

Capítulo

Implicaciones de la agricultura urbana y la agricultura vertical para la sostenibilidad futura

Anwesh Chatterjee, Sanjit Debnath y Harshata Pal

Abstracto

La agricultura urbana (AU) se define como la producción de bienes agrícolas (cultivos) y ganaderos en áreas urbanas como ciudades y pueblos. En la actualidad, el proceso de urbanización ha cuestionado el desarrollo sostenible y el crecimiento de la población urbana. Se afirma que la AU contribuye al reciclaje de residuos urbanos, el uso eficiente del agua y la conservación de la energía, la reducción de la contaminación atmosférica y la erosión del suelo, el embellecimiento urbano, la adaptación y resiliencia al cambio climático, la prevención de desastres y la sostenibilidad urbana ecológica y social. Por lo tanto, la AU contribuye a la sostenibilidad de las ciudades de diversas maneras: social, económica y ambiental. Una tecnología de agricultura urbana que implica la producción agrícola a gran escala en entornos urbanos es la agricultura vertical (AV), o tecnología de agricultura en altura. Esta tecnología permite un rápido crecimiento y producción de cultivos al mantener las condiciones ambientales y las soluciones nutritivas para los cultivos mediante tecnología hidropónica. Las granjas verticales permiten producir alimentos durante todo el año porque mantienen condiciones de cultivo constantes independientemente del clima exterior y son mucho menos vulnerables al cambio climático. Esto garantiza un flujo constante de productos para los consumidores y unos ingresos estables para los agricultores. Varias ventajas de la FV sobre la agricultura tradicional, como la reducción de los insumos agrícolas y las pérdidas de cosechas y la restauración de tierras agrícolas, han permitido a los científicos implementar la FV a gran escala.

Palabras clave: agricultura urbana, agricultura vertical, hidroponía, acuaponía, aeroponía

1. Agricultura urbana

La agricultura urbana (AU) puede definirse como el cultivo de plantas y la cría de ganado dentro de una ciudad (agricultura intraurbana) o en las áreas que rodean las ciudades (agricultura periurbana), lo que implica el suministro de insumos y el procesamiento de materias primas en formas comestibles, seguido de actividades de comercialización [1, 2].

2. Necesidad de la agricultura urbana/importancia de la agricultura urbana

La proporción de la población mundial que vive en ciudades está aumentando drásticamente. Se prevé que para 2030, la población mundial de habitantes urbanos será de casi 5 mil millones [3], y para 2050 podría alcanzar los 9 mil millones [4]. El aumento de la tasa de

La urbanización tiene importantes implicaciones económicas, sociales y políticas: un gran número de personas que residen en las ciudades pueden acceder fácilmente a la educación y al empleo; confían en el sector sanitario y son testigos de la evolución cultural. Sin embargo, este rápido crecimiento demográfico suele ir acompañado de desafíos comunitarios y del cambio climático: las ciudades pueden carecer de los servicios básicos, lo que provoca disturbios comunitarios que generan condiciones de vida inferiores e indeseables. Por lo tanto, para afrontar los desafíos de la rápida urbanización, la agricultura urbana es una necesidad actual.

La necesidad o importancia de la agricultura urbana se discute ampliamente con lo siguiente: *ventajas* asociado a él [5].

2.1 Lucha contra los desafíos ambientales

Hoy en día, las ciudades consumen más de dos tercios de la energía mundial y son responsables del 70% del CO₂ global. Emisiones. Recientemente, se ha considerado que la AU aborda situaciones difíciles como el cambio climático, ya que contribuye de forma significativa a la ecologización de las áreas metropolitanas y a la mejora del clima urbano, fomentando al mismo tiempo la reutilización de residuos orgánicos, lo que reduce la huella energética urbana [2].

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) sugirió que se debería impulsar la agricultura urbana como respuesta al cambio climático y como una forma de construir ciudades más resilientes.

La UA ayuda a las ciudades a mejorar el entorno urbano y volverse más resilientes mediante [2, 6]:

- La AU reduce la debilidad de grupos urbanos específicos y diversifica las fuentes de alimentos urbanos y las oportunidades de ingresos de los pobres urbanos y constituye una fuente de innovación y aprendizaje sobre nuevas estrategias y tecnologías para la producción de alimentos que utilizan la tierra y el agua de manera eficiente.

La AU ayuda a mantener las áreas abiertas cubiertas de vegetación, lo que podría reducir la severidad de las condiciones climáticas. Además, la AU crea un microclima habitable y prohíbe la construcción de edificios en zonas de riesgo, lo que no solo reduce inundaciones, deslizamientos de tierra y otros desastres, sino que también mejora la biodiversidad urbana y las condiciones de vida. Estos espacios verdes abiertos también ayudan a controlar los flujos de aguas pluviales al permitir el almacenamiento de agua y una mayor infiltración del exceso de aguas pluviales [7]. En estos espacios verdes abiertos, dentro y alrededor de las zonas urbanas, la producción de alimentos puede combinarse con otros servicios para los habitantes de las ciudades, como el agroturismo o el mantenimiento de parques y paisajes, por ejemplo, los "parques productivos".

- UA produce alimentos verdes frescos que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y también utilizan energía limitada en el proceso de llevar los alimentos de la granja al plato en los países industrialmente desarrollados [8].

La reutilización productiva de aguas residuales en la UA ayuda a combatir la crisis de agua dulce y también evita que ríos, canales y otras masas de agua se contaminen. Por otro lado, el uso de aguas residuales como fuente de riego podría reducir el riesgo de escasez de agua [9]. El uso de aguas residuales urbanas como fuente de riego ayudará a adaptarse a los riesgos de sequía e inundaciones. Las aguas residuales urbanas pueden reciclarse para el riego/fertilización de cultivos hortícolas, como la floricultura y los frutales, así como para el riego de plantaciones forestales que proporcionan leña.

2.2 Seguridad alimentaria y nutrición

El AU contribuye a mejorar la seguridad alimentaria urbana y la nutrición de las clases más desfavorecidas. Las familias que participan en el AU tienen acceso a una dieta de mejor calidad y variedad. Consumen más hierbas y verduras que el resto. La producción de alimentos por parte de las familias urbanas puede cubrir hasta un 20-60% de su consumo total, especialmente en hortalizas, plantas medicinales y aromáticas, huevos, leche y carne de animales pequeños. El AU también puede contribuir a una mejor mitigación de enfermedades, ya que las plantas medicinales locales poseen mejores propiedades nutricionales y medicinales, fomenta el ejercicio físico y permite que las personas no dependan de regalos ni de ayuda alimentaria, lo que puede mejorar su autoestima. El AU también facilita el acceso a alimentos frescos y asequibles para otros consumidores urbanos, ya que la mayoría de los alimentos producidos por los agricultores urbanos se intercambian o venden localmente. El AU también garantiza la necesidad de alimentos durante desastres naturales y guerras. En Sierra Leona, los residentes se dedicaron al AU para cubrir sus necesidades diarias de alimentación durante la guerra civil que duró aproximadamente 10 años. La UA actúa como una estrategia de supervivencia para los refugiados y les ayuda a vivir en un estado digno de honor [1, 2, 6].

2.3 Alivio de la pobreza

Se espera que la población urbana mundial alcance los 6.000 a 9.000 millones para 2050. Se estima que la pobreza se extenderá de las aldeas a las metrópolis para 2030, ya que el 60% de la población mundial residirá en las ciudades. Además, en la mayoría de los países en desarrollo, la urbanización ha provocado el crecimiento de la población de barrios marginales, que casi se ha duplicado en los últimos 15 años [3]. Además, esta rápida urbanización en los países en desarrollo ha dificultado la creación de suficientes oportunidades de empleo, lo que ha generado condiciones de vida muy precarias en las zonas marginales. La presencia de la AU puede, sin duda, satisfacer la necesidad de empleo en cierta medida en las ciudades de los países en desarrollo. Los efectos de la AU para la reducción de la pobreza varía según el tipo de participantes, los productos elaborados y el grado de orientación al mercado, entre otros factores. La AU suele desempeñar un papel importante en las estrategias de supervivencia de los habitantes urbanos, quienes podrían beneficiarse de ella de diversas maneras: en primer lugar, cuando un hogar produce cultivos comestibles, reduce sus gastos en alimentos y puede ahorrar una cantidad considerable. Además, puede vender el excedente de producción para generar un negocio rentable [2, 6].

2.4 Uso adecuado del suelo

Además del cambio climático y la urbanización, la producción alimentaria se enfrenta a la disminución de tierras agrícolas productivas. La producción urbana de alimentos a gran escala podría brindar oportunidades y aliviar la presión sobre las tierras agrícolas. En consecuencia, investigadores y profesionales buscan separar las tierras cultivables de la producción y producir alimentos a mayor escala dentro y sobre edificios en áreas urbanas de alta densidad. Los científicos visualizaron la "ciudad comestible" e introdujeron el concepto de paisaje urbano productivo continuo (CPUL), recomendando la introducción coherente de paisajes productivos interconectados en las ciudades como un elemento esencial de la infraestructura urbana sostenible. Un desafío importante para la producción urbana de alimentos es la disponibilidad y el acceso a la tierra. Principalmente, podría haber grandes recursos de tierra que podrían hacerse accesibles para fines agrícolas, pero para áreas densamente edificadas y donde la disponibilidad de espacio a menudo limita el área de la unidad de producción, las tecnologías sin espacio o de espacio reducido brindan oportunidades para el cultivo en espacios reducidos [5, 10, 11].

Además de sus muchas ventajas, hay algunas *desventajas* de AU asociado con riesgos potenciales para la salud [2]:

1. La reutilización de agua de riego contaminada y sin tratar procedente de arroyos urbanos conlleva posibles riesgos para la salud. Esto puede gestionarse mediante medidas complementarias de reducción de riesgos para la salud, como se explica en las directrices de la OMS de 2006 para el uso seguro de excretas y aguas residuales.
2. El manejo insuficiente o inadecuado del ganado conlleva riesgos para la salud. El manejo adecuado de los animales, el estiércol, la orina y los procedimientos del matadero reducirán la incidencia de los riesgos para la salud asociados.
3. El uso intensivo de fertilizantes, pesticidas y fungicidas en la UA puede generar residuos de agroquímicos en los cultivos o en las aguas subterráneas. El riesgo se presenta principalmente en zonas con agricultura urbana comercial. En la agricultura urbana de subsistencia y semicomercial, este riesgo es limitado porque los productores rara vez aplican agroquímicos debido a la pobreza. Utilizan residuos orgánicos compostados, ya que prefieren un producto limpio para el autoconsumo.

3. Agricultura vertical: una tecnología de agricultura urbana

Con el rápido crecimiento de la población mundial, existe escasez de tierras agrícolas. Esto aumenta la demanda de más alimentos y de más tierra para cultivarlos. Sin embargo, algunos empresarios y agricultores están empezando a encontrar una solución a este problema, una de las cuales se puede encontrar en los almacenes abandonados de nuestras ciudades, en los nuevos edificios construidos en terrenos ambientalmente degradados e incluso en contenedores usados de transporte marítimo. Esta solución se denomina agricultura vertical, una tecnología de agricultura vertical que consiste en cultivar cultivos en ambientes interiores controlados, con luz, nutrientes y temperaturas precisas.

En la agricultura vertical, las plantas se disponen en capas que pueden alcanzar varios pisos de altura. Si bien la jardinería vertical residencial a pequeña escala (incluidas las huertas de ventana) se practica desde hace varios años, las huertas verticales a escala comercial se han convertido en un tema de debate importante en los últimos años en Estados Unidos. Esta nueva tecnología agrícola está en rápido crecimiento y emprendedores de muchas ciudades se están interesando en este innovador sistema agrícola [12].

La agricultura vertical está cobrando importancia en diversas ciudades del mundo debido a su papel beneficioso en el sector agrícola. Gracias a su proximidad al comprador, la agricultura vertical puede reducir los costos de transporte; la producción planificada de hierbas y sus condiciones de cultivo pueden optimizarse ajustando la temperatura, la humedad, la iluminación, etc. La agricultura de interior en un entorno controlado requiere mucha menos agua que la de exterior, ya que implica el reciclaje de aguas residuales. Debido a estas características, la agricultura vertical se ha implementado ampliamente en regiones desérticas y afectadas por la sequía, como algunos países de Oriente Medio, África, Israel, Japón y los Países Bajos [13].

4. Tipos de granjas verticales

4.1 Hidroponía

Es el sistema de cultivo predominante en granjas verticales, que consiste en cultivar plantas en soluciones nutritivas sin tierra. Las raíces de las plantas se sumergen en una solución nutritiva, que se examina y circula con frecuencia para garantizar que se mantenga la composición química correcta [12].

La hidroponía urbana no es una invención reciente. Los Jardines Colgantes de Babilonia y los Jardines Flotantes de los Aztecas embellecieron las ciudades durante mucho tiempo. Además, en esas zonas se cultivaban frutas y verduras. Hoy en día, las ciudades modernas utilizan la hidroponía urbana para la relajación física y psicológica. Además, desempeña un papel importante en la gestión del entorno urbano. En zonas de clima árido, aumenta la humedad y reduce las temperaturas. Además, captura el polvo y el aire contaminado mediante el follaje de las plantas. Contribuye a la reducción de las emisiones totales de CO₂, previniendo así el calentamiento global en cierta medida. Los huertos hidropónicos suelen construirse verticalmente debido a la limitación del espacio urbano. Además de la mejora inmediata de la calidad ambiental, las granjas verticales sobre edificios tradicionales funcionan como grandes disipadores de calor que irradian calor y aumentan la temperatura ambiente. Los sistemas hidropónicos termorregulan los edificios atrapando el calor en invierno y refrescándolos en verano. La calidad del aire interior también puede mejorarse cultivando plantas en las paredes interiores. En algunas ciudades modernas, como Bangkok, las carreteras de hormigón y los pasos elevados del ferrocarril se cubren con plantas ornamentales cultivadas hidropónicamente. Los centros comerciales también se decoran con hidroponía interior para mejorar la calidad del aire interior [14].

4.2 Acuaponía

El sistema hidropónico se ve impulsado por otro sistema llamado acuaponía, que combina plantas y peces en un mismo ecosistema. Los desechos ricos en nutrientes producidos por los peces cultivados en interiores sirven como fuente de alimento para las plantas presentes en la granja vertical. Por otro lado, la planta filtra y purifica las aguas residuales, que luego se reciclan en los acuarios [12].

Esta combinación de sistemas es más económica y sencilla, ya que no es necesario comprar nutrientes minerales y las plantas crecen de forma totalmente orgánica. Además, no se requieren gastos adicionales para limpiar los acuarios ni se evita el uso de pesticidas que dañen a los peces. Por lo tanto, la acuaponía no solo es rentable, sino que también permite reducir las enfermedades en los sistemas y crear una tecnología de agricultura urbana muy adecuada. El científico canadiense Savidov explicó que, posiblemente, los componentes orgánicos del sistema hacen que los oligoelementos estén fácilmente disponibles para la planta para un crecimiento adecuado y, por lo tanto, la recirculación del sistema acuapónico disminuye las enfermedades radiculares en el cultivo y aumenta el rendimiento del cultivo en comparación con la hidroponía convencional. Además, las frutas y verduras cultivadas en sistemas acuapónicos califican fácilmente para la certificación de producto orgánico, ya que no se utilizan pesticidas ni fertilizantes. Algunos científicos planean construir granjas verticales en rascacielos, lo que han creado el nombre de "sky farming". Dichos edificios también pueden incorporar acuaponía para garantizar una buena fuente de pescado fresco [14].

4.3 Aeroponía

Esta innovadora técnica de cultivo en interiores fue desarrollada inicialmente por la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA). En la década de 1990, la NASA comenzó a buscar formas eficientes de cultivar plantas en el espacio y acuñó el término "aeroponía". Los sistemas aeropónicos aún se encuentran en una fase de crecimiento en el mundo de la agricultura vertical, pero su interés está ganando terreno gradualmente. Se trata de un sistema eficiente de cultivo de plantas en granjas verticales, que utiliza hasta un 90 % menos de agua que otros sistemas hidropónicos eficientes. Las plantas cultivadas en estos sistemas aeropónicos absorben más minerales y vitaminas, lo que las hace más sanas y nutritivas [12].

En climas tropicales cálidos y húmedos, es difícil cultivar hortalizas de clima templado como la lechuga. Geoff Wilson, periodista agrícola y representante australiano de un grupo de 16 organizaciones nacionales para un proyecto internacional de Techos Verdes.

La organización ha informado en un artículo que un nuevo sistema aeropónico originado en Singapur puede ofrecer una solución a esta dificultad. El método aeropónico tradicional consistía en rociar una mezcla fría de nutrientes sobre las raíces de las plantas, lo que reducía la temperatura y provocaba marchitamiento y, finalmente, la muerte de la planta. Sin embargo, este tipo de enfriamiento es costoso, incluso para ciudades ricas como Singapur. Para superar esta limitación, en 2004, Gregory Chow, profesor de la Politécnica Ngee Ann de Singapur, inventó la aeroponía, una forma mucho más económica de mantener bajas temperaturas en la zona radicular para una aeroponía comercialmente exitosa. Este sistema arrojó resultados positivos. Los investigadores afirmaron que los nutrientes infundidos con oxígeno "energizaron" todo el sistema radicular y mejoraron la biomasa superior de la planta. La aeroponía utiliza el método de enfriamiento por efecto Venturi en una operación neumática que reduce la temperatura de la mezcla de nutrientes y suministra aire a partir del oxígeno disuelto. En Singapur, este método se utiliza para producir verduras valiosas como lechuga mantecosa, lechuga Batavia y lechuga romana con fines comerciales [14].

4.4 Los sistemas de cultivo vertical se pueden clasificar además en función de la estructura que alberga el sistema.

4.4.1 Granjas verticales basadas en edificios

Estos son los tipos de granjas verticales que se construyen en edificios abandonados de zonas urbanas. Por ejemplo, la granja vertical "The Plant" de Chicago se construyó en una antigua planta empacadora de carne de cerdo. También se construyen granjas verticales en edificios nuevos. Una nueva granja vertical de varios pisos se construyó en un estacionamiento existente en el centro de Jackson Hole, Wyoming. Aquí, se cultivan hortalizas durante todo el año en el invernadero hidropónico de 13,500 pies cuadrados para su venta a restaurantes, supermercados locales y también directamente a los consumidores [12].

4.4.2 Granjas verticales de contenedores de envío

Este tipo de granjas verticales se está popularizando cada día. Utilizan contenedores de 12 metros que transportan mercancías por todo el mundo y albergan granjas verticales con luces LED, sistemas de riego por goteo y estanterías apiladas verticalmente para cultivar diversas plantas. Incluyen sistemas de gestión del crecimiento controlados por computadora que permiten a los usuarios examinar todos los sistemas desde un teléfono inteligente o una computadora. Las tres empresas líderes en la producción de granjas verticales en contenedores son Freight Farms, CropBox y Growtainers [12].

5. Ventajas de la agricultura vertical

Despommier mencionó una serie de ventajas ambientales y sociales en su libro "La granja vertical: alimentando al mundo en el siglo XXI". Estas ventajas se resumen a continuación [15]:

La agricultura vertical garantiza la producción de hortalizas durante todo el año en países no tropicales y es superior a la agricultura convencional. Despommier afirmó que una hectárea de agricultura vertical puede producir productos casi equivalentes a los de 30 hectáreas de tierra cultivable convencional, considerando el número de cultivos producidos cada temporada.

La agricultura vertical implica la reducción o el abandono del uso de herbicidas y pesticidas. En algunos casos, se utilizan mariquitas y otros controles biológicos cuando es necesario.

- Como los cultivos en una granja vertical se cultivan en un entorno controlado, están a salvo de condiciones climáticas extremas, como sequías, granizo e inundaciones.
- Las técnicas de cultivo hidropónico ayudan a la conservación del agua al utilizar aproximadamente un 70% menos que la agricultura normal.

La agricultura de interior reduce o elimina el uso de tractores y otros equipos agrícolas de gran tamaño que se utilizan habitualmente en las explotaciones al aire libre, lo que reduce la quema de combustibles fósiles. Según Despommier, la agricultura vertical a gran escala podría resultar en una reducción significativa de la contaminación atmosférica y del CO₂.emisiones.

La agricultura vertical es respetuosa con el medio ambiente. Algunos riesgos que se pueden evitar son los accidentes al operar maquinaria pesada y la exposición a productos químicos nocivos.

6. Desventajas de la agricultura vertical

Además de sus numerosas ventajas, la agricultura vertical descrita por los científicos ha recibido numerosas críticas. Afirmen que presenta diversos problemas. Los desafíos de la agricultura vertical pueden resumirse de la siguiente manera [13]:

- Los costos iniciales son elevados para comprar terrenos en los distritos comerciales centrales.
- El número de cultivos cultivados es a veces menor que en la agricultura rural.
- Los volúmenes de producción tampoco son tan grandes como los de la agricultura convencional y ampliar la escala puede añadir costos y complejidad.
- La obtención de capital de inversión y la formación de una fuerza laboral calificada también son desafíos en la agricultura vertical.

7. Implementación mundial de la agricultura urbana/agricultura vertical

Científicos exploraron las motivaciones para la jardinería urbana en Alemania mediante la revisión de 657 sitios web de proyectos de jardinería urbana y caracterizaron los tipos de jardineros, los métodos de cultivo y el comportamiento del consumidor. El estudio también destacó el "sistema de huerto inteligente terrabiopónico", donde las plantas crecen en suelo natural y en una solución nutritiva orgánica, lo que podría facilitar la transición social hacia la bioeconomía [16]. Asimismo, científicos del Reino Unido informaron que el sistema de cultivo vertical ha aumentado el rendimiento de lechuga por unidad de superficie en comparación con la hidroponía horizontal tradicional [17]. Las actividades agrícolas y de producción de alimentos en las ciudades de México pueden contribuir a la reducción de la huella de carbono mediante la creación de un entorno verde y un mejor uso del suelo [18].

Caso práctico 1: AeroFarms, la granja vertical interior más grande del mundo, se encuentra en Newark, Nueva Jersey, y cultiva más de 900.000 kilos de verduras al año sin luz solar, tierra ni pesticidas. En lugar de usar grandes cantidades de agua para el cultivo, el sistema AeroFarms rocía las plantas con una niebla rica en nutrientes. Las semillas se siembran, germinan y se cultivan en láminas de tela reutilizables, extendiéndose sobre bandejas apiladas verticalmente. Se utilizan luces LED en lugar de luz solar, y la exposición se controla según la madurez de la planta [12].

Estudio de caso 2: Rob Laing fundó Farm.One en el año 2016 con el objetivo de cultivar productos raros y difíciles de encontrar para los chefs y restaurantes en el medio Ciudad de Nueva York. La primera granja se instaló en el Instituto de Educación Culinaria (ICE) en el centro de Manhattan, y la segunda se encuentra en Tribeca. Utiliza hidroponía y luces LED y su objetivo es cultivar productos exóticos cada año. La empresa suministra hierbas aromáticas, flores comestibles y microvegetales a algunos de los mejores chefs de Nueva York [19].

Estudio de caso 3: Una de las primeras granjas verticales comerciales del mundo, llamada Sky Greens, se construyó en Singapur. Esta granja vertical produce una tonelada de verduras cada dos días. Se cultivan grandes variedades de verduras tropicales como col china, espinaca, lechuga, xia bai cai, bayam, kang kong, cai xin, gai lan y nai bai. Sky Greens utiliza un sistema hidráulico llamado "A Go-Gro", que consiste en torres hidráulicas en forma de A de 6 m de altura impulsadas por agua. Cada torre contiene de 22 a 26 niveles de canales de cultivo y gira alrededor del marco de aluminio a una velocidad de 1 mm/s para una radiación solar constante, un flujo de aire adecuado y riego para todos los comestibles que crecen en la torre. El sistema de rotación es impulsado por un sistema único de poleas hidráulicas asistido por gravedad que utiliza solo 1 L de agua por ciclo de 16 horas, que se recoge en un depósito alimentado con agua de lluvia. El agua utilizada para alimentar los marcos se recicla y filtra antes de regresar a las plantas. Los residuos orgánicos producidos en la finca son compostados y reutilizados [19].

8. Concepto de agricultura urbana/agricultura vertical en la India

India es uno de los mayores productores de frutas, verduras y muchos otros productos agrícolas. Recientemente, se ha introducido la agricultura vertical en India. Expertos del Consejo Indio de Investigación Agrícola (ICAR) están trabajando en el concepto de "agricultura vertical", que podría implementarse en áreas metropolitanas como Nueva Delhi, Bombay, Calcuta y Chennai [20].

8.1 Situación actual de la agricultura urbana/agricultura vertical en la India

Los científicos de Bidhan Chandra Krishi Viswavidyalaya en Nadia, Bengala Occidental, tuvieron éxito inicial en el cultivo hidropónico de berenjena y tomate a pequeña escala. Punjab también ha logrado producir tubérculos de patata mediante agricultura vertical [20].

En ciudades como Cuttack y Nagpur, los habitantes de barrios marginales practicaban la agricultura orgánica en terrazas y parcelas, y vendían el excedente en los mercados locales. En Delhi, en las fértiles orillas del río Yamuna, se practica la agricultura extensiva a pesar de que los agricultores no tienen autorización legal para hacerlo. En Hyderabad, los agricultores que viven a orillas del río Musi utilizan el agua del río para la agricultura urbana y aportan arroz y verduras al mercado [21].

En las zonas urbanas de Tripura, para ayudar a los jóvenes a generar ingresos, se desarrolló un prototipo de "sistema de cultivo vertical". La estructura tenía una superficie aproximada de 630 pies cuadrados (59 m²), con dos plantas y dos galerías. La planta baja contenía dos jaulas (50 pies cuadrados cada una) en ambas esquinas, con capacidad para 100 pollitas ponedoras. El espacio central (140 pies cuadrados) albergaba 200 pollitas de engorde/ponedoras por lote. En la planta baja (140 pies cuadrados) se criaban ocho cabras. También se criaban 12 conejos en jaulas colgantes (4 pies cuadrados cada una). Se disponía de un sistema de drenaje adecuado para la recogida de residuos, con un depósito donde se descomponían y se utilizaban para el abono de las macetas. Tres *Azolla* se construyeron tanques sobre las jaulas de los conejos, que constituían la fuente de nutrientes tanto para las cabras como para las aves. Se colocaron diez bancos (de 30 cm cada uno) a ambos lados de la estructura, que contenían 160 macetas para el cultivo de forraje, verduras y especias. También se instaló un tanque de agua de 400 L de capacidad en la parte superior de la estructura para almacenar agua para los animales y las aves de corral, y para el riego de cada maceta mediante un sistema de riego por goteo [22].

Ideafarms es una empresa india de diseño tecnológico que produce productos para granjas verticales. Sus productos son orgánicos y de alta calidad, y su oferta es enorme. Greenopia, una empresa emergente con sede en Bengaluru, vende kits con macetas con riego automático, tierra enriquecida y semillas de mejor calidad. U-Farm Technologies, una empresa emergente con sede en Bombay, utiliza la técnica de jardinería hidropónica para construir una granja vertical para un apartamento o un supermercado [20].

La agricultura vertical es sin duda una solución a problemas críticos de la agricultura india, como la escasez de productos agrícolas, el uso excesivo de pesticidas y fertilizantes, e incluso el desempleo. Sin embargo, existen algunos desafíos: el elevado coste inicial de la infraestructura para implementar la agricultura vertical en India es elevado. La agricultura vertical en India debe afrontar otros desafíos, como la concienciación pública, el conocimiento técnico y el alto coste de la gestión y el mantenimiento de los sistemas agrícolas verticales [20].

9. Conclusión

La agricultura urbana, tanto vertical como en espacios abiertos, puede ser una vía favorable para garantizar la seguridad alimentaria en la India y en el mundo en el futuro. Si bien países como Europa, Estados Unidos y Singapur ya han implementado la agricultura vertical y están desarrollando grandes proyectos para el futuro, India aún tiene un largo camino por recorrer, ya que se limita a unos pocos proyectos que buscan el interés propio. El apoyo institucional, la concienciación sobre los beneficios de la agricultura urbana y el apoyo financiero y tecnológico del gobierno solo pueden atraer a los habitantes de las ciudades y ayudarlos a impulsar el concepto de agricultura urbana en India. El crecimiento progresivo de la agricultura urbana puede actuar como una herramienta de regeneración urbana para las ciudades, al proporcionar interacción social, aumentar las oportunidades de empleo y los beneficios ambientales en las áreas urbanas de todo el mundo. Por lo tanto, para combatir los desafíos asociados con el rápido crecimiento de la población, el tema de la "agricultura urbana" está siendo monitoreado de cerca por científicos, urbanistas y la comunidad agrícola sostenible para un futuro mejor.

Datos del autor

Anwasha Chatterjee¹, Sanjit Debnath² y Harshata Pal^{1*}

¹ Instituto Amity de Biotecnología, Universidad Amity, Calcuta, Bengala Occidental, India

² Bidhan Chandra Krishi Viswavidyalaya, Nadia, Bengala Occidental, India

* Dirija toda la correspondencia a: hpal@kol.amity.edu

IntechOpen

© 2020 El/Los Autor(es). Licenciario IntechOpen. Este capítulo se distribuye bajo los términos de la Licencia Creative Commons de Atribución (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>), que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.



Referencias

- [1] Smit J, Nasr J, Ratta A. Agricultura urbana: Alimentos, empleos y ciudades sostenibles. Agricultura urbana ayer y hoy. 2001. Capítulo 2.
- [2] Zeeuw HD. Ciudades, cambio climático y agricultura urbana. Revista Agricultura Urbana, número 25. Septiembre 2011;**25**:39-42
- [3] Fondo de Población de las Naciones Unidas. Estado de la población mundial 2007: Liberando el potencial del crecimiento urbano. 2007
- [4] Naciones Unidas. Población mundial hasta 2300. 2004
- [5] Specht K, Rosemarie S, Hartmann I, Freisinger UB, Sawicka M, Werner A, et al. Agricultura urbana del futuro: una visión general de la sostenibilidad Aspectos de la producción de alimentos en y sobre edificios. Agricultura y Valores Humanos. 2014;**31**:33-51. DOI: 10.1007/s10460-013-9448-4
- [6] Zeeuw HD, Veenhuizen RV, Dubbeling M. El papel de la agricultura urbana en la construcción de ciudades resilientes en los países en desarrollo. Revista de Ciencias Agrícolas. 2011;**149**:153-163. DOI: 10.1017/S0021859610001279
- [7] Dubbeling M, Campbell MC, Hoekstra F, René van V. Construyendo ciudades resilientes. Revista Agricultura Urbana; junio de 2009;**22**
- [8] Heinberg R, Bomford M. La transición alimentaria y agrícola: Hacia un sistema alimentario poscarbono. Instituto Poscarbono, primavera de 2009
- [9] Buechler S, Mekala GD, Keraita B. Uso de aguas residuales para la agricultura urbana y periurbana. Ciudades que cultivan para el futuro: Agricultura urbana para ciudades verdes y productivas. Países Bajos, Canadá, Filipinas: Fundación RUAFA, IDRC, IIRR; 2006
- [10] Bohn K, Viljoen A. La ciudad comestible: Visualizando la continuidad productiva Paisaje urbano (CPUL). El concepto de ciudad de la CPUL. Field: Revista de Arquitectura. 2011;**4**(1):149-161
- [11] Dubbeling M. Integrando la agricultura urbana en el paisaje urbano. Revista de Agricultura Urbana. Septiembre de 2011;**25**
- [12] Birkby J. Agricultura vertical; 2016. págs. 1-12
- [13] Benke K, Tomkins B. Sistemas futuros de producción de alimentos: Agricultura vertical y agricultura en ambiente controlado. Sostenibilidad: Ciencia, Práctica y Política. 2017;**13**(1):13-26. DOI: 10.1080/15487733.2017.1394054
- [14] Schnitzler WH. Hidroponía urbana para ciudades verdes y limpias y para la seguridad alimentaria. Acta Hort, ISHS 2013. 2013;**2050**:13-26
- [15] Despommier D. La granja vertical: La agricultura en ambiente controlado realizada en edificios altos generaría mayor seguridad alimentaria y seguridad para grandes poblaciones urbanas. Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. 2011;**6**:233-236. DOI: 10.1007/s00003-010-0654-3
- [16] Winkler B, Maier A, Lewandowski I. Jardinería urbana en Alemania: Cultivando un estilo de vida sostenible para la transición social hacia una bioeconomía. 2019;**11**:801. DOI: 10.3390/su11030801
- [17] Toulaiatos D, Dodd IC, Mcainsh M. El cultivo vertical aumenta el rendimiento de lechuga por unidad de superficie en comparación con la hidroponía horizontal convencional. Asociación de Biólogos Aplicados; junio de 2016. DOI: 10.1002/fes3.83
- [18] Anda JD, Shear H. Potencial de la agricultura hidropónica vertical en México. Sustentabilidad. 2017;**9**:140. DOI: 10.3390/su9010140

[19] Loman LJ. Agricultura vertical: ¿Puede transformar el panorama mundial de la producción alimentaria? Proyecto Internacional Nuffield n.º 1601. 2018

[20] Sonawane MS. Estado de la agricultura vertical en India. *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología Aplicadas*. 2018;**9**(4):122-125. DOI: 10.15515/iaast.0976-4828.9.4.122125

[21] Ali F, Srivastava C. Urbanismo futurista: una visión general de la agricultura vertical y la agricultura urbana para las ciudades futuras en la India. *Revista Internacional de Investigación Avanzada en Ciencia, Ingeniería y Tecnología*. 2017;**4**(4):3767-3775

[22] Singh AK, Das D. Sistema de cultivo vertical integrado: una forma innovadora de utilización eficiente de tierras pequeñas y recursos agrícolas en zonas urbanas. *Agricultura india*. 2018;**68**(06):23-24