ruderale subsp. macrocephalum*), la verdolaga (*Portulaca oleracea*), el quintonil (*Amaranthu spp.*), el romerito (*Suaeda edulis*) y el huauzontle (*Chenopodium berlandieri subsp. nuttalliae*), etc., se están produciendo a mayor escala para satisfacer las demandas de ciudades de México y cada vez más del extranjero.¹⁴⁸

CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES POTENCIALMENTE VIABLES PARA SU USO EN EL PRESENTE CASO DE ESTUDIO

ACELGAS

Taxonomía y morfología

Familia: *Quenopodiaceae*.

Especie: *Beta vulgaris L. var. cicla* (L.).

Planta: la acelga es una planta bianual y de ciclo largo, que no forma raíz o fruto comestible.

Sistema radicular: raíz profunda y fibrosa.¹⁴⁹

Hojas: constituyen la parte comestible y son grandes de forma oval, tirando hacia acorazonada, con un pecíolo o penca ancho y largo, que se prolonga en el limbo; el color cambia, según variedades, entre verde oscuro fuerte y claro. Los pecíolos pueden ser de color crema, blancos e incluso rojos.

Flores: para que se presente la floración necesita pasar por un periodo de temperaturas bajas. El vástago floral alcanza una altura promedio de 1.20 m. La inflorescencia está compuesta por una larga panícula.¹⁵⁰ Las flores son sésiles y hermafroditas pudiendo aparecer solas o en grupos de dos o tres. El cáliz es verdoso y compuesto por 5 sépalos y 5 pétalos.

Fruto: las semillas son muy pequeñas y están encerradas en un pequeño fruto al que comúnmente se le llama semilla (realmente es un fruto), y el cual contiene de 3 a 4 semillas.

Requerimientos edafoclimáticos

Temperatura: la acelga es una planta de clima templado, vegeta favorablemente con temperaturas medias; le perjudican los cambios bruscos en la temperatura. Una secuencia de bajas temperatura seguida de un incremento en estas, detona comúnmente el segundo periodo de desarrollo, subiendo a flor la planta. En el desarrollo vegetativo las temperaturas están comprendidas entre un mínimo de 6°C y un máximo de 33° C, con un medio óptimo entre 15 y 25° C.

Las temperaturas de germinación están entre 5°C de mínima y 35°C de máxima, con un óptimo entre 18 y 22°C.

Luminosidad: no requiere de luz en abundancia. Le favorece una humedad relativa comprendida entre el 60 y 90%, su cultivo en ambiente controlado le permite comportarse como perenne debido a la ausencia de invierno.

Suelo: es un cultivo que por su gran masa foliar necesita en todo momento mantener una buena humedad en el suelo por tanto requiere suelos profundos, permeables, con gran poder de absorción y ricos en materia orgánica en estado de humificación. Soporta muy bien la salinidad del suelo, resistiendo bien a cloruros y sulfatos, pero no tanto al carbonato sódico. Requiere suelos más bien alcalinos, con un pH óptimo de 7,2; vegetando en buenas condiciones en los comprendidos entre 5,5 y 8; no tolerando los suelos ácidos.¹⁵¹

Variedades seleccionadas

Heirloom amarilla de Lyon. Hojas grandes, onduladas, de color verde amarillo muy claro. Penca de color blanco muy puro, con una anchura de hasta 10 cm. Producción abundante.

Verde con penca blanca Bressane. Hojas muy onduladas, de color verde oscuro. Pencas muy blancas y anchas (hasta 15 cm.). Planta muy vigorosa, por lo que el marco de plantación debe ser amplio.

Siembra en invernadero: es común germinar las semillas en semilleros, repicando las plantas cuando tienen cuatro o cinco hojas. De esta forma, es posible trasladar las plantas al terreno definitivo de cultivo con un mes de adelanto respecto a las plantas de siembra directa. Cuando las temperaturas están comprendidas entre 25°C por el día y 15°C por la noche la semilla de acelga tarda entre 8 a 10 días en germinar. Los marcos de plantación más empleados son de 7 plantas por metro cuadrado.

Riego: la acelga es un cultivo que, debido a su gran masa foliar, necesita en todo momento mantener en el sustrato un estado óptimo de humedad, y para obtener una hortaliza de buena calidad no conviene que la planta acuse síntomas de deshidratación.

Abonado: Los requerimientos de nitrógeno son elevados desde que comienza el rápido crecimiento de la planta hasta el final del cultivo. Las necesidades de potasio son elevadas a lo largo de todo el ciclo de cultivo.¹⁵²

En fertirrigación, cuando la recolección se hace por hojas y el ciclo de cultivo es de aproximadamente 5 meses, regar diariamente durante una semana sin abono, durante las dos semanas siguientes, regar tres veces por semana, aportando en cada riego:

0,10 g/m² de nitrógeno (N).

0,15 g/m² de anhídrido fosfórico (P₂O₅).

0,10 g/m² de óxido de potasa (K₂O).

Durante el mes siguiente, regar tres veces por semana, aportando en cada riego:

0,20 g/m² de nitrógeno (N).

0,15 g/m² de anhídrido fosfórico (P₂O₅).

0,10 g/m² de óxido de potasa (K₂O).

Al siguiente mes, regar tres veces por semana, aportando:

0,30 g/m² de nitrógeno (N).

0,10 g/m² de óxido de potasa (K₂O).

Posteriormente y hasta 15 días antes de finalizar el cultivo, regar tres veces por semana, aplicando en cada riego 0,50 g/m² de nitrógeno (N).

Familia: Chenopodiaceae.

Especie: Spinacea oleracea L.

Planta: en una primera fase forma una roseta de hojas de duración variable según condiciones climáticas y posteriormente emite el tallo. De las axilas de las hojas o directamente del cuello surgen tallitos laterales que dan lugar a ramificaciones secundarias, en las que pueden desarrollarse flores. Hay plantas masculinas, femeninas e incluso hermafroditas, que se diferencian fácilmente, pues las femeninas poseen mayor número de hojas basales, tardan más en desarrollar la semilla y por ello son más productivas.

Sistema radicular: raíz pivotante, poco ramificada y de desarrollo radicular superficial. Tallo: erecto de 30 cm a 1 m de longitud en el que se sitúan las flores.

Hojas: caulíferas, más o menos alternas y pecioladas, de forma y consistencia muy variables, en función de la variedad. Color verde oscuro. Pecíolo cóncavo y a menudo rojo en su base, con longitud variable, que va disminuyendo poco a poco a medida que soporta las hojas de más reciente formación y va desapareciendo en las hojas que se sitúan en la parte más alta del tallo.

Flores: las masculinas, agrupadas en número de 6-12 en las espigas terminales o axilares presentan color verde y están formadas por un periantio con 4-5 pétalos y 4 estambres. Las flores femeninas se reúnen en glomérulos axilares y están formadas por un periantio biotetradentado, con ovarios uniovulares, estilo único y estigma dividido en 3-5 segmentos.¹⁵³

Requerimientos edafoclimáticos:

Llega a soportar temperaturas por debajo de 0°C, sin embargo, si estas se prolongan, además de originar lesiones foliares, producen una detención total del crecimiento, por lo que el cultivo no rinde lo suficiente. La temperatura mínima mensual de crecimiento es de aproximadamente 5°C. La adaptabilidad a las temperaturas bajas es de gran importancia práctica, dado que la mayor demanda de esta verdura coincide con el período otoñal-primaveral. Las

condiciones de iluminación y temperatura influyen decisivamente sobre la duración del estado de roseta. Al alargarse los días (más de 14 horas de luz diurna) y al superar la temperatura los 15°C, las plantas pasan de la fase de roseta a la de “elevación” y producción (emisión de tallo y flores).

La producción se reduce mucho si el calor es excesivo y el fotoperiodo largo, dado que las plantas permanecen en la fase vegetativa muy poco tiempo, con lo que no se alcanza un crecimiento adecuado. Es una especie bastante exigente en cuanto al sustrato este debe mantener una reacción química equilibrada y buena estructura física. Por tanto, profundo, bien drenado, de consistencia media, ligeramente suelto. No debe secarse fácilmente, ni permitir el estancamiento de agua. La espinaca es muy exigente de nitrógeno. En pH inferior a 6,5 se desarrolla mal, en pH alcalino se produce el enrojecimiento del pecíolo y en pH muy elevado es muy susceptible a la clorosis.¹⁵⁴

Material vegetal

Existen dos variedades botánicas de la espinaca, aunque todas las variedades comerciales cultivadas pertenecen a las de semilla espinosa de hojas triangulares, cuyo limbo es sutil, de dimensiones algo reducidas, superficie lisa y pecíolo bastante largo.

Los cultivares se clasifican por sus características morfológicas (color, forma de la hoja, longitud del pecíolo...). por su resistencia a la subida de flor y por su precocidad. Las variedades más precoces presentan una menor resistencia a la subida de flor, por lo tanto, son empleadas en siembras a finales de verano y otoño-invierno. Las variedades menos precoces son más resistentes a la subida de flor y se siembran a finales de invierno y en primavera. Otras características varietales a destacar son la resistencia a mildiu (*Peronospora farinosa*, *P. spumacea*, *P. effusa*) y la resistencia al frío.

Variedades seleccionadas:

-Polka: resistente a tres cepas de mildiu. Planta semierecta, vigorosa de hojas muy lisas, color verde oscuro. Para cultivo de otoño, invierno y primavera.

-Rimbos: resistente a tres cepas de mildiu y a la subida de flor. Hoja carnosa de color verde oscuro y muy productiva.

-Spinackor: resistente a cuatro cepas de mildiu. Hojas lisas verde oscura. Valida tanto para industria como para el mercado en fresco.

-Clermon: resistente a cuatro cepas de mildiu. Crecimiento rápido y hoja lisa.

Particularidades del cultivo

Siembra: realizada al terminar el verano permite llevar a cabo la recolección a principios de invierno. En localidades de clima riguroso la recolección no tendrá lugar hasta la primavera. A fines de invierno puede sembrarse nuevamente. Con el fin de obtener una producción escalonada, se aconseja realizar siembras periódicas cada 20 días. La separación entre plantas puede ser de 20 cm.

La germinación comúnmente tiene lugar a las tres semanas de la siembra si durante este periodo se mantiene una temperatura en torno a 4-6°C, ya que a medida que se incrementa la temperatura se inhibe la germinación. Si la temperatura es mayor de 26°C se produce la inhibición total de la germinación.

El suministro de fertilizantes debe ser muy rico y abundante, tomando en cuenta ciertos factores como que el potasio reduce la concentración de ácido oxálico, contribuye a dar carnosidad a las hojas y a mantenerlas túrgidas durante un largo periodo. El fósforo actúa reduciendo también la concentración de ácido oxálico, pero favorece la rapidez de la elevación. El nitrógeno aumenta la concentración de la vitamina C. La carencia de boro se manifiesta en la espinaca con una reducción en altura, una clorosis intensa y las raíces muestran un color negruzco. En pH elevado la carencia de manganeso provoca una clorosis foliar, mientras que las nerviaciones quedan de color verde.

Riego: La espinaca se beneficia mucho del riego abundante, especialmente cuando se inicia el calor. Regando el cultivo con frecuencia se pueden obtener buenos rendimientos y plantas ricas en hojas carnosas, siendo especialmente importante en los cultivos que se recolectan tardíamente en primavera. Los periodos de sequía e irrigación alternantes favorecen la eclosión del tallo.

Las extracciones de nutrientes de la espinaca varían mucho en función del ciclo de cultivo, variedad, marco de siembra, etc.

TABLA 8 : Composición nutricional de la espinaca. (Heaney, 1988)

NUTRIENTE	Contenido en 100g de espinaca cruda	Contenido en 100g de espinaca hervida y escurrida	Contenido en 100g de acelga cocida
Proteínas (gr)	2,86	2,97	1,68
Lípidos (gr)	0,35	0,26	0,18
Carboidratos (gr)	3,5	3,75	9,96
Cenizas	1,72	1,81	1,12
Energía (Kcal)	22	23	44
Agua (gr)	91,58	91,21	87,06
Fibra total (gr)	2,7	2,4	2
Calcio, Ca (mg)	99	136	16
Hierro, Fe (mg)	2,71	3,57	0,79
Magnesio, Mg (mg)	79	87	23
Fósforo, P (mg)	49	56	38
Potasio, K (mg)	558	466	305
Sodio, Na (mg)	79	70	77
Cinc, Zn (mg)	0,53	0,76	0,35
Cobre, Cu (mg)	0,13	0,174	0,074
Manganeso, Mn (mg)	0,897	0,935	0,326
vitamina A, JU	6715	8190	35
vitamina A, RE	672	819	4
vitamina E (mg)	1,89	0,955	0,3

BERRO

Familia: *Brassicaceae*.

Especie: *Nasturtium officinale* R. Br.

Planta: Es una planta perenne, semiacuática, rastrera o flotante, glabra y de entre 10 a 60 cm de altura, tiende a agruparse en grandes colonias y en la orilla de riachuelos y arroyos de aguas claras. Los tallos ascendentes son huecos, ramificados, algo carnosos y con raíces en los entrenudos.

Sistema radicular: Raíz superficial y fibrosa.

Hoja: de color verde oscuro, glabras, bipinnadas, de 5 a 15 cm de ancho, con 3 a 11 foliolos de ova- dos a orbiculares, con los bordes subenteros, siendo el foliolo terminal el más grande.

Flores: pequeñas, amarillas o blancas, tienen cuatro sépalos verdes de alrededor de 2 mm de largo, con cuatro pétalos de entre 3 a 5 mm de largo, seis estambres y un único pistilo y se reúnen en inflorescencias en ramilletes o panículas axilares y terminales.

Frutos: son silicuas rectas o encorvadas, cilíndricas, de 1 a 2 cm de largo por 2 a 2.5 mm de diámetro, divergentes algo ascendentes, sobre pedicelos del mismo largo que las silicuas.

Propiedades y usos: Es originaria de Europa y Asia Central, puede disminuir el colesterol, se ha conseguido disminuir los triglicéridos y las lipoproteínas de baja densidad (LDL-C), esta cualidad se le atribuye debido a su gran potencial antioxidante. Así mismo, ha sido usada desde tiempos inmemoriales por la medicina popular para aliviar problemas respiratorios y afecciones cutáneas¹⁵⁷

Contiene vitaminas A, B1, B2, B3, B5, B6, B17, C, D, E y K. También cuenta con minerales como calcio, fósforo, potasio, hierro, sodio, magnesio, cobre, manganeso, flúor, azufre, cloro, yodo, germanio, silicio y zinc. Además, al igual que muchas otras hortalizas consumidas por sus hojas, el berro es capaz de acumular nitratos. La acumulación de dichos

compuestos se puede impedir utilizando sistemas de cultivo sin suelo que permiten obtener hortalizas de gran calidad en menos tiempo y con bajo contenido en nitratos.¹⁵⁸

Particularidades del cultivo

Siembra: En primavera, su tiempo para cosecha es de 1-2 meses, la profundidad requerida en charola de germinados será de 5cm. la distancia entre plantas será de 10cm. El berro prospera en climas frescos, pero es preferible un clima cálido. Tiene baja tolerancia a la salinidad. Para su germinación es por semilla y se pueden plantar cerca de un acuífero, o sobre una bandeja que tenga un flujo constante de agua o solución nutritiva, su trasplante deberá ser a un lugar muy húmedo del huerto.

Exposición al sol: Es ideal plantarla en lugares sombríos y húmedos si el flujo de agua no es constante no es bueno que tenga luz directa.

Cosecha: Para su recolección se quitan los brotes laterales de la planta y mientras más se corten más crecen, se puede ir recolectando hojas según las necesidades durante todo el año, exceptuando la época de floración. Es el único momento en el que las hojas carecen de valor culinario. El consumo es siempre fresco.¹⁵⁹

10

Capítulo 10

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN PARA LA PROPUESTA DE DISEÑO

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN PARA LA PROPUESTA DE DISEÑO

Como hemos visto hay evidencias innegables del daño hecho al planeta por la humanidad y sus costumbres, las cuales se agudizan en los asentamientos urbanos.

Por tanto, resulta factible considerar que todo ciudadano dentro de estos núcleos urbanos requiere educación constante sobre los factores ecológicos que se encuentran influyendo y deben modificarse para lograr cambios necesarios, pero también en ocasiones polémicos, ante los cuales evidentemente se necesitará un periodo de adaptación.

Como ejemplo de estos cambios, la nueva agricultura requiere de sistemas agroalimentarios sostenibles.

Para esto, la brújula puede señalar hacia países como Estados Unidos de Norteamérica, que han aumentado los consejos de política y ordenanzas de soberanía alimentaria, estimulado a nuevos agricultores, así como a movimientos que gestionan la justicia alimentaria, principalmente en zonas urbanas, ofreciendo entre otras cosas programas de agroecología en instituciones educativas.

En conjunto, esto refleja una creciente influencia de los enfoques transformadores y transdisciplinarios en los movimientos agroalimentarios alternativos, tanto en la sociedad, como en el mundo académico.¹⁵⁹

Los crecientes vínculos entre medio ambiente, salud, seguridad alimentaria, pobreza y justicia social, reflejan una comprensión sistémica emergente de la agricultura como una actividad social y ecológica, además de económica.¹⁶⁰

El desafío de crear sistemas agroalimentarios sostenibles consiste en conectar acciones locales progresivas a una agenda política mayor, con el fin de eliminar las barreras estructurales para la expansión de estos sistemas.¹⁶¹

La política federal perpetúa el modelo agroindustrial, la concentración del mercado, así como la orientación de la investigación y la extensión hacia estos sectores, y constituye

barreras para el crecimiento de los sistemas agroalimentarios sostenibles.¹⁶²

La ciudad es una aglomeración de personas en un reducido espacio, ocupando en gran medida la dimensión vertical, con edificios habitacionales y de oficinas. En tanto, el medio ambiente urbano es artificial, formado por asfalto, acero y cemento, todo esto cubierto de un aire denso y contaminado, de gases tóxicos creados por los transportes y fábricas en su interior.

Debido al ya muy trillado aspecto de cambios en el medio ambiente ecológico y a haber alcanzado el cenit de la producción de combustibles fósiles (*Oil Peak*), que ocasionará en unos años una carestía de energía, y especialmente del gasóleo y gasolinas, frenando drásticamente la globalización y el crecimiento económico, se ha iniciado con más ímpetu un movimiento mundial promoviendo e incentivando a los gobiernos de las ciudades para que realicen cambios hacia ciudades que adoptan aspectos ecológicos, de protección al medio ambiente y tecnologías menos dependientes de la energía generada por combustibles fósiles o energías nucleares.

Sin duda, las iniciativas de innovación y sistemas alternativos de subsistencia en las ciudades son numerosos, incluso en algunos casos se han propuesto varias opciones dirigidas a la misma finalidad, como la iniciativa de las Ciudades en Transición (*Transition Towns*), que básicamente son pequeñas y medianas localidades donde están experimentando nuevas formas de organización económica basada en estructuras más democráticas.

Sin duda son opciones a tenerse en cuenta, así como la de otros movimientos anteriores, como la Permacultura, o de forma más general, el diseño de ciudades eco-eficientes o eco-sostenibles.

En México, desde los años setenta comenzamos a observar el fenómeno de la emigración campo-ciudad, el cual generó numerosas investigaciones, que en su momento no se tomaron muy en cuenta. Sin embargo, el proceso no se ha interrumpido, pues este tipo de emigración la imprime

acentos rurales a algunos municipios, eliminando el carácter urbano de los que reciben más inmigrantes.

El proceso de urbanización sigue en aumento, pero eso no significa que esté desapareciendo el medio rural. Esto se evidencia en estudios que emplean herramientas como las pirámides demográficas, indicador que se complementa cualitativamente con el análisis del “modo de vida”.

Como ejemplo, en las casas familiares la existencia de un modo rural corresponde con casas de grandes patios, que además mantienen una polifuncionalidad, propiciando sustentabilidad y bienestar a la familia; en cambio, el modo de vida urbano se manifiesta en las casas mediante la reducción de estos espacios, especialmente de los patios, la desaparición o reducción de la polifuncionalidad y, por lo tanto, de la sustentabilidad familiar.

De este modo, se evidencia que los viejos indicadores de lo rural-urbano tienen un método de clasificación demasiado simplificado al manejar como base un parámetro de 2,500 habitantes. Por encima de esto es considerada localidad urbana y, por debajo, rural.

Resulta obvia la ineficacia de este criterio, pero la dificultad consiste en hallar nuevos indicadores representativos de la oposición rural-urbano y de su evolución. Se han ensayado varios sistemas de medición, entre ellos, el considerar los estudios de la familia y la sustentabilidad urbana como sistemas económicos.

La casa-solar o casa-huerta, en la teoría de la territorialidad de la familia, son aportes económicos permanentes para este núcleo, capaz de reestructurar fácilmente su producción, así como sus espacios, según las circunstancias del mercado laboral y agropecuario, pero también según las variaciones en el ciclo de vida de las personas integrantes y en el ciclo reproductivo de la familia.

Esta versatilidad, la flexibilidad de su explotación, la diversificación habitual de cultivos, que permite la experimentación con semillas y especies propias de su tradición cultural y/o otras formas de aprovechamiento económico desde los sectores secundario y terciario de la economía, convierten al solar en el centro material e inmaterial del sistema económico familiar.¹⁶³

Los rasgos del sistema económico familiar, aunque sin entrar en la complejidad de los vínculos entre las relaciones personales y productivas, han sido estudiados como unidades productivas familiares; la biodiversidad del huerto y la economía de traspatio;¹⁶⁴ la percepción de bienestar a través del uso y organización del solar o simplemente la utilidad y la sustentabilidad de las casas con solar, patio, huerto o jardín.¹⁶⁵

En resumen, se trata ya de una línea de investigación que parece estar consolidándose en los últimos años. Se puede tomar en cuenta el empleo de la vivienda (casa-solar) como un indicador de ruralidad-modernizada, que podría clasificar una localidad o un barrio, colonia o fraccionamiento, que presente un ordenamiento territorial de las familias.

También, estos estudios de la territorialidad familiar nos dejan saber que el máximo de elementos de control doméstico se halla en el medio rural, en la casa campesina potencialmente autosuficiente. Ahora bien, si analizamos la casa familiar rural, encontramos que el espacio habitacional calificado oficialmente como urbano, se encuentra en una transición continua.

Los ejemplos de disposición espacial de los huertos en las casas con patios y solares sustentables nos dan una lección de cómo los espacios se optimizaban. Los cultivos escalonados verticalmente nos enseñan formas de adaptar estos huertos a pequeñas terrazas, azoteas y ventanas.

Sin duda, la familia es un sujeto complejo, pero sistemático, que domina un territorio y promueve estrategias para satisfacer sus necesidades materiales e inmateriales, con la intención de garantizar la seguridad y mejorar la calidad de vida. Es aquí donde se alcanza a ver un gran nicho de oportunidad para la experimentación e implementación de innovaciones en la agricultura urbana. Con miras a generar que las ciudades en crecimiento y las grandes urbes ya consolidadas tomen el ejemplo y las costumbres de las familias rurales de México y del campesinado. Generalmente, estos huertos son de autorrealización, lo cual genera una sensación de bienestar y fomento del arraigo; así mismo, las casas con solares producen estabilidad, confort y seguridad.

por esto, propuestas de huertos con sistemas innovadores que puedan utilizarse en estos espacios son valiosas.

La educación ambiental en todos los niveles debe abarcar los sistemas cambiantes de agricultura urbana para fomentar en el habitante urbano independiente, en el empresario, en el núcleo familiar, en asociaciones civiles y gubernamentales, la eficiencia de las nuevas tecnologías en sistemas para cultivo en espacios reducidos, aprovechando la verticalidad de las ciudades, las ventajas de los cultivos protegidos y la automatización, con controles de variables hacia producciones orgánicas de alimentos limpios, que no requieran de sustancias químicas contaminantes y que se encuentren alimentados por energías alternativas, para optimizar la agricultura urbana en los barrios y colonias, en beneficio directo de las comunidades de las familias en forma de autoconsumo y venta de excedentes o de operaciones comerciales de gran escala para la venta al mayoreo.

Sin duda, la reproducción de estas operaciones aportaría significativamente a reducir gran parte de la problemática relacionada con la producción en campo abierto, la contaminación y la huella de hidrocarburos que genera grandes cantidades de gases de efecto invernadero.

En México, como en todas ciudades de la antigüedad, el paso de la ruralidad a la urbanidad se ha ido realizando con la emigración, pero la cultura de nuestros antepasados nos dejó un legado de conciencia sobre la naturaleza. Recordemos que alrededor de 1900 las zonas aledañas de la Ciudad de México contaban con áreas de granjas y haciendas, algunas como casas de campo, pero viviendo en el centro de la ciudad, y otros vivían permanentemente en áreas como Azcapotzalco, Tlalpan, Xochimilco, etc., que ahora son delegaciones, donde las personas fueron reduciendo los espacios y dando paso a un crecimiento vertical de edificios, en tanto los patios y solares quedaron como reminiscencias culturales.

Las grandes urbes se orientan hacia un cambio de dimensiones insospechable, pues su gasto energético será la clave para desintegrar los sistemas de que requieren para su funcionamiento actual. La carencia de espacios verdes naturales, de suministro de alimento, el desempleo, (que inevitablemente conlleva a la incapacidad de cubrir grandes necesidades), serán los indicadores de un cambio hacia una agricultura urbana de sustentabilidad.

Un adecuado desarrollo de los huertos urbanos/familiares, que conlleve a un manejo ecológico de los mismos y un apoyo a la biodiversidad, solo es posible con una educación y seguimiento técnico apropiado y con el establecimiento de estrechas relaciones con las redes de semillas locales. Muchos municipios pequeños no pueden llevar adelante este tipo de acciones en profundidad, dadas las limitaciones de su presupuesto; tampoco lo pueden hacer los que se inician por su propia cuenta en el huerto familiar, por lo que muchos de estos tipos de huertos urbanos municipales o familiares con enfoque agroecológico y de mantenimiento de la biodiversidad están condenados al fracaso.

La búsqueda de estrategias apropiadas para alcanzar estos objetivos debería pasar por:

- Creación de redes que integren los huertos familiares y municipales que permitan compartir experiencias y optimizar gastos comunes.
- Relación con las redes de semillas locales que hayan recuperado semillas tradicionales o de herencia de las distintas zonas, así como los conocimientos asociados al cultivo de cada una de ellas, de modo que los usuarios tengan acceso a esas semillas y a su manejo. Esto debe ser complementado con el fomento de ferias locales, promovidas por las instituciones del territorio (ayuntamientos, diputaciones, comunidades autónomas, municipios), de intercambio de semillas, degustación de productos ecológicos locales, ventas directas de agricultores a consumidores; además, se fomenta la relación entre personas implicadas en los mismos objetivos y se intercambian conocimientos e ideas.
- Impartición de cursos por parte de técnicos y agricultores con experiencia accesibles a todas las personas implicadas en este tipo de huertos, para una adecuada formación en las características y optimización de los huertos familiares, agricultura ecológica, manejo de suelo, plantas y plagas bajo esta perspectiva, etc. Igualmente, estas personas con experiencia deberían estar accesibles para solucionar problemas que vayan apareciendo en el desarrollo de los huertos, a modo de asesoramiento continuado.

- Diseño de huertos escolares para que se involucren en la agricultura ecológica, el concepto de huerto familiar y el uso de variedades tradicionales. De este modo, se irá creando una base de conocimiento en las nuevas generaciones, con mejor formación, en el ámbito de los huertos familiares.

Se crearía así un número suficiente de «usuarios», que incluso, haría rentable que ciertas empresas de viveros se especializaran en la producción de semilla, plantas y, en su caso, frutales de especies y variedades tradicionales locales para el abastecimiento de estos huertos.

Habría que tomar en cuenta cualquier diseño de sistema de cultivo que sea presentado ante la población basado en trabajos de investigación multidisciplinaria como la biología, agronomía, la arquitectura, el urbanismo, el diseño industrial, etc., pues la innovación de estos sistemas brinda posibilidades de éxito en los esfuerzos por cambiar la forma de vida de una comunidad. Estos diseños de agricultura se han ido modificando, adaptándose a espacios pequeños y carencia de agua, así como luz y tiempo de mano de obra para el laboreo.

Cabe destacar la agricultura vertical con cultivos protegidos, con variables bien controladas en cuestión de gastos de agua, de energía, de ubicación espacial para la energía solar y la variedad de plantas a cultivar, así como la automatización la agricultura en interiores. Considero que es uno de los pasos a seguir en el proceso de convertirse en ciudades verdes con opciones de agricultura urbana.

Por lo tanto, el diseño de un sistema de cultivo mecanizado y automatizado, como la que propondré a continuación como propuesta de diseño ante los resultados de la presente investigación, se justifica ampliamente para ser utilizada en las casas, edificios, espacio público y operaciones comerciales de granjas urbanas; de una ciudad con intención de aprovechar sus espacios verdes para suministrar alimentos de la manera más eficiente posible.

11

Capítulo 11

CONCLUSIONES Y DESCRIPCIÓN DE PROCESOS DE DISEÑO

CONCLUSIONES Y DESCRIPCIÓN DE PROCESOS DE DISEÑO

Una vez establecida la importancia de la producción urbana, y después de analizar los diferentes sistemas de cultivo existentes, podemos concluir que una de las limitantes de mayor peso para los productores urbanos en la ciudad de México es la insuficiencia de espacio para establecer operaciones de una eficiencia tal que logre verse reflejada en la economía familiar, más allá de la obtención de alimentos poco variados y esporádicos.

Así mismo, observamos que las soluciones enfrentan esta problemática con mayor eficacia, guardan una tendencia a la verticalidad, es decir, la solución está en lograr una huella de desplante reducida con altos rendimientos productivos, y reproducirla repetidamente en sentido vertical.

Otra de las situaciones que encontramos causando bajos rendimientos, frustración y finalmente deserción por parte de un alto porcentaje de productores, ha sido la falta de asesoría. Por ejemplo, están los programas sociales que apoyan la agricultura urbana, y que contrario a lo que se podría pensar, ofrecen importantes montos a fondo perdido como capital semilla para toda persona que desee iniciar su huerto. Por tanto, evidentemente cuentan con una importante convocatoria y, en efecto, motivan a muchos a iniciar pequeñas operaciones. Sin embargo, por lo general, una vez entregado el recurso no hay un seguimiento adecuado que aseguren operaciones exitosas. De manera que, en su mayoría, terminan siendo desatendidas por falta de tiempo y/o de conocimiento técnico para lograr cosechas importantes y sanas.

Con estas premisas en la mesa iniciamos el diseño de una máquina capaz de cultivar sustanciales cantidades de alimentos, del más alto contenido nutrimental, con la mínima superficie de desplante requerida, y autosuficiente en lo relacionado con la energía que consume, la cual, por tanto, debe estar reducida al mínimo, con la mayor cantidad de

funciones automatizadas, buscando con esto disminuir la necesidad de interacción por parte del usuario a acciones imprescindibles y bien definidas, evitando con esto la necesidad de invertir en tiempo y conocimiento técnico.

Así, dentro de la extensa posibilidad de especies de cultivables, decidimos enfocarnos en las variedades de hoja comestible, principalmente porque en relación con otras especies ofrecen una alta aportación de micronutrientes, (vitaminas y minerales), a la dieta del humano; su cultivo es relativamente simple y su requerimiento de nutrientes se encuentra por debajo de los cultivos que dan fruto, mientras el periodo de tiempo entre su siembra y su cosecha es corto, sin necesidad de polinizar, ni tutorar.

Entre las características de los sistemas de cultivo revisados encontramos como las más eficaces el método de la hidroponía, debido al control que brinda de los elementos que influyen para el desarrollo de la planta. Dentro de las diferentes técnicas para cultivos verticales, la que destacó fue la de raíz flotante. Sin embargo, existen ciertas ventajas en el uso de sustratos inertes, y por esta razón decidimos utilizar en la máquina un sistema de inundación y drenado con sustrato, el cual brinda soporte y protección a la raíz, al tiempo que ayuda en el aprovechamiento de los nutrientes disponibles al conservar humedad y oxígeno, creando un favorable caldo de cultivo para colonias de bacterias benéficas. El sustrato seleccionado por sus características mecánicas ligereza, textura y su capacidad de retener la humedad es la Arlita.¹⁶⁶

En lo relativo a la disposición formal de los diferentes sistemas de cultivo, encontramos que uno de los más comúnmente utilizados por su rendimiento productivo es el denominado Zig-Zag, que se compone de un canal, fabricado en tubería de PVC hidráulico de tres pulgadas de diámetro, llamados canales de cultivo.

En cada canal hay aberturas donde se colocan las plantas, y éstas pueden estar dentro de canastillas como un medio de soporte. Dichos canales se encuentran fijados, mediante soportes tipo ménsula, a un muro o estructura siguiendo un zigzag en forma escalonada, siempre conservando una ligera

pendiente o desnivel (0.5–1%), que facilita la circulación de la solución nutritiva, dependiendo del diseño del sistema.

La solución es recolectada y almacenada en un recipiente o reserva que al alcanzar el nivel estipulado la envía a través de una bomba de regreso a la parte más elevada del sistema de esta forma la solución nutritiva circula nuevamente por los canales de cultivo.

Esta recirculación mantiene a las raíces en contacto permanente con la solución nutritiva, favoreciendo su oxigenación y un suministro adecuado de nutrientes minerales para el desarrollo de las plantas. Como los nutrientes se encuentran fácilmente disponibles, el gasto de energía es mínimo, y de esta manera la planta gasta la energía en otros procesos metabólicos.

En instalaciones de más de 10 metros de largo y que contengan una densidad grande de plantas, poco a poco se puede ir perdiendo el oxígeno que circula en la solución, por lo que muchos hidrocultores optan por compensar el oxígeno perdido en estas instalaciones largas a través de la utilización de bombas de aire, las cuales bombean el aire por dentro de las tuberías directamente a la solución nutritiva.

Así mismo, la temperatura de la solución nutritiva tiene relación directa con la cantidad de oxígeno consumido por la planta: es decir, que cuando la temperatura es menor de 22°C el oxígeno disuelto es suficiente para abastecer la demanda. En cambio, a temperaturas mayores de 22°C, la cantidad de oxígeno disuelta en la solución nutritiva comienza a disminuir haciendo necesaria la utilización de bombas de aire para compensar esta pérdida.

La concentración de oxígeno disuelto en la solución nutritiva también depende de la demanda de oxígeno de las plantas; en la medida que éstas aumentan, hay más requerimiento de oxígeno. (ver Fig. A)



(Fig. A) Técnica hidropónica (NFT) Zig-Zag, imagen donada por BLOKASA, S.A.

Una variación de este sistema, con la intención precisamente de maximizar la producción en menor espacio, consiste en colocarlo sobre una estructura tipo "A", en donde al tener dos caras se duplica el área productiva. Sin embargo, también se duplica el espacio necesario pues se requiere el acceso a ambas caras del sistema. Así mismo, la disposición de los canales de cultivo limita la posibilidad de crecer en sentido vertical. (ver Fig. B)



(Fig. B): Técnica hidropónica (NFT). Sistema de pirámide.

Las primeras ideas llevaron a posibles soluciones domésticas que pudieran utilizarse en el interior de la mayoría de las viviendas o restaurantes, incluso dentro de las cocinas de éstos. Dicha incipiente hipótesis llevó a la construcción del modelo prototipo “X”, el cual se pensó para ser escalables modularmente. Así mismo, se tenía confianza en que su construcción serviría para despejar diferentes interrogantes: probar las teorías de funcionamiento, comportamiento, así como el desempeño de los equipos. (Ver Fig. C)



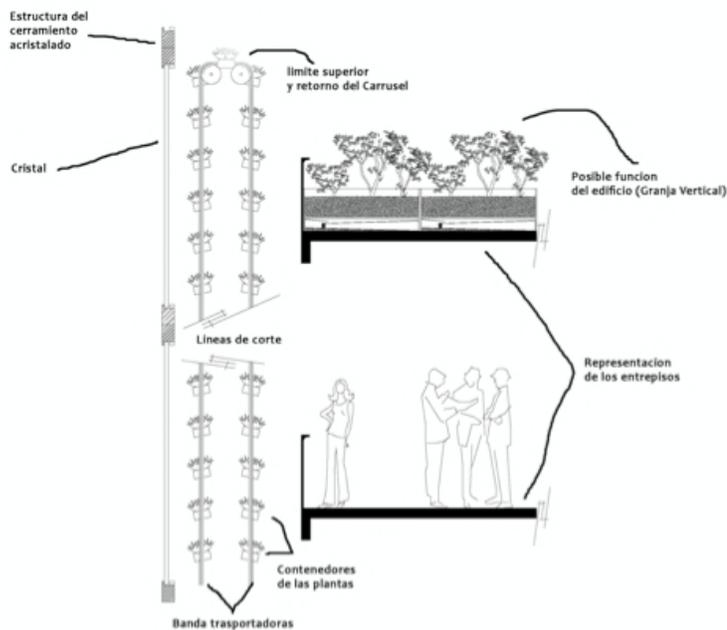
(Fig. C) Fotos del Prototipo “X”.

Tanto el avance de las investigaciones, como los resultados obtenidos de los prototipos, nos indican que la escala mínima que permitiría la fabricación de un máquina como la descrita anteriormente, con el nivel de automatización requerido para garantizar cultivos de alto rendimiento, funcionando bajo las condicionantes planteadas referentes al tiempo de interacción y conocimiento técnico requerido por parte de los usuarios, es económicamente inviable en el caso de máquinas que no puedan alcanzar alturas mínimas de tres metros.

Esto limita las aplicaciones domésticas individuales proyectadas para interiores, en los casos de familias de bajos recursos. No obstante, la posibilidad de adquisición comunitaria de máquinas de mayor tamaño y capacidad productiva queda como una opción, no solo factible, incluso de mucho mayor valor para la comunidad.

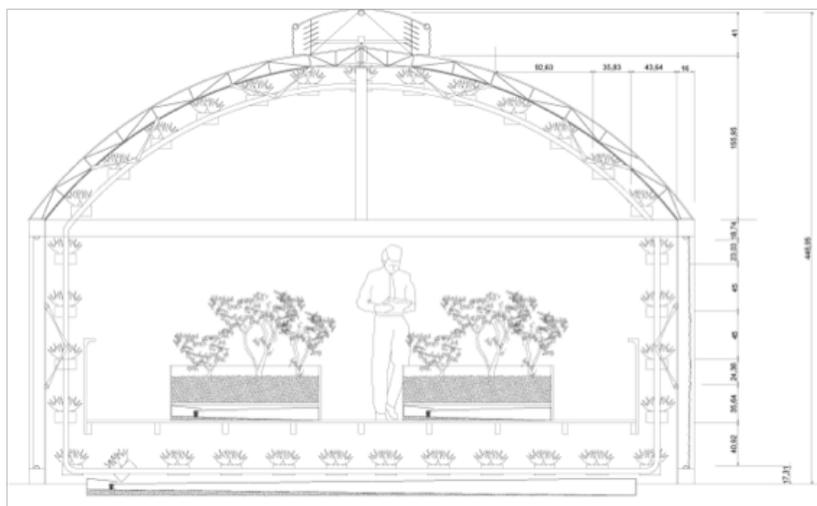
A raíz de lo anterior se llevaron a cabo diferentes propuestas de aplicaciones y de diseño en el camino al Prototipo "Y". Algunas de éstas involucraban la implementación de un carrusel vivo que fungiese como una segunda capa en lo que podría ser denominada la dermis de los edificios con fachadas acristaladas. Estas edificaciones cuentan con la mayoría de los sistemas de control climáticos exigidos para el cultivo, y así mismo requieren de elementos que permitan regular la incidencia solar al interior y, generalmente, sus estructuras se yerguen a grandes alturas.

Una posibilidad para controlar la entrada de luz solar como lo haría una cortina. (ver Fig. D) se daría al anclar entre piso y techo una subestructura móvil a los soportes interiores de los cristales, esto en el caso de edificaciones que no mantengan una separación entre la estructura principal y el cerramiento acristalado, como en el *lobby* de la mayoría de los inmuebles, -lo cual permitiría que el carrusel corriera a todo lo alto, cumpliendo con una doble función-, y esto aunado a la obvia función de producir alimento y oxígeno para el interior del edificio, asegurarían que el intercalado de las canaletas utilizadas como macetas para contener las plantas.



(Fig. D) Sistema cortina aplicación en edificaciones.

Una variable en la implementación de este sistema sería como método de sombreado en invernaderos, donde por las características propias del entorno las plantas contarían con todo lo necesario para su desarrollo. Al mismo tiempo mantendrían un rol simbiótico con el resto de los cultivos que requieren una incidencia solar regulada. (ver Fig. E)



(Fig. E) Sistema Sombra.

Finalmente, llegamos al prototipo “Y”, en el cual se conjuga todo lo aprendido durante este proceso de diseño. La forma en la que funciona es la siguiente:

*La máquina básicamente se encuentra conformada por una estructura dispuesta en forma de “A”, fabricada con tubular de acero (PTR estructural cuadrado) de sección regular, de 5x5 cm, unido mediante soldadura y tornillería de acero inoxidable de diferentes calibres.

Retomamos el concepto de bandas transportadoras en forma de carrusel, porque nos permite realmente aprovechar la altura y llevar a las plantas por el tiempo necesario para su crecimiento y laboreo, ya sea a una zona soleada o sombreada, al riego, o a la cosecha.

Este carrusel es impulsado por la fuerza de gravedad, ya que en la parte superior de la máquina se sitúa un contenedor de la solución nutritiva, el cual cuenta con dos alimentaciones produciendo dos descargas; la principal que se ubica en la parte central del fondo está conectada a una válvula solenoide de 1”, cuya apertura y cierre responde a la posición de un sensor de presencia mediante la obstrucción de un láser. Es decir, cuando la canaleta que contiene las plantas se encuentra en posición, (exactamente bajo la válvula solenoide, en el límite de un plano horizontal y bloqueado la continuidad del láser), la válvula se abre, llenando la canaleta de la solución nutritiva y la descarga secundaria que se encuentra a los lados y sirve para rellenar dichas canaletas.

El peso de este fluido provoca que la banda transportadora avance, llevando la canaleta a una caída controlada por un plano inclinado casi vertical en la parte frontal de la estructura en “A”. De este punto en adelante la fuerza de gravedad hace el resto del trabajo y transporta a posición a la siguiente canaleta, y la velocidad de llenado será directamente proporcional a la del movimiento. Durante el recorrido, en el límite inferior de la máquina las canaletas topan con una rampa, que desemboca en la charola de recuperación de la solución nutritiva, provocando que estas giren sobre su eje horizontal, canteándose y ocasionando que por los orificios laterales se desagüe el líquido, para las canales vacías continuar su recorrido de subida por la pierna contraria de la “A”. Así, el líquido recibido por la charola es

bombeado de regreso al contenedor superior para su recirculación.

Las bombas y el sistema eléctrico y electrónico de la máquina funcionan con energía solar por medio de dos paneles solares de 100 watts para utilizar la energía solar en forma de corriente directa a 12 o 24 volts, o con un inversor y controlador de carga para energía, para cargar las baterías ubicadas al centro de la máquina.

Los componentes eléctricos que requieren ser alimentados para el funcionamiento de la máquina son:

- 1 Válvula solenoide: 1" – 12v DC, 0.250 A a 60 Hz.
- 1 Bomba de agua sumergible corriente directa: 12v DC, 100w
- 4 Bombas peristálticas: 12V DC motor, 0.5-1.4A
- 1 Bomba de aire: 1/4" - 12v DC, 70w
- 2 Tubos de luz LED de 80cm: 12v DC, 12w c/u
- 2 Arduinos: 5-7V, 2500mAh.
- 2 Sensor láser: emisor 3.3-5V, 40mA, receptor 4.5-17V, 30mA
- 1 Sensor múltiple PH, Temperatura, PPM, CE: 12 DC, 16W
- 1 Servo motor *brushless* 12v DC, 500W – torque 3 N.m (*newton metres*)

12

Capítulo 12

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

RESULTADOS

Los resultados obtenidos por la producción vegetal en la máquina es algo que se mantiene dentro de lo esperado para un espacio cultivado al máximo, con especies de cultivo adaptadas a sistemas como los de hidroponía y/o acuaponía. Así, para una producción eficaz con estos sistemas, la calidad de las semillas, el control de los parámetros y las actividades de manejo y laboreo de las plantas nos aportan un éxito considerable en comparación con los métodos convencionales fijos de cultivo hidropónico, donde en un mismo espacio la producción sería de 40 a 50% menor que con la máquina propuesta.

De este modo, en una huella de desplante de dos m² por tres metros de altura, se logró el desarrollar 190 plantas, mientras en otras estructuras, con características de tamaño similar sin movimiento, la producción fluctúa entre 80 a 90 plantas. Esto nos permite decir que la máquina tiene un rendimiento superior de entre 45 a 50%, ante los otros sistemas de cultivo. En cuanto a la relación de costo beneficio de la máquina es factible establecer de forma relativamente sencilla un retorno de inversión dentro en un tiempo determinado, (lo cual dependerá principalmente del tipo de cultivo seleccionado), pues la garantía de funcionamiento y vida útil de esta se calcula en más de 20 años.

CONCLUSIONES GENERALES

En conclusión, este proyecto de la máquina sí representa un aporte dentro de la expectativa de colaboración necesaria ante un problema mundial como es la escasez de alimentos, (que en un futuro afectará de forma drástica a las ciudades en su condición de centros de confluencia humana), esto manteniendo la proporción, y sin pretender que dicha máquina sea por sí misma una solución general. Pensamiento que, de cierta forma, tutelaba mi enfoque al principio de este proyecto y que fue moldeado a partir del desarrollo de la presente investigación que partió desde lo general a lo más específico.

Esclareciendo entonces que este proyecto es uno más que puede influir en la conciencia de la ciudadanía para cambiar, en lo posible, a una forma de vida más sustentable y que, con granitos de arena como este, se observará una tendencia dirigida a mejorar la calidad de vida de los integrantes de las ciudades.

La educación ambiental, así como el apoyo en la innovación de tecnologías que sean adaptables a un sistema de vida tendiente a lo ecológico, constituyen entonces de manera eficaz para influir en el tránsito hacia una vida sustentable.

Por esto, nos enfocamos en esta máquina que, incorpora tecnología de vanguardia y se adapta a los mecanismos de ahorro de energía, mientras brinda la posibilidad de lograr cultivos de calidad, reduciendo tiempos, mano de obra, requiere una fracción del consumo de agua y de superficie de tierra, en comparación con el campo abierto, además de asegurar, mediante la automatización, un costo de producción competitivo a la vez que reduce el muy común error humano.

Conforme avance en mi proyecto, las metodologías de análisis aprendidas, mismas que en un inicio proponían una visión amplia del problema fueron agudizaron y profundizando mi perspectiva lo cual me llevo a asimilar cada vez con mayor claridad la necesidad de un aporte interdisciplinario que abarcara profesionistas de los distintos campos involucrados en el tema que mediante un esfuerzo colaborativo de alguna forma lograran un cambio radical en el comportamiento y las costumbres tan arraigadas de abuso y depredación constante de los limitados recursos naturales de este planeta tierra, esto si se pretende detener el daño e y de alguna manera intentar revertirlo, pues sin el esfuerzo de todos nosotros, será muy difícil garantizar un planeta sano, con un clima apto para la vida la producción de suficiente alimento y un hogar seguro para las generaciones futuras, de las cuales, lo queramos aceptar o no, somos ineludiblemente responsables y les debemos un lugar habitable para su supervivencia.

REFERENCIAS

Y

BIBLIOGRAFÍA

A. Zezza y L. Tasciotti, 2010. "Urban agriculture, poverty, and food security: Empirical evidence from a sample of developing countries", Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Recuperado el 21 de abril de 2015 de <http://www.fao.org/docrep/012/al377s/al377s00.pdf>

Abbott, M.B., Bathurst, J.C., Cunge, J.A., O'Connell, P.E. y Rasmussen, J. 1986. "An introduction to the European Hydrological System" - *Système Hydrologique Européen "SHE"*. *J. Hydrol.*

Adams, P., Massey, D.M. 1984. "Nutrient uptake by Tomatoes from Recirculating solutions". *Proceedings ISOSC.*

Amigos de la Tierra Internacional. 2001. "En pos de economías sustentables: Desafiando la globalización neoliberal". *Revista Ambientico. Publicación de ATI, N° 91.*

Andreoli, C.V. 1993. "The influence of agriculture on water quality". En *Prevention of Water Pollution by Agriculture and Related Activities. Actas de la Consulta de Experto de la FAO, Santiago, Chile, 20-23 de octubre de 1992. Water Report 1. FAO, Roma.*

Andrés Barsky, 2005., "El periurbano productivo, un espacio en constante transformación", *Scripta Nova/revista electrónica de geografía y ciencias sociales, Vol. IX, núm. 194 (36), Universidad de Barcelona.*

Antonio L. Alarcón Vera. Los cultivos hidropónicos de hortalizas extratempranas. <http://www.infoagro.com>

Allen, P. 2004. *Together at the table: Sustainability and sustenance in the American agrifood system.* Penn State Press.

Ayllon Trujillo, M. T. 2007. *El continuum rural-urbano. Estudio demográfico de las familias, San Luis Potosí, Memoria de Investigación. San Luis Potosí: UASLP. AYLLÓN TRUJILLO, María Teresa, 2007 El continuum migración-arraigo. En NATES CRUZ, B. y URIBE, Manuel (Coord) Nuevas Migraciones y Movilidades. Colombia: Universidad de Caldas.*

Arellano, M. 2000. *Centro de desarrollo infantil de la secretaría de la reforma agraria. En: Agricultura Urbana en México. Canabal, B. Coord. México*

Arias, Gabriela. 2000. "Lo rural en lo urbano: apoyo municipal a proyectos productivos" (1997-1999), *Texcoco, Estado de México, marzo, México.*

Arroyo, F. 2000. *Producción urbana de alimentos en colonias populares de la ciudad de México con la técnica de organoponía. En Agricultura Urbana en México. Canabal, B. Coord. México.*

Avcievala, S. 1991. "The nature of water pollution in developing countries". *Natural Resources Series No. 26. Departamento de Cooperación Técnica para el Desarrollo, Naciones Unidas, Nueva York.*

Azqueta, D. 2002. *Introducción a la economía ambiental. Editorial McGraw-Hill. Madrid, España.*

Barg, U.C. 1992. "Guidelines for the promotion of environmental management of coastal aquaculture development". *FAO Fisheries Technical Paper 328. FAO, Roma.*

Banco Mundial (BM). 2014. 2.1 "Indicadores del desarrollo mundial: Dinámica de la población". Recuperado el 18 de noviembre de 2014 de <http://wdi.worldbank.org/table/2.1>

Baeza, E.; Pérez-Parra, J. J.; López, J. C.; Gázquez, J. C. 2010. "Ventilación natural"; Sánchez-Guerrero, M.C.; Alonso, F.J.; Lorenzo, P.; Medrano, E. (eds.): *Manejo del clima en el invernadero Mediterráneo. IFAPA; pp. 13-35.*

Baioni, M., Salzano, E. 2009. "La città, la società, gli spazi pubblici", *Convegno conclusivo 12 settembre, V edizione della Scuola di Eddyburg, Padova.*

Basurto P., F. A. 1982. *Huertos familiares en dos comunidades nahuas de la sierra norte de Puebla: Yancuictlalpan y Cuauhtapanaloyan. Tesis profesional. Universidad Nacional Autónoma de México. México.*

Blanckaert, I. Swennen, R. L.; Paredes F, M.; Rosas L, R. y Lira Saade, R. 2003. *Floristic composition, plant uses and management practices in homegardens of San Rafael Coxcatlán, Valley of*

Tehuacán-Cuicatlán, México. Journal of Arids Environments, sin fecha.

Holt-Giménez, E., & Wang, Y. 2011. *Reform or transformation? The pivotal role of food justice in the US food movement. Race/Ethnicity: Multidisciplinary Global Contexts.*

Beasley, D.B. y Huggins, L.F. 1981. "ANSWERS Users Manual". *US-EPA 905/9-82-001. US Environmental Protection Agency, Washington DC.*

- Bassols Batalla, Ángel. 1980. *Geografía económica de México*, México. Trillas.
- Braune, E. y Looser, U. 1989. "Cost impacts of sediments in South Africa rivers". En *Sediment and the Environment*. R.F. Hadley and E.D. Ongley (comps.). *Publicación de la AICH No. 184*. Asociación Internacional de Ciencias Hidrológicas, Wallingford, Reino Unido.
- Blackmar, E. and R. Rosenzweig. 2010. *History of Central Park*. <http://www.centralpark.com./pages/history.html>.
- Bushway, R.J., Perkins, B, Savage, S.A., Lekousi, S.L. y Ferguson, B.S. 1988. "Determination of atrazine residues in water and soil by enzyme immunoassay". *Bull. Environmental Contamination and Toxicology*.
- Bustos, Germdn, Mireya Solano. 1997. "La diversidad de la vida en una Bogotá sustentable, mujeres y agricultura urbana", en *Memoria de Agricultura Urbana en América Latina*, Bolivia.
- Boege, Eckart. 2008. *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México*. México. Instituto Nacional de Antropología e Historia y Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.
- Bye, Robert y Edelmira Linares. 2000. "Los quelites, plantas comestibles de México: una reflexión sobre intercambio cultural", *CONABIO, Biodiversitas*, vol. 31.
- Cairns, J. 1977. "Aquatic ecosystem assimilative capacity". *Fisheries Technical Paper 328*. FAO, Roma.
- Cairns, J. 1989. "Applied ecotoxicology and methodology". En: *Aquatic Ecotoxicology: fundamental concepts and methodologies*. Vol. 2. A. Boudou y F. Ribeyre (comps.). CRC Press. Boca Raton, Florida.
- Calamari, D. y Barg, U. 1993. "Hazard assessment of agricultural chemicals by simple simulation models". En "Prevention of Water Pollution by Agriculture and Related Activities". *Actas de la Consulta de Expertos de la FAO, Santiago, Chile, 20-23 de octubre de 1992*. Water Report 1. FAO, Roma.
- Carlos Javier Maya Ambía, 2012, "Efectos de la globalización de las cadenas de valor", *Cuadernos de estudios agroalimentarios, (CEA04)*, Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Camacho, E. 2000. *Microempresa de amaranto*. Delegación Magdalena Contreras, D.F. En *Agricultura Urbana en México*. Canabal, B. Coord. México
- Canabal Cristiani, Beatriz. 2000. "Agricultura Urbana en México", *UAM-Xochimilco/ Red Águila Mexicana/Red Águila Latinoamericana*, diciembre.
- Cano, J. 2007. *Introducción a la historia del urbanismo*. Editorial Limusa. México, D. F. México.
- Canosa E., E. Sáez, C. Sanabria e I. Zavala. 2003. *Metodología para el estudio de os parques urbanos: La comunidad de Madrid*.
- Capel, Horacio, (1971) "Las transformaciones de los núcleos urbanos", en *Los fundamentos del siglo XX*, por J. Maluquer, M. Riu, J. Nadal, J. Fontana Lázaro y H. Capel, Barcelona, Salvat Editores.
- Capel., H. 1970. "El paisaje urbano", en *Geografía Ilustrada Lábor*, dirigida por J. Vilá Valentí y H. Capel, Barcelona, Edit. Labor, vol. II.
- Carvajal, Luis. "La experiencia de la hidroponía popular en la republica Dominicana", en *Memoria del Seminario Latinoamericano de Agricultura Urbana en América Latina*, La Paz, Bolivia, 1997.
- Casero Cañas, A. (s/f). II, *Estudio de pobreza*. España: Universidad Politécnica en Madrid. Recuperado el 18 de noviembre de 2014 de <ftp://ftp.fao.org/TC/TCA/ESP/pdf/casero/BloqueI.2.pdf>
- Cetrángolo, H. 2010. *El mercado mundial de alimentos: "Tendencias, Perspectivas, Oportunidades Y Amenazas"*. Buenos Aires, AR, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 1993. R. Radulovich, Proyecto de "Sistemas de Producción Agrosilvopastoriles para Pequeños Productores de Ladera con Sequía Estacional de Centroamérica", informe final. CATIE-ACDI, Turrialba, Costa Rica.
- Clearwater Corporate Finance (IMAP, en el Reino Unido). 2012. *Testing, Inspection & Certification*. Informe 2012. Londres, UK.
- Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. (CAWMA), (2007) *Water for Food, Water for Life: "A Comprehensive Assessment of Water Manage- ment in Agriculture"*. London: Earthscan, and Co- lombo: International Water Management Institute.
- CEPAL. 1978. "Veinticinco años en la agricultura de América Latina", Santiago de Chile, Chile.

- CNUMAD. 1992. "Programa 21 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo". Naciones Unidas, Nueva York.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). (2012). "Medición de la Pobreza. Pobreza en México". Resultados de pobreza en México 2012 a nivel nacional y por entidades federativas. Recuperado el 20 de noviembre de 2014 de <http://www.coneval.gob.mx/Medicion/Paginas/Medici%C3%B3n/Pobreza%202012/Pobreza-2012.aspx>
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). (2014). "Estimaciones y Proyecciones de la Población por Entidad Federativa". Recuperado el 20 de noviembre de 2014 de http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM). (1917). Texto vigente. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 07 de julio del 2014. Recuperado el 17 de noviembre de 2014 de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/cpeum.htm>
- Cooperativa Agrícola Solidaridad (ASOL). 1995. "Experiencia de la ASOL, El Alto", Seminario-Taller de La Paz, Bolivia.
- Chávez, Adolfo; Miriam M de Chávez. 1992. "Prólogo", en *Los quelites, un tesoro culinario*, México: Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto Nacional de la Nutrición.
- Chauncey, G. 1995. *Gay New York: gender, urban culture, and the making of the gay male world, 1890-1940*. Basic Books. New York, NY. USA.
- Chiesura, A. 2004. *The role of urban parks for the sustainable city*. *Landscape and Urban Planning*.
- Comunidad de Madrid. 2007. *Rutas de parques y jardines históricos en la Comunidad de Madrid*. Editorial Consejería de Economía e Innovación Tecnológica. Madrid, España.
- Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA). 2002. *Áreas verdes en el Gran Santiago*, Editorial Área Ordenamiento Territorial y Recursos Naturales, Comisión Nacional del Medio Ambiente, Región Metropolitana. Santiago, Chile.
- Complete Guide to New York's Central Park. 2010. *Central Park*. <http://www.centralpark.com/>.
- Cranz, G. and M. Boland. 2004. *Defining the sustainable park: a fifth model for urban parks*. *Landscape Journal*.
- Cybrivsky, R. 1999. *Changing Patterns of Urban Public Space. Observations and Assessments from the Tokyo and New York Metropolitan Areas*.
- Cros, V., Nicola, S., Fernández, J. A., Martínez, J. J., Carreño, S. 2003. *Cultivo de hortalizas en bandejas flotantes: Sistema de riego y control de la solución nutritiva*. Agrícola Vergel.
- Crowe, A.S. y Mutch, J.P. 1994. "An expert systems approach for assessing the potential for pesticide contamination of ground water". *Ground Water, Water Report 1*. FAO, Roma.
- Crowe, A.S. y Booty, W.G. 1995. "A multi-level assessment methodology for determining the potential for groundwater contamination by pesticides". *Environ. Monit. Assess.*
- Cruz, María Caridad. 1997. "La agricultura urbana en La Habana, Evaluación de una experiencia en agricultura urbana en América Latina". *Memoria del Seminario Latinoamericano de Agricultura Urbana*, La Paz, Bolivia.
- D. Pimentel, 1984. "Energy flows in agroecosystems". *Agricultural ecosystems*, John Wiley & Sons, Nueva York.
- Davis, M., 1999. *The City of Quartz*, London, Verso. (ed.it *La Città di quarzo. Indagine sulfuturo a Los Angeles*, Roma, Manifesto.
- David Pimentel & Susan Pimentel. 1979. "Count the calories", *Mazingira* 11.
- David Pimentel. 1979. "Energy and Agriculture", Cornell University.
- Dirección General de Medios de Comunicación (DGMC). 2006. *Plan de repoblaciones*. Dirección General de Medios de Comunicación. Madrid, España.
- Díaz, E. e I. Rodríguez. 2003. *Las secuelas de la ciudad negocio: Los parques urbanos de Madrid*. In: López L., C. Relea y J. Somoza (Coord.). *La ciudad, nuevos procesos, nuevas respuestas*. Universidad de León, Secretaría de Publicaciones y Medios Audiovisuales. León, España.

- Dos Santos, C. 2005. *Curitiba: hacia un desarrollo sustentable*. In: *Memorias de Primer Congreso Internacional de Casos Exitosos de Desarrollo Sostenible del Trópico*. (2-4 de mayo de 2005). Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. México.
- Du Plessis. 1985. Citado in Braune, E. y Looser, U. 1988. "Cost impacts of sediments in South African rivers". En *Sediment and the Environment*. 1989. R.F. Hadley y E.D. Ongley (comps.). Publicación de la AICH No. No. 184, Asociación Internacional de Ciencias Hidrológicas, Wallingford, Reino Unido.
- Elx, Alicante. 2011. "Huertos Urbanos y Desarrollo sostenible". *Cuaderno de resúmenes del I Congreso Estatal de Agricultura Ecológica Urbana y Periurbana, SEAE – Sociedad Española de Agricultura Ecológica / Agroecología*.
- Estatuto de Gobierno del Distrito Federal (EGDF). 1994. Texto vigente. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de junio de 2014. Recuperado el 22 de noviembre de 2014 de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/egdf.htm>
- ETC (Grupo de Acción sobre Erosión, Tecnología y Concentración). 2008. "¿De quién es la naturaleza? El poder corporativo y la frontera final en la mercantilización de la vida". Ottawa, CA.
- Ezcurra, E. 1996. *De las chinampas a la megalópolis. El medio ambiente en la cuenca de México*. Colección La ciencia desde México. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. México.
- Falcón, A. 2007. *Espacios verdes para una ciudad sostenible*. Editorial Gustavo Gilli. Barcelona, España.
- Flores-Xolocotzi, R. y M. de J. González-Guillén. 2007. *Consideraciones sociales en el diseño y planificación de parques urbanos*. Economía, Sociedad y Territorio.
- Fundación Eroski. 2002. *Zonas verdes urbanas: 36 parques a estudio. Equipamiento y seguridad aspectos a mejorar*.
- FAOSTAT. 2008. *Datos sobre agricultura*. Roma, FAO.
- Ferrara, F., 2006. "Le forme dello spazio pubblico", *Tesi di dottorato di Ricerca, Università degli Studi di Napoli Federico II*.
- Ferreira, F, Messina, J, Rigolini, J, Luis, LC; Lugo, M; Vakis, R. 2013. "Panorámica general: la movilidad económica y el crecimiento de la clase media en América Latina". Washington, DC, Banco Mundial.
- Ferreira, P. A. y Vallejos, N. R. 2003. "Desnutrición oculta: Una nueva forma de desnutrición". *Revista de Posgrado de la VIa Cátedra de Medicina*, (124), Recuperado el 18 de noviembre de 2014 de http://med.unne.edu.ar/revista/revista124/desnutricion_oculta.htm
- Flores, H., Campos, F y Araújo de Santana, R. (s/f). "Seguridad Alimentaria y Micronutrientes". *Universidad Federal de Pernambuco*. Recuperado el 11 de noviembre de 2014 de <http://www.bvsde.paho.org/texcom/nutricion/ops1055/09cap7.pdf>
- FLO (Fair Trade International). 2012. *Informe anual 2011-2012*. Bonn, DE.
- Fundación Argentina de Nutrición (FAN). 2009. "Beneficios de las verduras de hoja verde". Recuperado el 3 de noviembre de 2014 de <http://www.fanutricion.org.ar/shop/detallenot.asp?notid=12>
- Gay, A. y Samar, L. 2007. "El diseño industrial en la historia". *Argentina: Ediciones tec*. Recuperado el 16 de noviembre de 2014. <http://www.faud.unsj.edu.ar/descargas/LECTURAS/Diseno%20Industrial/OBLIGATORIA/3.pdf>
- Gerald Leach, D. Pimentel. 1975. "Energy and food production", IIED, Londres.
- Gerten, D. 2004. "Terrestrial vegetation and water balance: hydrological evaluation of a dynamic global vegetation model". *International Water resources Development*. UK.
- Giovannucci, D. 2009. "Guía de indicaciones geográficas: vinculación de los productos con su origen". Ginebra, ITC (Centro de Comercio Internacional).
- Gilbert, S. G. and Shive, J. W., 1942. *The significance of oxygen in nutrient substrates for plants: I the oxygen requirement*. *Soil Science*, Vol. 59: 143 - 152.
- Goldemberg, 'Global Energy Strategy', *World Commission on Environment and Development. United Nations*. 1987. *Our common future*. Oxford University Press. Oxford
- Gómez, C. M. A.; Schwentesius, R. R. y Gómez, T. L. 2001. *Agricultura orgánica de México. Datos básicos*. 2da. edición. UACH-SAGARPA. México
- Gómez, C. M. A.; Schwentesius, R. R. y Gómez, T. L. 2006. *Agricultura orgánica de México*. CONACYT-SAGARPA-RAPAM. D. F., México.

- Gómez, C. M. A.; Schwentesius, R. R.; Ortigoza, R. J. y Gómez, T. L. 2008. *Agricultura orgánica de México*. UACH-CONACYT.
- Gómez, C. M. A.; Schwentesius, R. R.; Ortigoza, R. J. y Gómez, T. L. 2010. *Agricultura, apicultura y ganadería orgánica 2009*. UACH-CONACYT.
- González, M. J. et al. (s/f). *El fenómeno del hambre oculta: "El impacto sobre la salud de la deficiencia o insuficiencia crónica de micronutrientes"*. Galenus. *Revista para los Médicos de Puerto Rico*, 40 (4). Recuperado el 18 de noviembre de 2014 de <http://www.galenusrevista.com/El-fenomeno-del-hambre-oculta.html>
- González, A. Abellan, M.A. López, J. Fernández, J.A. 2004. *Aprovechamiento de especies de hoja pequeña, baby leaf, para IV gama, en cultivo de invernadero*. *Agrícola Vergel*, 272: 399-408.
- Gonzalo Nieto Feliner, 2008. *"Catálogo de la exposición celebrada en el Real Jardín Botánico de Madrid"* Real Jardín Botánico, CSIC; Madrid, Reedición de la obra publicada en 1992.
- Gislerod, H. R. and Kemptom, R. J., 1983. *The oxygen content of flowing nutrient solutions used for cucumber and tomato culture*. *Scientia Horticulturae*, Vol. 20
- Gámez, V. 2005. *Sobre sistemas, tipologías y estándares de áreas verdes en el planeamiento urbano*. *Diseño Urbano y Paisaje* 6: 1-22.
- Gobierno del Distrito Federal. 2000a. *Gaceta Oficial del Distrito Federal. Ley Ambiental del Distrito Federal*. México, D. F. México.
- Gobierno del Distrito Federal. 2000b. *Gaceta Oficial del Distrito Federal. Ley de Salvaguarda del Patrimonio Urbanístico Arquitectónico del Distrito Federal*. México, D. F. México.
- Gobierno del Distrito Federal. 2007. *Programa General de Desarrollo 2007-2012*. México, D. F. México.
- Gobierno del Distrito Federal. 2008. *Segundo Informe de Trabajo de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal*. México, D. F. México.
- Gobierno del Distrito Federal. 2010a. *Áreas verdes urbanas*. <http://www.sma.df.gob.mx/avu/>.
- Gobierno del Distrito Federal. 2010b. *Catálogo de las áreas verdes susceptibles a ser adoptadas*. <http://www.sma.df.gob.mx/sma/index.php?opcion=26&id=273>.
- Holt-Giménez, E., & Wang, Y. (2011). *Reform or transformation?: The pivotal role of food justice in the US food movement. Race/Ethnicity: Multidisciplinary Global Contexts*.
- Hale, M. E. Jr. 1980. *"Taxonomy and distribution of the Parmelia flaventior group (lichens: Parmeliaceae)*. *Journal of the Hattori Botanical Laboratory*.
- Heaney, R.P., Weaver, C.M., Recker, R.R., 1988. *Calcium absorbability from spinach*. *Am. J. Clin. Nutr.*
- Hatanaka, M; Bain, C; Busch, L. 2005. *"Third-party certification in the global agrifood system"*. Department of Sociology, Michigan State University, Michigan, US.
- Horacio Capel, (2002), p. 230. *"Sobre el arte de la jardinería, su origen y desarrollo y la elaboración de los diferentes tipos de jardines renacentistas, barrocos, formales y naturales"*, tercera parte, Ediciones del Serbal, Barcelona.
- Hurd, R. G. (1978): *"The root and its environment in the nutrient film technique of water culture"*; *Acta Horticulturae*.
- IMAP. (2010). *"Food and Beverage Industry Global Report 2010"*. Recuperado de http://www.imap.com/imap/media/resources/IMAP_Food_Beverage_Report_WEB_AD6498A02CAF4.pdf
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2014, *"Desarrollo de los Agronegocios en América Latina y el Caribe"*, Hernando Riveros Serrato Juan Manuel Gámez San José, C.R.
- Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). 2013a. *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. 2012. Resultados Nacionales*. México: Autor. Recuperado el 21 de noviembre de 2014 de <http://ensanut.insp.mx/informes/ENSANUT2012ResultadosNacionales2Ed.pdf>
- Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). (2013b). *"Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012". Resultados por Entidad Federativa. Distrito Federal*. México: Recuperado el 21 de noviembre de 2014 de <http://ensanut.insp.mx/informes/DistritoFederal-OCT.pdf>

International Information System for the Agricultural Science and Technology (AGRIS). 1975. "Historia de la agricultura en Europa y America", Recuperado el 15 de febrero de 2105, de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300524019>

Jackson, M. B., 1980. Aeration in the nutrient film technique of glasshouse crop production and the importance of oxygen, ethylene and carbon dioxide. *Acta Hort.* Vol. 98

Jaramillo, CL; Riveros H. 2013. "La metodología de la escuela-empresa: una herramienta para fortalecer las capacidades de los microempresarios rurales en comercialización". Bogotá, CO, IICA, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia.

Jaramillo, J y Lobo A. *Hortalizas*. 1983. Manual de Asistencia Técnica No. 28. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá, Colombia.

Janick, J. 1979. "Horticulture's ancient roots". *HortScience* 14: 299-313.

Jan Lundqvist, Josephine Gustafsson. 2012. Stockholm International Water Institute, SIWI. "Feeding a Thirsty World Challenges and Opportunities for a Water and Food Secure Future", *World Water Week, Report* 31.

Janine Schonwald y Francisco Jose Pescio. 2015. "Mi casa, mi huerta", técnicas de agricultura urbana, Colección Divulgación, INTA Ediciones, Buenos Aires, Argentina

Javier Sanz de Galdeano, Amaya Uribarri, Salomón Sádaba, Goyo Aguado, Juan del Castillo. 2003. Aspectos a considerar en una instalación de cultivo hidropónico. ITGA. Publicación septiembre-octubre.

Jean-Pierre Peyon. 1988. "El desarrollo de las cooperativas agroalimentarias en los años 1970 en Francia" *Société française d'économie rurale*, vol. 184, issue 1.

Johannesdruck Hans Pribil KG. 1981. "For the Birds" In *Conversation with Daniel Charles*. Edited by Roe-Min Kok, Laura Tunbridge, Munich.

Joly, C. 1993. "Plant nutrient management and the environment", En *Prevention of Water Pollution by Agriculture and Related Activities*. Actas de la Consulta de Expertos de la FAO, Santiago, Chile, 20-23 de octubre de 1992. *Water Report* 1. FAO, Roma.

Judy Barrett, David C. Smith. 1993, "To the Rescue of the Crops", *National Archives*, prologue, Vol. 25, # 4, Adelphi, Washington.

Karely Olivares. 2010, "Gobierno Nacional fortalece espacios para la agricultura urbana y periurbana", Recuperado el 18 de abril de 2015 de; http://www.alopresidente.gob.ve/info/8/1513/gobierno_nacional_fortalece.html Y http://www.avn.info.ve/node/42036?quicksync_5=8

Kura Y, Revenga C, Hoshino E, Mock G. 2004. "Fishing for Answers: Making Sense of the Global Fish Crisis". Washington (DC): World Resources Institute.

Lock, K.; D. Stuckler, K. Charlesworth y M. McKee (2012). "Consecuencias del aumento global del precio de los alimentos", Recuperado el 03 de 2012 de <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/ecosolar/Ecosolar43/HTML/articulo04N.htm>.

Laborde, M. 2007. *Parques de Santiago: historia y patrimonio urbano*. Editorial Midia. Santiago de Chile, Chile.

Lara, L.J., López-Marín, J., González, A., Niñirola, D., Conesa, E. y Fernández, J.A. 2009. Efecto del nivel oxigenación de la solución nutritiva sobre el crecimiento de *Portulaca oleracea* cultivada en bandejas flotantes. *Actas de Horticultura*, 54: 510.

Losada, H., H. Martínez, J. Vieyra, R. Pealing, R. Zavala and J. Cortés. (1998). "Urban agriculture in the metropolitan zone of Mexico City: changes over time in urban, suburban and periurban areas". *Environment and Urbanization*.

Losada, H., H. Martínez, J. Vieyra, R. Pealing, R. Zavala and J. Cortés. 1998. *Urban agriculture in the metropolitan zone of Mexico City: changes over time in urban, suburban and periurban areas*. *Environment and Urbanization*.

Losada, H., R. Bennett, J. Vieyra, R. Soriano, J. Cortes and S. Billington. 2000. *Recycling of organic wastes in the East of Mexico City by agricultural and livestock production systems*

Low S., D. Taplin and S. Scheld. 2005. *Rethinking urban parks. Public space and cultural diversity*. The University of Texas Press. Austin, TX. USA.

Low, S. 2006. *Transformaciones del espacio público en la ciudad latinoamericana; cambios espaciales y prácticas sociales*. *Bifurcaciones* 5: 1-14.

Lynette Morgan. Abril-junio-año. 2001. *La importancia del oxígeno en hidroponía. Practical Hydroponics & Greenhouses* N° 52

M. Gallardo; M.D. Fernández; R.B. Thompson; J.J. Magán. 2007. *Productividad del agua en cultivos bajo invernadero en la costa mediterránea. Vida Rural* n° 259

Malin Falkenmark, 2012. Stockholm International Water Institute, SIWI. "Feeding a Thirsty World Challenges and Opportunities for a Water and Food Secure Future", *World Water Week, Report 31*.

MAGRAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España) / TRAGSATEC (Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A.). 2013. "Canales cortos de comercialización en el sector agroalimentario".

Mares, T. M., & Alkon, A. H. 2011. *Mapping the food movement: Addressing inequality and neoliberalism. Environment and Society: Advances in Research. Marco conceptual de la agricultura urbana. La Habana, Cuba*.

Mario Lattuada, (IICA), 2014. "Las asociaciones económicas no cooperativas de la agricultura familiar", Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Miami, Fl.

Ministerio de Salud del Perú (MSP). 2009. "Tablas peruanas de composición de alimentos". Recuperado el 22 de noviembre de 2014 de <http://www.rvcta.org/imagenes/TablasPeruanasDeComposicionDeAlimentos.pdf>

Miriam-Hermi Zaar. 2011. "Las políticas públicas brasileñas y la agricultura familiar: quince años del Programa nacional de fortalecimiento da agricultura familiar (Pronaf)", *Scripta Nova revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, Vol. XV, núm. 351, Universidad de Barcelona.

Morales de León, Josefina; Héctor Bourges; Norma Vázquez Mata. "La composición nutrimental de los quelites", *Cuadernos de Nutrición*, vol.36, Núm.1, 2013.

Moreno, D. y Cantú, P.C. 2005. "La sustentabilidad alimentaria, una visión antropológica". México. Universidad Autónoma de Nuevo León. *Revista de la Facultad de Salud Pública y Nutrición*, Vol.6 N° 4, octubre-diciembre, 2001.

Morán Alonso, N. 2009. "Huertos urbanos en tres ciudades europeas: Londres, Berlín, Madrid", Trabajo de investigación tutelada, Universidad Politécnica de Madrid.

Murphy, S; Burch, D; Clapp, J. 2010. "El lado oscuro del cereal: el impacto de las grandes cuatro comercializadoras sobre la agricultura mundial". OXFAM International. Oxford.

MINAG-GNER. 2012. "Uso de la energía renovable en la agricultura cubana". La Habana. Documento Interno.

MINAG. (2013. "Principales producciones del país". La Habana: Documento interno, 2013.

Nilo, C. 2003. *Plan verde: un instrumento para la gestión y fomento de áreas verdes en el Gran Santiago. Urbano* 8: 10-15.

NORBERG-SCHULZ, C. (1980): *Genus Loci, Towards a phenomenology of architecture*, New York, Rizzoli, (ed.it. *Genius loci. Paesaggio Ambiente Architettura*, Milano, Electa, 2003)

Nova González, A. (2012). "Reforma en la agricultura: lineamientos y resultados recientes", La Habana: Editorial Caminos, 2012.

Observatorio Europeo Leader. 2000. "Comercialización de los productos locales: circuitos cortos y circuitos largos". *Innovación en el medio rural. Cuaderno de la Innovación* No 7.

OECD (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, FR); FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT).2010. *OECD, FAO Agricultural Outlook 2010-2019*. Roma, IT, OECD, FAO. 2012. *OECD/FAO Agricultural Outlook 2012-2021*. Roma, IT, OECD, FAO.

OMS (Organización Mundial de la Salud, CH); FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2003. "Características y tendencias regionales y mundiales del consumo de alimentos". *En Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas*. Ginebra, CH.

Ortiz-Cañavate, J., and J. L. Hernandez. 1999. *Energy & Biomass Engineering. CIGR Handbook of Agricultural Engineering*, Vol. V: 13-24. CIGR, The International Commission of Agricultural Engineering. American Society of Agricultural Engineers.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). 1992. *Protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce: aplicación de criterios integrados para el aprovechamiento, ordenación y uso de los recursos de agua dulce*. Capítulo 18, Programa 21, Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Naciones Unidas, New York.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (1948). *Declaración Universal de Derechos Humanos*. Recuperada el 11 de noviembre de 2014 de <http://www.un.org/es/documents/udhr/>

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (1966). *Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales*. Recuperado el 11 de noviembre de 2014 de <http://www.cinu.org.mx/onu/documentos/pidesc.htm>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (1975). *Lucha contra la anemia nutricional, especialmente contra la carencia de hierro*. Ginebra: Autor. Recuperado el 18 de noviembre de 2014 de http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_580_spa.pdf

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2005). *¿Es cierto que la carencia de yodo provoca lesiones cerebrales?* Recuperado el 18 de noviembre de 2014 de <http://www.who.int/features/qa/17/es/>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (1976). *Carencia de vitamina A y Xeroftalmía*. Ginebra: Autor. Recuperado el 18 de noviembre de 2014 de http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_590_spa.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). "The State of World Fisheries and Aquaculture" (SOFIA) 2010.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (s/f). *La subnutrición en el mundo en (2012)*. Recuperado el 17 de noviembre de 2014 de <http://www.fao.org/docrep/017/i3027s/i3027s02.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2003). *Perfiles Nutricionales por Países – México*. Recuperado el 21 de noviembre de 2014 de <http://www.fao.org/docrep/017/aq028s/aq028s.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 1999. *Comité de agricultura, 15º período de sesiones, "La Agricultura Urbana Y Periurbana"*, Roma, 25-29 de enero de 1999, Sala Roja, Recuperado el 15 de abril de 2015 de; <http://www.fao.org/unfao/bodies/COAG/COAG15/X0076S.htm>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2013. *Programa de la FAO para la Horticultura Urbana y Periurbana, (HUP), división de producción y protección vegetal,*

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2014a). *Entender el hambre y la malnutrición*. Recuperado el 03 de noviembre de 2014 de <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/es/c/238877/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2014b). Recuperado el 17 de noviembre de 2014 de <http://www.fao.org/about/es/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2014c). *Mapa del Hambre*. Recuperado el 17 de noviembre de 2014 de <http://www.fao.org/hunger/es/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 1994c. *Las políticas de recursos hídricos y la agricultura, capítulo especial del Estado mundial de la agricultura y la alimentación 1993*. FAO, Roma.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 1993a. *An overview of pollution of water by agriculture*. J.A. Sagardoy. En: *Prevention of Water Pollution by Agriculture and Related Activities*, Actas de la Consulta de Expertos de la FAO, Santiago, Chile, 20-23 de octubre de 1992. *Water Report 1*. FAO, Roma.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 1993b. *Field Measurement of Soil Erosion and Runoff*. N.W. Hudson. *Boletines de suelos de la FAO No. 68*. FAO, Roma.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 1991. *Network on Erosion-Induced Loss in Soil Productivity*. Informe de un seminario, Bogor, Indonesia, marzo de 1991. División de Fomento de Tierras y Aguas, FAO, Roma.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 1990a. *Agua y desarrollo agrícola sostenible. Una estrategia para la aplicación del Plan de Acción de Mar del Plata para el decenio de 1990*. FAO, Roma.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). *Informe del Proyecto sobre la zona lacustre de Xochimilco Tláhuac, México, 1988*.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2011. "FAO: El sistema alimentario debe bajar su dependencia de combustibles fósiles". Recuperado el 19 de marzo de 2012, de FAO: www.fao.org/fleadmin/user_upload/.../HLC08-inf-1-S.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). "Energía para la Agricultura Mundial". Colec. Roma, 1980.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, (FAO), 2002. "Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030". Informe resumido. Roma.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, (FAO)/CE, 2006. Informe de Políticas 2, "Seguridad Alimentaria". Cumbre Mundial sobre la Alimentación 1996, Roma.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), IFAD and WFP. 2014. *The State of Food Insecurity in the World 2014. Strengthening the enabling environment for food security and nutrition*. Rome, FAO. E-ISBN 978-92-5-108543-1

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)/CEPE. 1991. *Legislation and Measures for the Solving of Environmental Problems Resulting from Agricultural Practices (With Particular Reference to Soil, Air and Water), Their Economic Consequences and Impact on Agrarian Structures and Farm Rationalization*. Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, (CEPE) Y FAO, *Agri/Agrarian Structures and Farm Rationalization Report No. 7*. Naciones Unidas, Ginebra.

Ortiz-Cañavate, J. Hernanz, J.L. 1999, "Energy Analisis En O. Kitani", CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Energy and Biomass Engineering (Vol 5) ASAE. Michigan.

OXFAM.2012. "Clima al límite, precios al límite: el costo alimentario del cambio climático". Oxford.

Pablo Torres Lima y Gilberto Burela Rueda. 1992. "La ciudad y sus chinampas, El caso de Xochimilco", UAM-Xochimilco.

Padulosi, S., & Hoeschle-Zeledon, I. 2004. *Underutilized plant species: what are they?* LEISA-LEUSDEN-.

Pensado, P. y L. Correa. 1999. *Mixcoac un barrio en la memoria*. Editorial Instituto Mora. México, D. F. México.]

Pérez, R. 2003. *Parques y jardines públicos de la Ciudad de México, 1811-1911*. Tesis de Doctor en Historia. Centro de Estudios Históricos. El Colegio de México. México, D. F. México.

PETRINI, Carlo. 2012. "Buena limpia y justa. La comida tradicional mexicana", en *Elogio de la Cocina Mexicana, Patrimonio Cultural de la Humanidad*, México: Conservatorio de la Cultura Gastronómica Mexicana S.C. y Artes de México.

Periódico Reforma. 2004. *Encuesta trimestral de seguridad*. <http://www.reforma.com/encuestas/>.

Prudencio B, Julio. s/f. "Análisis del funcionamiento y de las acciones de la Red Águila". *Red Águila latinoamericana de investigación en agricultura urbana*.

P. Olsson. 1978. "Energy consumption in food production", *International Conciliation*. Estocolmo, Suecia.

P. Vidal Alejandro y O. E. Pérez Villanueva. 2012. "Miradas a la economía cubana. El proceso de actualización". La Habana. Editorial Caminos.

Programa Mundial de Alimentos (WFP). (2014). "Preguntas frecuentes sobre el hambre". Recuperado el 18 de noviembre de 2014 de <http://es.wfp.org/hambre/preguntas-frecuentes/preguntas-frecuentes-sobre-el-hambre>

Ramírez, H. 2008. *Iniciativa de ley de planeación para la inversión rural y la seguridad alimentaria*, Senado de la República, México.

Real Academia Española (RAE). 2001. *Diccionario de la Lengua Española*. Espasa Calpe, España.

Ribeiro, Darcy. s/f. 1999. "Etnicidad, indigenismo y campesinado, futuras guerras, étnicas en América Latina", en Susana B.C. Devalle. *La diversidad prohibida*, El Colegio de México, México.

Rodríguez y Rodríguez, J. (Comp.). 1994. "Instrumentos Internacionales sobre Derechos Humanos" ONU-OEA. México: Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH).

Sahota, A. 2012. "Global Organic Food & Drink Market". *Organic Monitor*. Recuperado en <http://www.organic-world.net/fileadmin/documents/yearbook/2012/2012-02-16/sahota-2012-global-market-2010.pdf> Schumacher Jr, A. (2011). *Transforming US agriculture*. Science.

Saladié, Ó; Oliveras, J. 2010. "Desenvolpament sostenible". *Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, España*.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2013. "Plan Rector Sistema Producto Hortalizas del Distrito Federal". Recuperado el 11 de noviembre de 2014 de http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/Documents/PlanRectorS.P._Hortalizas2013

Salvador, P. 2003. *La planificación verde en las ciudades*. Editorial Gustavo Gilli. Barcelona, España.

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). 1999. *Sistema normativo de equipamiento urbano. Tomo V Recreación y deporte*. Secretaría de Desarrollo Social. México, D. F. México.

Smith, N. 2004. *Nueva ciudad nueva frontera: el Lower East Side como oeste, salvaje Oeste*. In Sorkin, M. (Ed.). *Variaciones sobre un parque temático*. Editorial Gustavo Gilli. Barcelona, España.

Sorensen, M., V. Barzetti, K. Keipi y J. Williams. 1998. *Manejo de las áreas verdes urbanas, Documento de buenas prácticas*. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Medio Ambiente. Washington, DC. EUA.

Soriano, R. 1999. "The chinampa system as a model of sustainable agriculture". *PhD thesis, Wye College, University of London*

Soriano, R., H. Losada, J. Cortés, J. Vieyra, L. Arias y M. López. 2000. *Agricultura urbana en el área metropolitana de la ciudad de México*. En: *Agricultura Urbana en México*. Canabal, B. Coord. México

Sylvander, B; Allaire, G. 2007. *WP3 Report: Conceptual Synthesis "Task1.Strengthening International Research on Geographical Indications" (SINER-GI) Project*.

Taylor, D. 1999. *Central Park as model for social control: Urban parks, social class and leisure behavior in nineteenth-century America*. *Journal of Leisure Research* 31(4): 420-477.

Tinajero, G. 2002. *Manual para el diseño y manejo de las áreas verdes en los espacios públicos con aplicación en la Delegación Benito Juárez*. Tesis Profesional. Facultad de Arquitectura. Universidad Nacional Autónoma de México. D.F. México.

Vigliola, M. 1988. *Manual de horticultura*. Consultado en <http://www.infoagro.com>, diciembre 14/2015.

A

ANEXO

ANEXO: PLANOS Y DETALLES CONSTRUCTIVOS DEL PROTOTIPO “Y”

P
R
O
T
O
T
I
P
O
Y



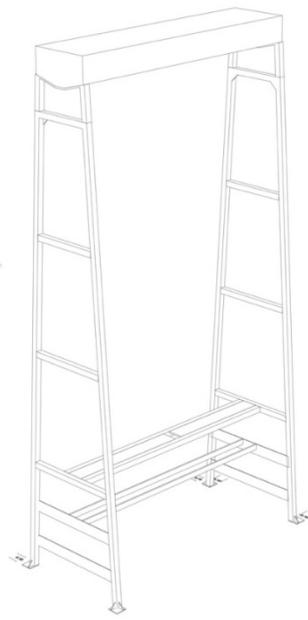
PROTOTIPO **Y**



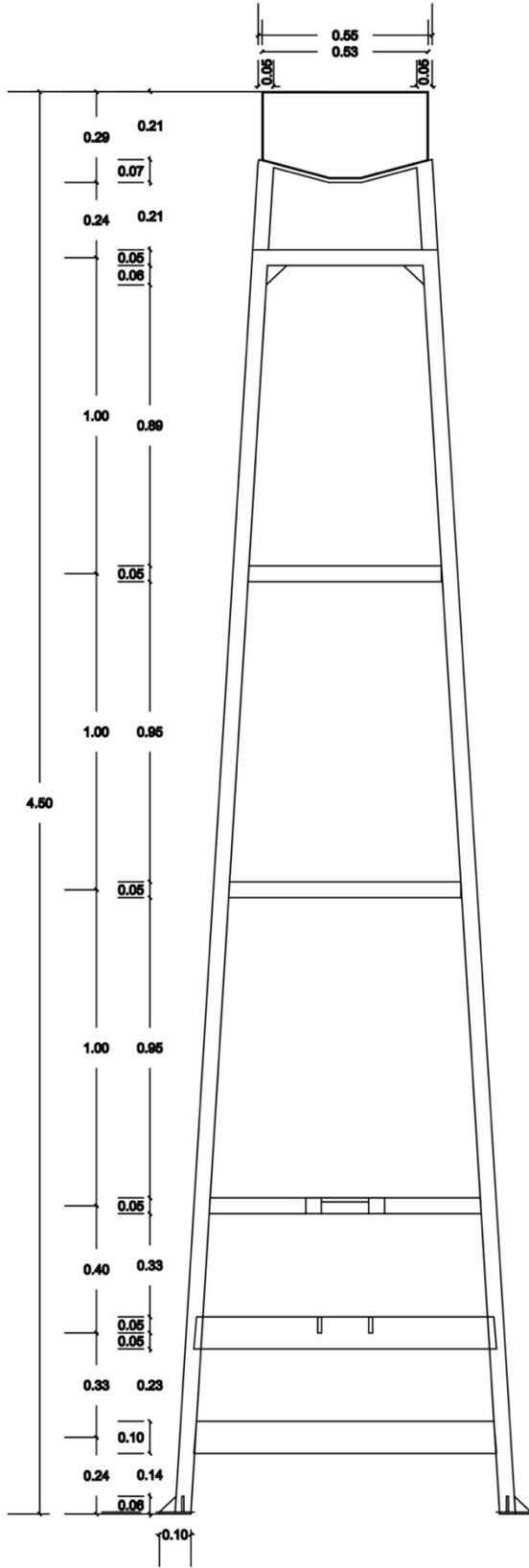
E
S
T
R
C
U
T
U
R
A



F
R
A
M
E



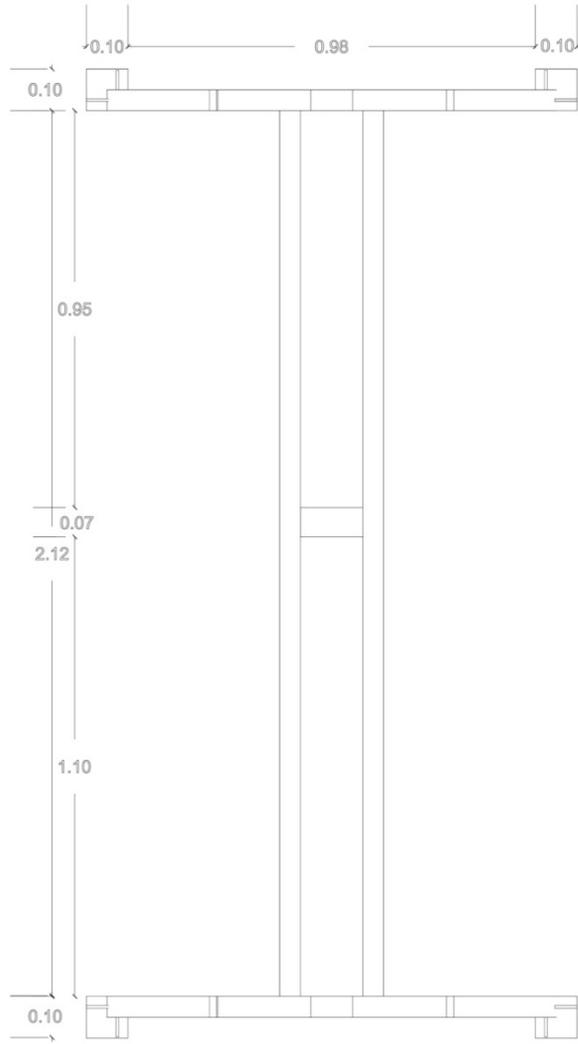
E
S
T
R
C
U
T
U
R
A



V
I
S
T
A

L
A
T
E
R
A
L

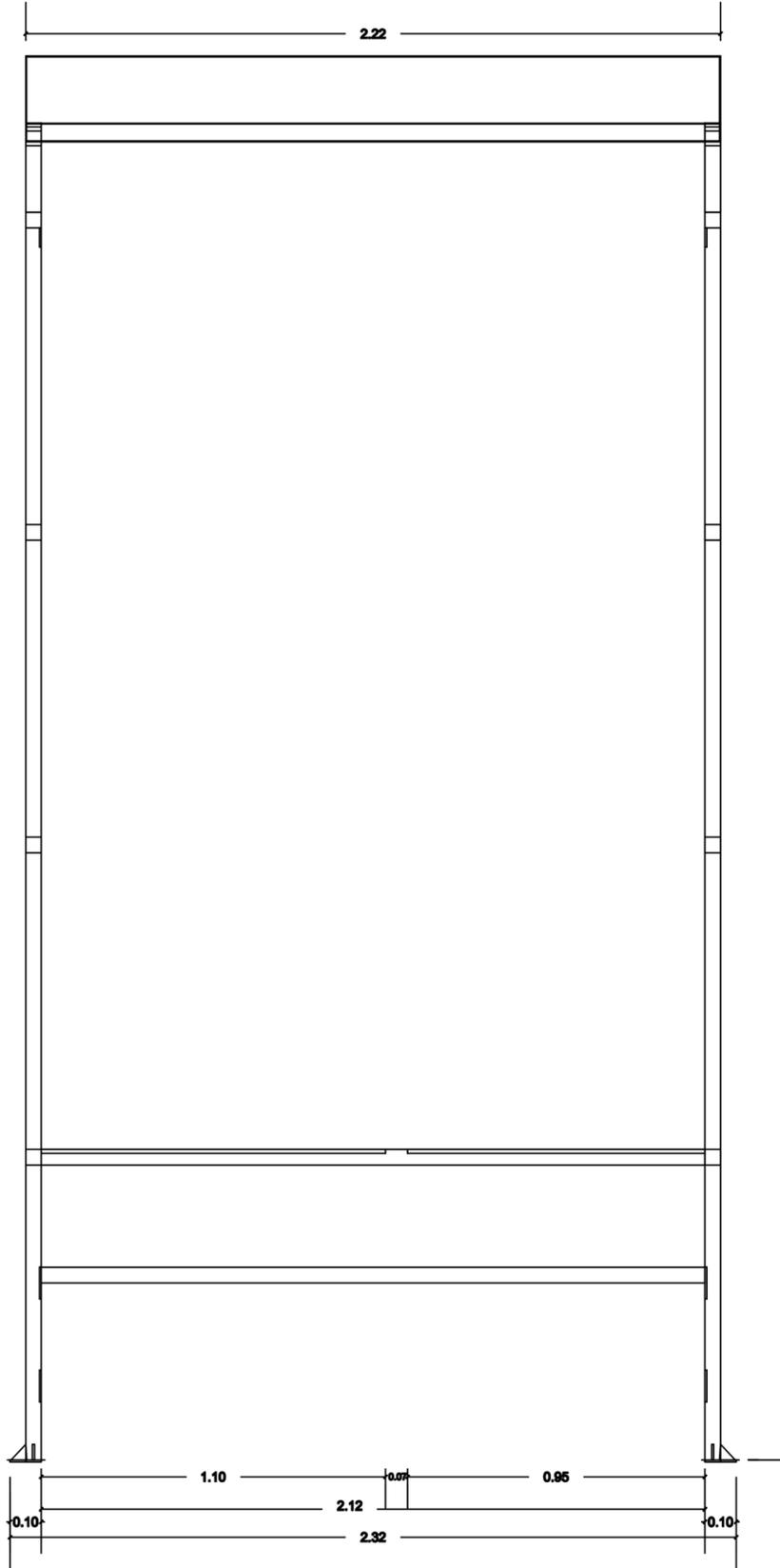
E
S
T
R
C
T
U
R
A



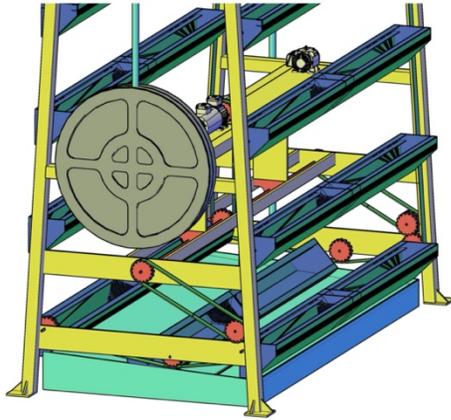
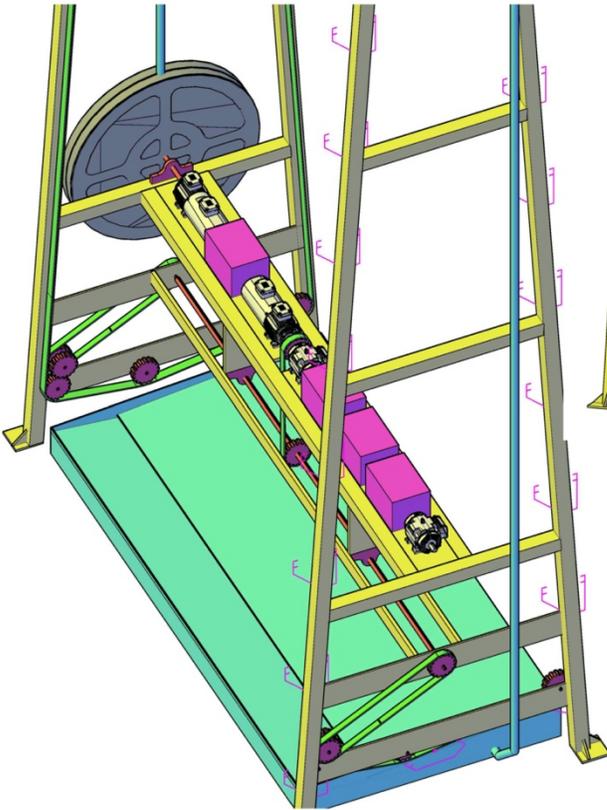
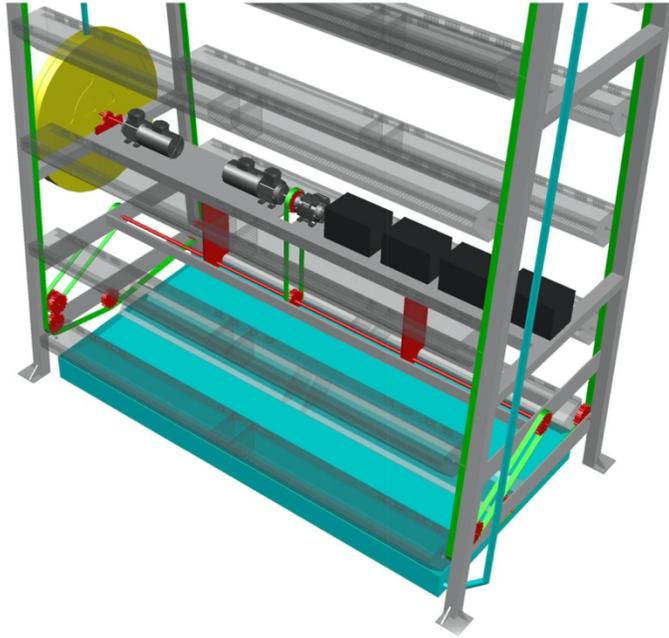
V
I
S
T
A
S
U
P
E
R
I
O
R

E
S
T
R
C
U
T
U
R
A

V
I
S
T
A
F
R
O
N
T
A
L

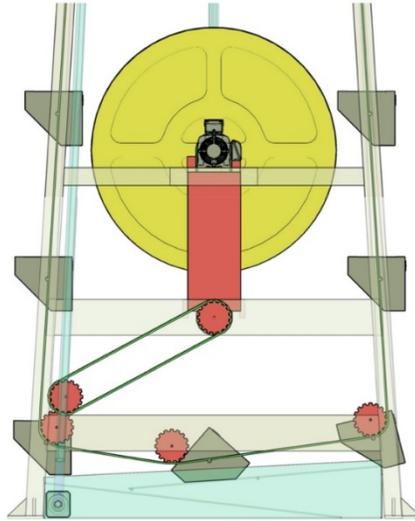


D
E
T
A
I
L
L
E
S

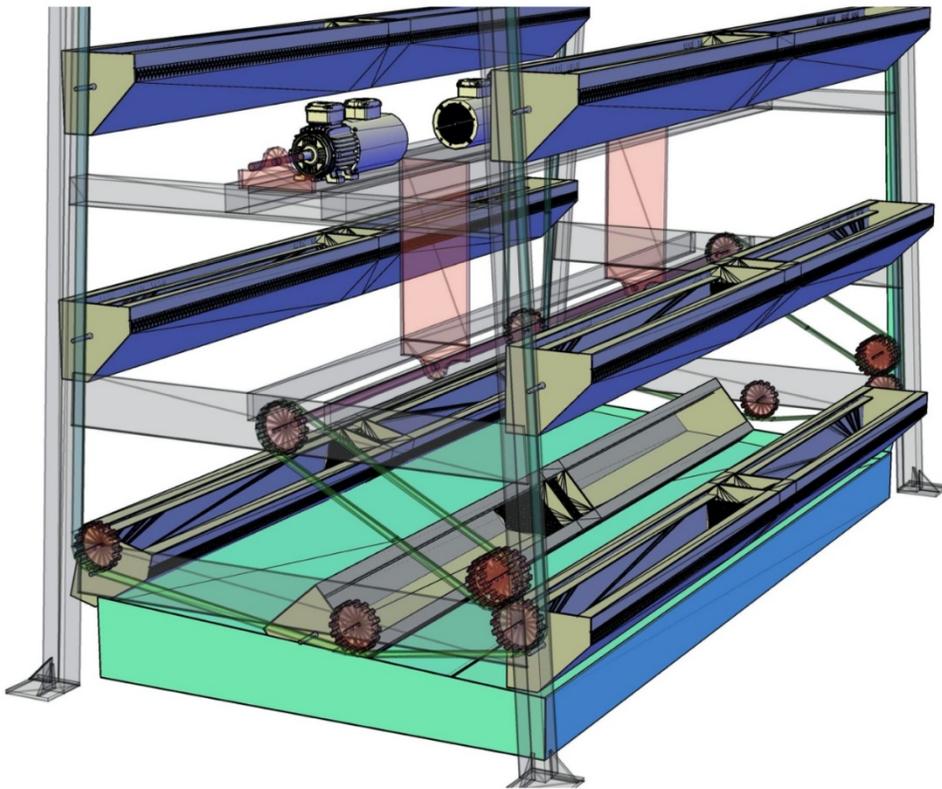


E
Q
U
I
P
A
M
I
E
N
T
O

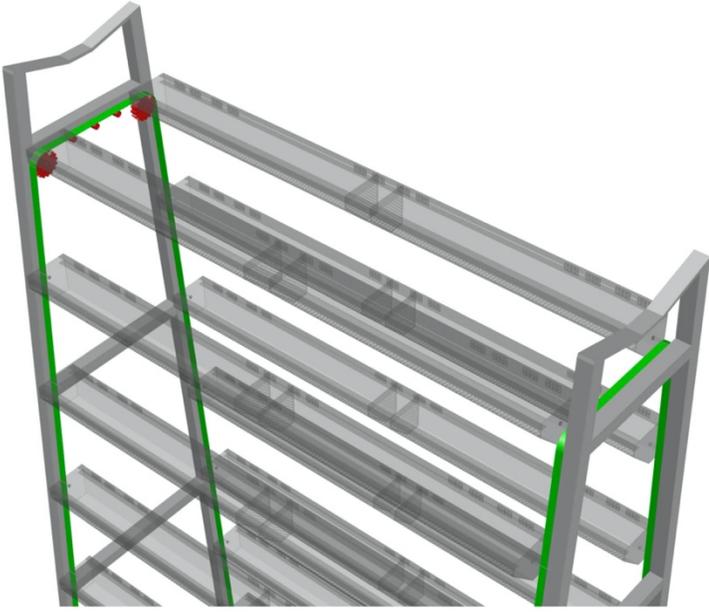
D
E
T
A
I
L
L
E
S



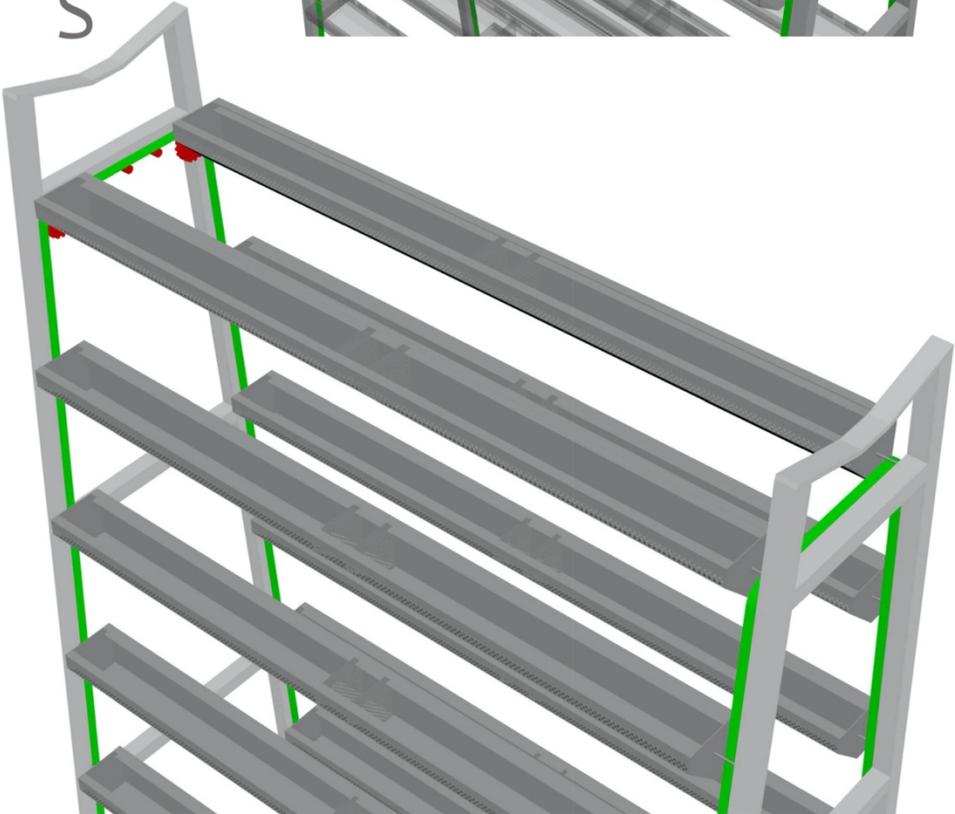
M
E
C
A
N
I
S
M
O
I
N
F
E
R
I
O
R



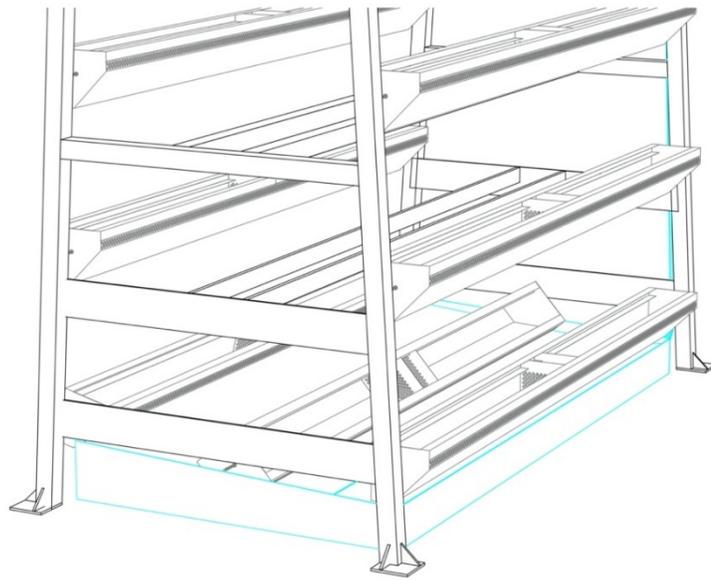
D
E
T
A
I
L
L
E
S



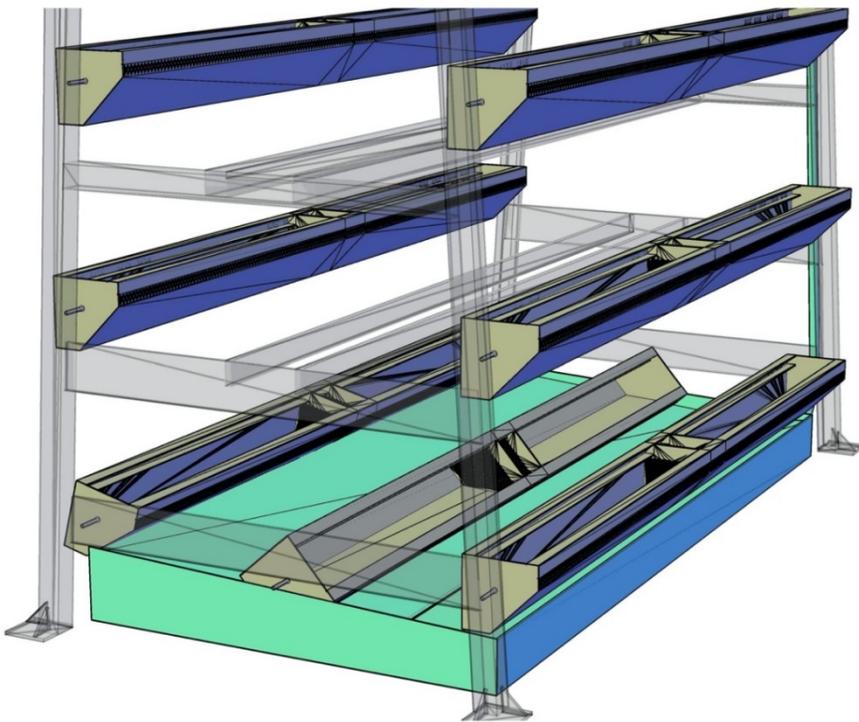
M
E
C
A
N
I
S
M
O
S
U
P
E
R
I
O
R

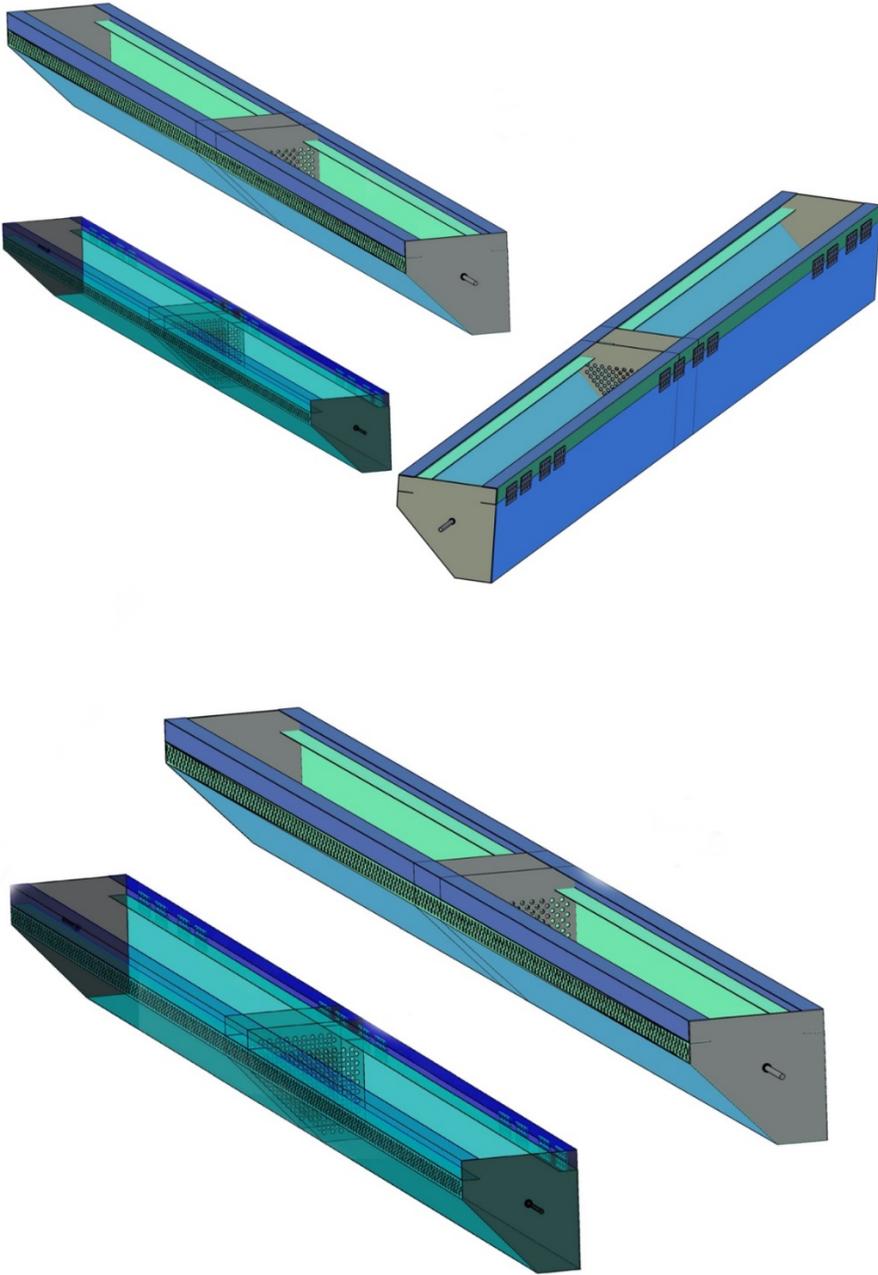


D
E
T
A
I
L
L
E



G
I
R
O
D
E
C
A
N
A
L
E
S

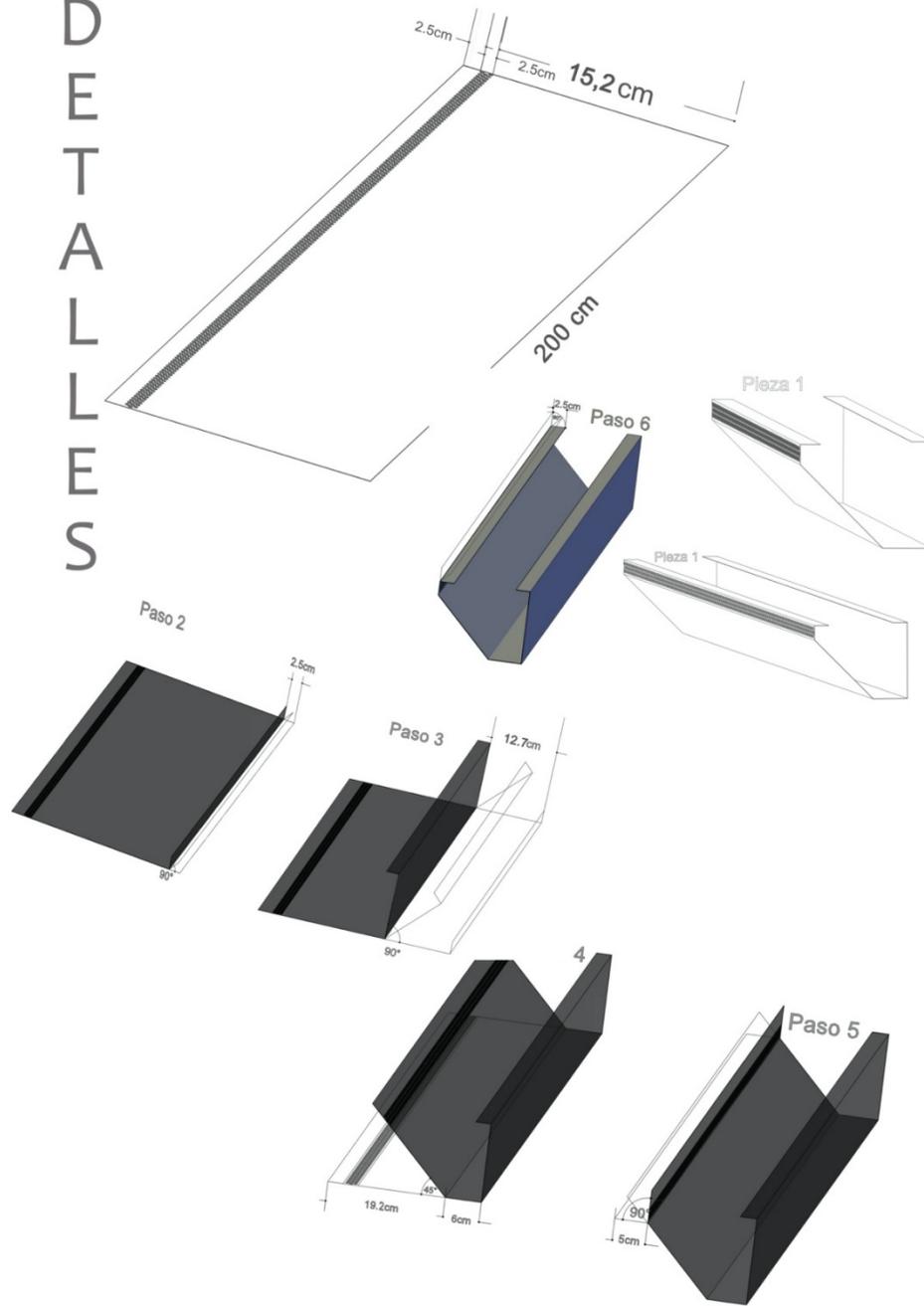




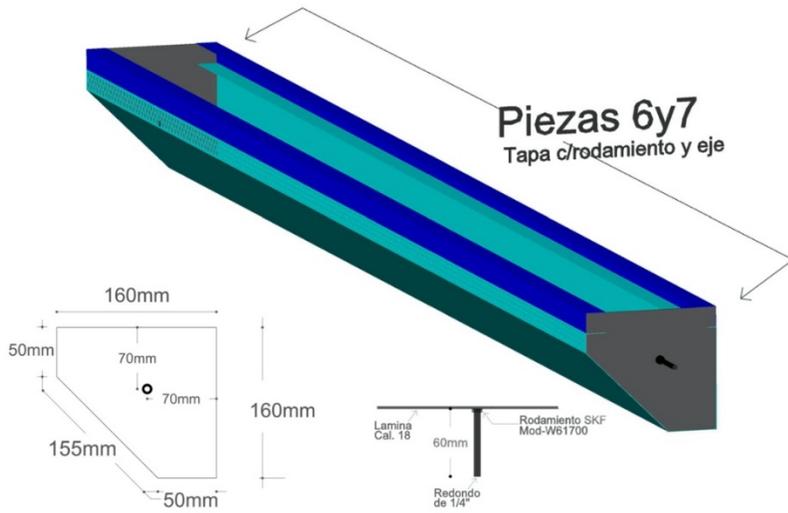
CANALES DE CULTIVO

D
E
T
A
L
L
E
S

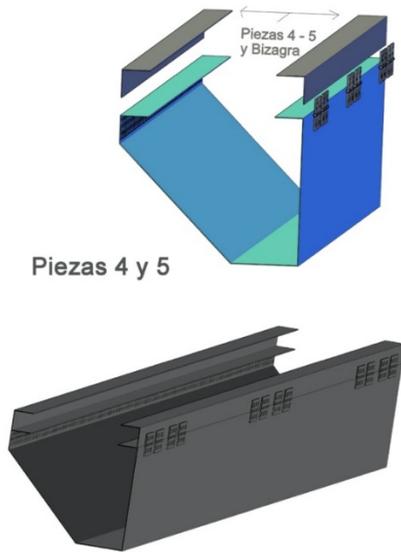
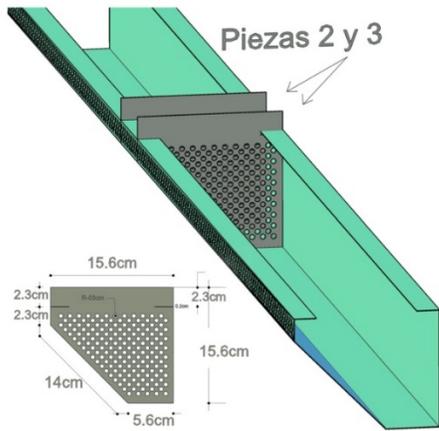
C
A
N
A
L
E
S
D
E
C
U
L
T
I
V
O



D
E
T
A
L
L
E
S



C
A
N
A
L
E
S
D
E
C
U
L
T
I
V
O



Medidas de la máquina:

Área de la canaleta si fuera cuadrada $16.0 \text{ cm} \times 16.0 \text{ cm} = 25,6 \text{ cm}^2$

Área del triángulo según corte de canaleta $90 \text{ cm} \times 90 \text{ cm} \text{ Entre } 2 = 4 \text{ cm}^2$

$25.6 - 4 = 21.5 \text{ cm}$ por el largo de la canaleta $200 \text{ cm} = 43 \text{ cm}^2$

Tenemos como datos los siguientes:

- La altura máxima son 3 m.
- La base donde está la charola en la parte inferior tiene 1 m base por 2m de largo
- La parte superior tiene un ancho de 55 cm x los 2 m de largo donde está el área de llenado y el tanque deposito.
- La V_0 (velocidad inicial), podemos considerarla en 0 empezando el movimiento en la parte alta de la estructura.
- La constante de rozamiento en la horizontal de la charola base de recuperación de la solución que tiene 1 m X 2m es de 0.57 N.
- Las fórmulas a utilizar serian la del (MRUA), movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.
- Considerando los ejes de coordenadas X y Y, el ángulo de inclinación de las patas de la estructura es de 80° , pero como lo tenemos en ambos lados se anula.
- Como parte explicativa del proceso físico del movimiento tomaré las 8 canaletas llenas en el espacio vertical de bajada frontal a 12 kg de peso cada una. Y las 8 canaletas vacías en el espacio trasero ya sin la solución nutritiva a un peso de 10 kg cada una, las 3 canaletas faltantes las omito ya que estarán en proceso de llenado y de vaciado de la solución, anulando sus pesos

Funcionamiento mecánico de la máquina:

Para la instalación de esta máquina se requiere de un espacio de 2.50m X 1.50m X 3 m de altura, de preferencia al aire libre, o en un espacio de invernadero, (de no ser así la iluminación sería artificial). Además, con acceso a un área solar para la colocación de una celda solar, de aproximadamente 2 m². que su sombra no interactúe con el sol que se requiere para los cultivos.

43cm². X 13 cm de h de la canaleta = 559 cm³ de volumen de canaleta vacía, considerando que el sustrato abarca un 50 % de este volumen tendríamos 279.5 cm³ de volumen de sustrato. En la práctica se pesaron 3 cm³ de sustrato con solución nutritiva a saturación y pesaron 30 grs. Por lo que tenemos que 559 cm³ total con solución y sustrato pesaría

559 cm³ entre 3cm³ de sustrato mojado = 186 cm³ X 30gr =5,589 gr., o sea, 5.5 kg

La canaleta vacía, si es lámina de aluminio tiene un peso aproximado de 3.5 kg más el sustrato y la solución nutritiva 5.5kg nos da un peso de 9 a 10 kg aproximadamente y con las 12 plantas unos 6 kg, mas, sumando todos los pesos serían unos 15 a 16 kg.

Tomando en cuenta que el tiempo de llenado de la canaleta sería de 2.66 min, se calibrara la bomba para que libere en ese tiempo los 2 l. , esto nos daría un peso de 2.5 kg., sumando el peso de la canal, el sustrato, la solución nutritiva y el peso de la planta que varía según el estadio de crecimiento de esta, fluctuaría en unos 15 a 16 kg Las variables en el movimiento son el peso del agua al llenarse y vaciarse al final del recorrido frontal, lo que interactuando con la gravedad será la fuerza de torque del movimiento.

Ese peso que interactúa con la gravedad es directamente proporcional a la velocidad, la aceleración del movimiento de las canaletas es producida por la fuerza de gravedad, de 2 kg ya que las vacías sueltan los 2 litros de la solución nutritiva al llegar a la charola de abajo después de su saturación y retención de ella, por el sustrato. Así conocemos que al vaciarse de solución la canal, su peso quedaría alrededor de unos 2kg. menos, mismos que se añaden como fuerza para su empuje desde el punto más alto de la caída.

En la parte superior se realizan dos descargas la primera llena las 2 canaletas posicionadas en esta parte de llenado, al mismo tiempo se produce una segunda descarga de relleno al contenedor superior por medio de la bomba de solución nutritiva que se activa con energía solar, las canaletas continúan su camino bajando por la parte frontal hasta la charola de recuperación en la parte baja de la máquina.

Analizando el movimiento de la máquina tenemos un movimiento compuesto donde se integran un movimiento vertical en forma de caída libre y un vertical retardado, así como un rectilíneo en el eje de la x, en ellos se cumple las leyes de Newton para la velocidad, la aceleración y las fuerzas.

FÓRMULAS:

$$P1 = M1 \times g \quad P2 = M2 \times g$$

$$P1 = 96 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 940.8 \text{ n} \quad p2 = 80 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 784 \text{ n} \quad p1x = 940.8 \text{ n} \times \text{sen } 80^\circ \quad p1x = -935$$

$$P2x = 784 \text{ n} \times \text{sen } 80^\circ \quad P2x = -779 \text{ n}$$

$\Sigma (\text{sumatoria}) F_x = M_2 \times a$ (aceleración) $P_2 - T = M_2 \times a$ $-779 - T = 80 \text{ kg} \times a$ se anulan las T

$a \times m_1 = a \times m_2$ sentido positivo $a \times 96 = a \times 80$

La rapidez de cada masa 2 segundos después, desde que se sueltan desde el reposo de $V_i = 0$

$V = V_i + a \times T$ $V = 0 + 1.136 \text{ m/s}^2 \times 2 \text{ s}$ $V = (1.136) (2)$ $V = 2.27 \text{ m/s}$ es la rapidez. $M_1 = 10 \text{ kg} \times 8$
canaletas = 80 kg. $M_2 = 12 \text{ kg} \times 8$ canaletas = 96 kg.

$P_1 = 80 \times 9.8 = 784 \text{ n}$

$P_2 = 96 \times 9.8 = 940 \text{ n}$

$T_1 - 784 = 80 \times a$ $T_2 - 940 = 96 \times a$ se eliminan las T (tensión) y despejando $-784 + 984 = 80 \times a + 96 \times a$

$200 = 176 \times a$ $a = 200 / 176 = 1.136 \text{ m/s}^2$

$T - P_1 = m_1 \times a$ $T - 940 = 96 \times 1.136 = 109$ $+940$ $T = 1049$ se eliminan la a T (tensión de las
bandas) $= 940 - 779 = 161$

$-T + p_2 = m_2 \times a$ $-T + 779 = 80 \times 1.136 = 90.88$ -779 $T = -688.1 + 1049 = 360 \text{ n}$ $T = f_{r1} + f_{r2}$

$T = 161 = 176 \times 1.136 = 199.9 + 161 = 360 \text{ n}$ $T = 360 \text{ n}$

$F_x = T + f_{r1}$ $F_y = T + f_{r2}$ $f_r = c$ (constante de rozamiento) $\times n$, se toma la tensión de las
bandas como la fuerza de rozamiento.

$t = 34 \text{ min. } 1800 \text{ s}$, distancia recorrida 7.55 m $t = 96 \text{ kg} + 2.27 \text{ m/s} \times 940 \text{ n} = 96 + 2133 = 2229 \text{ s} / 60 = 37$
min. $t = 80 \text{ kg} + 2.27 \text{ m/s} \times 784 \text{ n} = 80 + 2116 = 2196 \text{ s} / 60 = 36 \text{ min}$

sí en todo el recorrido 7.55 m tarda 36 min los .55 cm de la parte de llenado tardará 2.62 min, lo
que nos permite llenar las canaletas de solución nutritiva.

La $V = 0 + 2.27 \text{ m/s}^2 \times 1800 \text{ s} = 4086 = 2043 \text{ s} = 34 \text{ min.}$

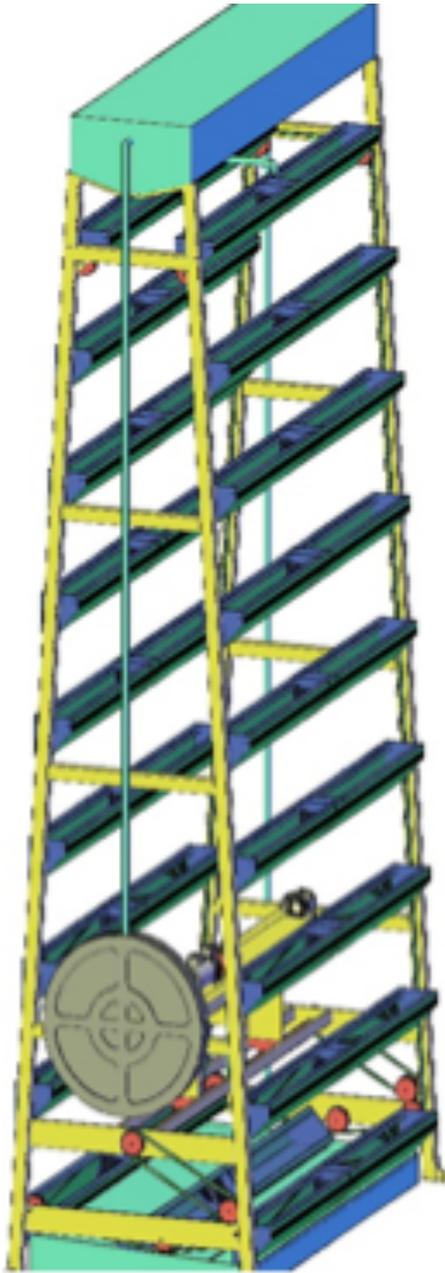


Fig. F) Máquina

El sistema de la figura está inicialmente en reposo. La canaleta llena de solución nutritiva y plantas con 12 kg está a 3 m del suelo. Las poleas son discos uniformes de movimiento libre con 10 cm de diámetro de masa despreciable. Se supone que las bandas no resbalan sobre las poleas tenemos que saber:

1. La velocidad de las 19 canaletas en total. Será de 2.27 m/s^2 .- La velocidad requerida en un tiempo previamente propuesto 34 min. Para cubrir los 7.55 m de trayectoria.
2. Las tensiones de las cadenas. $T = 360 \text{ n}$, que equivalen a la fuerza de torque o la fuerza de frenado que se requerirá para ese cálculo.

A lo largo de este tema consideraremos las fuerzas implicadas, cuyo punto de aplicación siempre será el centro geométrico de la canaleta. Esta consideración da lugar a movimientos de traslación y de rotación.

La canaleta de 12 kg comienza a descender un plano inclinado de 80° con la horizontal con una velocidad inicial de 0. A medida que desciende va acelerándose y su peso incrementando por cada canaleta que se llena hasta tener un total de 8 canaletas llenas y de 96 kg de peso, hasta que llega al final de la estructura en "A" donde dicha canaleta se inclina al topar con una charola y arrastrándose en forma horizontal avanza 1.00m y comienza a ascender por la parte trasera de la estructura, ya sin 2 l. de la solución y con un peso de 10 kg.

