



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACION

Componente practico del examen de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como
requisito previo para obtener el título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

TEMA:

Agricultura vertical para aumentar la producción de alimentos en
áreas urbanas.

INGENIERA AGROPECUARIA

AUTORA:

Damari Suguey Castro Canales

TUTORA:

Ing. Agr. Emma Lombeida García, Ph.D.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2023

RESUMEN

En el presente documento se trató sobre Agricultura vertical para aumentar la producción de alimentos en áreas urbanas. Estos cultivos en particular se cultivan en diferentes partes del Ecuador porque presenta irregularidades que impactan negativamente en su desarrollo, La combinación de estos elementos fomenta la adopción de técnicas agrícolas sostenibles y repercute positivamente en las poblaciones urbanas. El objetivo principal de este enfoque agrícola es Determinar la importancia de la agricultura vertical en el aumento de producción de alimentos en áreas urbanas. Se desarrolló un enfoque cualitativo y descriptivo para la metodología, y se recopiló información de fuentes actualizadas para la creación de este informe. Sitios web, revistas, documentos científicos, recursos de bibliotecas en línea y cualquier material de referencia relevante para avanzar en este estudio. La agricultura Vertical ayuda, a controlar mejor el entorno de cultivo, se reduce la necesidad de pesticidas y fertilizantes, lo que ayuda a disminuir el impacto ambiental. Se llegó a la conclusión de que la Agricultura Vertical en zonas urbanas utiliza diversas técnicas para cultivar alimentos de manera eficiente en espacios limitados. Algunas de las técnicas más comunes incluyen lo que son estantes apilables, torres de cultivo, paredes verdes y sistemas hidropónicos, se recomienda Fomentar la innovación y la investigación en tecnologías agrícolas avanzadas, lo que puede tener aplicaciones más amplias en la agricultura vertical, mejorando la eficiencia de los recursos naturales del país.

Palabras claves. Agricultura Vertical, Zonas Urbanas, Productividad, Calidad.

SUMMARY

This document discussed Vertical Agriculture to increase food production in urban areas. These particular crops are grown in different parts of Ecuador because they present irregularities that negatively impact their development. The combination of these elements encourages the adoption of sustainable agricultural techniques and has a positive impact on urban populations. The main objective of this agricultural approach is to determine the importance of vertical farming in increasing food production in urban areas. A qualitative and descriptive approach to the methodology was developed, and information was collected from up-to-date sources for the creation of this report. Websites, journals, scientific papers, online library resources, and any relevant reference materials to advance this study. Vertical farming helps to better control the growing environment, reducing the need for pesticides and fertilizers, which helps reduce the environmental impact. It was concluded that Vertical Farming in urban areas uses various techniques to grow food efficiently in limited spaces. Some of the most common techniques include stackable shelves, growing towers, green walls and hydroponic systems, it is recommended to encourage innovation and research in advanced agricultural technologies, which can have broader applications in vertical farming, improving the efficiency of the country's natural resources.

Keywords: Agriculture Vertical, Zones Urban, Productivity, Quality.

Tabla de Contenidos.

RESUMEN.....	II
SUMMARY	III
1.CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.2. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN	3
1.4. OBJETIVOS.....	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	4
2.DESARROLLO	5
2.1 MARCO CONCEPTUAL	5
2.1.1 Origen de la agricultura vertical	5
2.1.2. Generalidades de la agricultura vertical	6
2.1.3. Impacto en la agricultura vertical	8
2.1.4. Técnicas de agricultura vertical	8
2.1.4.1. Torres de cultivo	8
2.1.4.2. Estanterías de cultivo	9
2.1.4.3. Paredes de cultivo	10
2.1.4.3. Sistemas de estanterías con luces LED	11
2.1.4.4. Invernaderos verticales	11
2.1.4.5. Cultivo en apilamiento.....	12
2.1.4.6. VertiCrop	13
2.1.4.7. Cultivo en rascacielos agrícolas	13
2.1.4.8. Jardines colgantes	14
2.1.4.9. Hidroponía.....	15
2.1.4.10. La Aeroponía	15
2.1.4.11. Acuaponía.....	16
2.1.5. Beneficios de la agricultura vertical en las zonas urbanas.....	17
2.1.6. Desventajas de la agricultura vertical.....	18
2.1.6.1. Altos costos de implementación.....	18
2.1.6.2. Dependencia de la energía	18
2.1.7. Ventajas en la Agricultura Vertical	19
2.1.8. Mercado y producción de la agricultura vertical a nivel mundial	19

2.1.9. Principales cultivos en los sistemas de agricultura vertical	22
2.1.9.1. Hortalizas cultivadas en la agricultura vertical	23
Fuente:(Álvaro 2020).	23
2.2. MARCO METODOLOGÍCO	23
2.3. RESULTADOS	23
2.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	25
3.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	26
3.1. Conclusiones	26
3.2. Recomendaciones	27
4.REFERENCIAS Y ANEXOS	27
4.1. Referencias bibliográficas.....	27
4.2. Anexos	32

Tabla de Figuras

Figura 1. Cultivo de agricultura vertical.....	8
Figura 2 Cultivos en torres	9
Figura 3. Cultivo en estanterías.....	10
Figura 4. Cultivos en paredes.....	10
Figura 5. Cultivos con luces LED	11
Figura 6. Cultivos verticales	12
Figura 7. Cultivos en apilamiento.....	12
Figura 8. Sistemas VertiCrop	13
Figura 9. Cultivo en rascacielos.....	14
Figura 10. Sistemas colgantes	14
Figura 11. Cultivos de Hidroponía	15
Figura 12. Cultivo de Aeropónica	16
Figura 13. Cultivos en Acuaponía.....	16

1.CONTEXTUALIZACIÓN

1.2. INTRODUCCIÓN

La agricultura vertical en áreas urbanas puede desempeñar un papel crucial en el fortalecimiento de la seguridad alimentaria local. Al producir una mayor cantidad de alimentos en el mismo espacio, se reduce la necesidad de importaciones de alimentos de regiones distantes. Esto ayuda a diversificar la fuente de alimentos y reduce la vulnerabilidad a las fluctuaciones en el mercado global de alimentos, proporcionando una base más sólida para el suministro de alimentos dentro de la ciudad y sus alrededores.

La agricultura vertical se refiere a diversas técnicas de cultivo que se llevan a cabo en invernaderos u otros espacios reducidos, donde las plantas se disponen en capas verticales para maximizar el espacio y permitir la producción de cultivos en diferentes épocas del año. El propósito de este método agrícola es mejorar la eficiencia del cultivo mediante procesos de producción más efectivos, optimizando el área de siembra y aumentando el rendimiento de la cosecha final. Además, garantiza condiciones óptimas para los productos al tener un mayor control sobre las etapas de desarrollo de las plantas, este tipo de cultivos en ambientes controlados es ideal para prácticas hortícolas a pequeña escala en espacios domésticos, pero también puede aplicarse en producciones a mayor escala que buscan mejorar la productividad y asegurar la calidad de sus productos (AGROPINOS 2022).

La adopción de técnicas de agricultura vertical busca mejorar la eficiencia en el uso de recursos naturales como agua y tierra. Estos sistemas de cultivo permiten un uso más controlado del agua y reducen la necesidad de terrenos extensos, lo que puede ayudar a proteger ecosistemas valiosos y áreas verdes urbanas. Además, al reducir la necesidad de transporte y almacenamiento de alimentos a larga distancia, se disminuye la huella de carbono asociada con el suministro de alimentos, contribuyendo a la mitigación del cambio climático y promoviendo prácticas más sostenibles en la producción de alimentos (Proxima 2019).

La agricultura vertical está protegida de las inclemencias del clima y no están sujetos a las estaciones, lo que permite producir alimentos durante todo el año. Esta continuidad en la producción puede ayudar a abastecer de alimentos frescos y locales a las poblaciones urbanas de manera constante, independientemente de las condiciones climáticas externas. Al cultivar alimentos dentro de la ciudad, se reduce la necesidad de importar productos agrícolas de regiones distantes. Esto contribuye a fortalecer la seguridad alimentaria local y disminuye la vulnerabilidad a las interrupciones en el suministro de alimentos, ya sea por factores climáticos, conflictos o problemas logísticos (Flores 2018).

La agricultura vertical utiliza tecnologías como la hidroponía y la aeroponía, que requieren menos agua en comparación con los métodos de riego tradicionales. Además, al controlar mejor el entorno de cultivo, se reduce la necesidad de pesticidas y fertilizantes, lo que ayuda a disminuir el impacto ambiental. Estos sistemas de producción son soluciones innovadoras que permiten aumentar la producción de alimentos en áreas urbanas de manera sostenible, contribuyendo así a abordar los desafíos de la seguridad alimentaria, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico en las ciudades (Sarah 2021).

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los desafíos que presentan los sistemas de agricultura vertical es tener restricciones de espacio, lo que puede dificultar la implementación de sistemas de agricultura vertical. La falta de espacio también puede limitar la diversificación de cultivos y reducir la cantidad total de alimentos producidos. También dificulta por los costos que implica al inicio de la implantación y mantener una infraestructura de agricultura vertical puede ser costoso debido a la necesidad de tecnologías especializadas como luces LED, sistemas de riego automatizados y control ambiental. Los altos costos pueden dificultar la viabilidad económica para algunos productores.

La agricultura vertical y en invernaderos requieren habilidades y conocimientos técnicos especializados para operar y mantener adecuadamente los sistemas. La falta de experiencia en este tipo de agricultura puede llevar a

problemas de producción y rendimiento. A pesar de estos desafíos, la agricultura vertical y en invernaderos sigue siendo una valiosa herramienta para aumentar la producción de alimentos en áreas urbanas, especialmente cuando se combinan con prácticas agrícolas sostenibles, tecnologías más eficientes y políticas que fomenten la producción local de alimentos. Con el tiempo, la tecnología y las mejores prácticas pueden abordar algunos de estos problemas y permitir que la agricultura urbana sea una parte más integral de la seguridad alimentaria en las ciudades.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La agricultura vertical ofrece varias razones sólidas para aumentar la producción de alimentos en áreas urbanas. En muchas áreas urbanas, el espacio para la agricultura tradicional es limitado o inexistente debido al desarrollo urbano y la expansión de infraestructuras. La agricultura vertical permite aprovechar espacios reducidos, como edificios abandonados, almacenes o incluso sótanos, para cultivar alimentos de manera eficiente, permitiendo un mayor rendimiento por metro cuadrado en comparación con la agricultura horizontal tradicional, lo que puede aumentar significativamente la producción de alimentos en áreas urbanas con limitaciones de espacio.

Este tipo de sistemas, como los invernaderos y las granjas verticales, pueden controlar las condiciones ambientales, como la luz, la temperatura y la humedad, para crear un ambiente óptimo para el crecimiento de las plantas. Esto permite cultivar alimentos durante todo el año, sin depender de las estaciones o condiciones climáticas externas, lo que aumenta la productividad y la disponibilidad de alimentos frescos en áreas urbanas durante todo el año. Al utilizar técnicas de cultivo hidropónico, aeropónico o acuapónico, que requieren menos agua y eliminan la necesidad de pesticidas y herbicidas en comparación con los métodos de cultivo tradicionales. Esto ayuda a reducir la contaminación del suelo y del agua, así como a minimizar la emisión de gases de efecto invernadero, lo que contribuye a una menor huella ambiental.

También sensores, automatización y análisis de datos para optimizar el crecimiento de las plantas y mejorar la eficiencia del proceso. Esto a su vez estimula el desarrollo y la adopción de nuevas tecnologías agrícolas que pueden ser

aplicables también a otros sectores. En la actualidad la agricultura vertical ofrece una solución prometedora para aumentar la producción de alimentos en áreas urbanas de manera sostenible y eficiente, abordando desafíos como la escasez de tierras, la seguridad alimentaria y la protección del medio ambiente. Estos enfoques pueden complementar la agricultura tradicional y contribuir a un sistema alimentario y adaptado a las necesidades cambiantes de las poblaciones urbanas.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

- Determinar la importancia de la agricultura vertical en el aumento de producción de alimentos en áreas urbanas.

1.4.2. Objetivos específicos

- Caracterizar las técnicas más utilizadas de la agricultura vertical en zonas urbanas
- Describir la importancia de la agricultura vertical en zonas urbanas.

1.5. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Dominio: Recursos Agropecuarios, ambiente, biodiversidad y Biotecnología

Líneas: Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable.

Biotecnología vegetal y animal

Sublíneas: Agricultura sostenible y sustentable

2.DESARROLLO

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 Origen de la agricultura vertical

Durante mucho tiempo, los pueblos indígenas de América del Sur han empleado técnicas de cultivo en capas verticales para la producción de alimentos, y en Asia Oriental, las terrazas de arroz siguen un enfoque similar. El término "agricultura vertical" fue acuñado por Gilbert Ellis Bailey, un estadounidense que fue profesor de geología en la Universidad del Sur de California, y publicó el primer libro sobre el tema, titulado "Vertical farming", en 1915 (Bailey 1915). Desde entonces, arquitectos y científicos han explorado esta idea, especialmente a finales del siglo XX, debido al crecimiento constante de la población y la creciente presión sobre los recursos para la producción de alimentos (Despommier 2020).

La agricultura vertical surgió como una solución a la necesidad de las ciudades de establecer cultivos para asegurar la autosuficiencia alimentaria. Su origen se remonta al siglo XIX, específicamente en Alemania durante la revolución industrial. En ese momento, surgió la preocupación por mejorar las condiciones ambientales para los niños, y se propuso utilizar terrenos urbanos para desarrollar huertos que inicialmente serían operados por los propios niños. Sin embargo, pronto se percataron de que el trabajo en estos huertos era demasiado pesado para los niños y podría considerarse como un trato injusto hacia ellos, lo que llevó a modificar el enfoque original. Como resultado, la responsabilidad de gestionar los huertos se transfirió finalmente a las familias (FAO 2016).

Básicamente, la agricultura vertical implica cultivar plantas en capas apiladas en posición vertical. Esta técnica agrícola tiene como objetivo maximizar el uso del espacio de cultivo al aumentar la superficie disponible en el suelo, lo que permite generar más plantas en un espacio reducido. Además, puede adaptarse a diferentes métodos de horticultura existentes, como la hidroponía a pequeña escala o la agricultura en ambientes controlados a gran escala. Asimismo, presenta el

potencial de generar cosechas durante todo el año en prácticamente cualquier ubicación, siempre y cuando se combinen las técnicas apropiadas (Wallace 2023).

Dr. Gilbert Ellis Bailey, desarrollo un método de cultivo hidropónico en estratos con el propósito de mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la producción alimentaria. Este enfoque, conocido como agricultura vertical o cultivo en torres, tuvo como objetivo resolver el problema de la falta de tierras cultivables y el incremento de la demanda de alimentos. Bailey introdujo la noción de cultivar plantas en niveles apilados, permitiendo que las raíces se sumergieran en una solución nutritiva sin requerir suelo. Esto resultó en un uso más efectivo del espacio, optimización del agua y nutrientes, y una solución innovadora para aumentar la producción agrícola de manera sostenible (Wallace 2023).

2.1.2. Generalidades de la agricultura vertical

Según Lidia (2018), la técnica de la agricultura vertical posibilita el cultivo de plantas en diversos niveles, optimizando la utilización del espacio que se dispone. Resulta especialmente provechoso en zonas urbanas o en lugares con restricciones de terreno, ya que se puede aprovechar la altura de las edificaciones para incrementar la producción de alimentos por cada unidad de superficie, la agricultura vertical tiene una gran importancia en términos de seguridad alimentaria, uso eficiente de recursos, sostenibilidad y la capacidad de proporcionar alimentos frescos en entornos urbanos y áreas con limitaciones de tierra. Sin embargo, su adopción y éxito a gran escala dependerán de la superación de desafíos tecnológicos, económicos y regulatorios.

La agricultura vertical tiene la capacidad de incrementar la producción en un rango del 40% al 100% en comparación con los métodos convencionales. ha surgido como una perspectiva altamente prometedora en la esfera agrícola debido a su habilidad para optimizar de manera más efectiva el uso del espacio y los recursos limitados disponibles. Este método agrícola implica el cultivo de plantas en estructuras apiladas, como torres o estantes, dentro de ambientes controlados como invernaderos o instalaciones hidropónicas (Agricultura 2016).

Uno de los beneficios primordiales de este enfoque radica en su capacidad para incrementar de manera significativa la producción de alimentos por unidad de superficie cultivada, lo cual resulta especialmente pertinente en zonas urbanas densamente pobladas donde la disponibilidad de terreno es limitada. También brindar una mayor protección frente a condiciones climáticas adversas y plagas, al mismo tiempo que disminuye la necesidad de utilizar pesticidas y herbicidas (Agricultura 2016).

Antes de plantar en el jardín familiar, es crucial erradicar las hierbas no deseadas. Además, resulta indispensable efectuar la limpieza de estas de manera regular para garantizar un crecimiento sin obstáculos de los cultivos, evitando que compitan por recursos como el agua, la luz solar y el suelo. Muchas plantas requieren riego, sobre todo cuando se encuentran en la estación seca. En momentos de escasez de agua, es posible recurrir al uso de aguas residuales o la recolección de agua de lluvia, Si determinadas plagas o enfermedades dañan las plantas, se pueden emplear técnicas tradicionales asequibles y sencillas para gestionar estos problemas. Por ejemplo, es posible pulverizar una combinación de agua, ajo y cebolla sobre las hojas, tallos y frutas, o aplicarla al suelo alrededor de las plantas afectadas (Hidroponía 2017).

Al producir alimentos inmediatamente cercanos a los consumidores, es posible obtener productos frescos y de excelente calidad con un menor gasto de energía en su distribución. Este enfoque podría llevar a una mayor frescura y disponibilidad de artículos locales, lo que a su vez puede fortalecer la seguridad alimentaria y estimular la economía de la región. Además, dado que la agricultura vertical a menudo emplea sistemas hidropónicos o aeropónicos, los cuales requieren menos agua en comparación con los métodos tradicionales de cultivo, también podría presentar una solución prometedora para abordar los desafíos relacionados con la escasez de agua en algunas zonas (Lidia 2018).



Figura 1. Cultivo de agricultura vertical

Fuente: (Wallace 2023).

2.1.3. Impacto en la agricultura vertical

- Aprovechamiento del espacio. La agricultura vertical permite el cultivo de plantas en entornos urbanos, donde el espacio agrícola es escaso.
- Eficiencia en el uso de recursos. Al utilizar técnicas como la hidroponía o la aeroponía, la agricultura vertical puede ser más eficiente en el uso de recursos hídricos en comparación con la agricultura en campo abierto.
- Producción local de alimentos. La agricultura vertical puede acercar la producción de alimentos a las áreas urbanas densamente pobladas
- Menor dependencia de pesticidas y herbicidas. Al estar en un ambiente controlado
- Estacionalidad reducida. Con la agricultura vertical, es posible controlar mejor las condiciones ambientales, como la temperatura y la luz, lo que permite cultivar productos fuera de su temporada normal.
- Mayor seguridad alimentaria. Al producir alimentos localmente, la agricultura vertical puede ayudar a mejorar la seguridad alimentaria
- Rehabilitación de zonas urbanas desatendidas (Peñuela 2012).

2.1.4. Técnicas de agricultura vertical

2.1.4.1. Torres de cultivo

En este enfoque, las plantas se cultivan en torres o estantes apilados verticalmente. Cada nivel puede tener sistemas de iluminación, riego y nutrientes independientes. Este diseño ahorra espacio y permite un control preciso del

ambiente de crecimiento. Podemos emplearlas de diversas formas y en distintos entornos, ya sea en interiores o exteriores. Tenemos la capacidad de transformar superficies como muros, cercas, garajes y edificaciones en, paredes verdes y áreas verdes, huertos verticales donde cultivaremos alimentos mientras creamos un entorno atractivo. Según el espacio disponible, las torres se pueden ubicar en variadas configuraciones o diseños. Tendrás la oportunidad de producir tus propios alimentos en lugares que antes se desaprovechaban y ni siquiera considerabas utilizar (Ibergenia 2018).



Figura 2 Cultivos en torres

Fuente: (Ibergenia 2018).

2.1.4.2. Estanterías de cultivo

Similar a las torres de cultivo, las estanterías de cultivo consisten en estantes horizontales con varias bandejas o contenedores donde se cultivan las plantas. Las estanterías se pueden ajustar en altura para acomodar diferentes tipos de plantas. Las torres de cultivo permiten un control preciso de las condiciones ambientales, como la luz, la temperatura y la humedad, lo que optimiza el crecimiento de las plantas y reduce la necesidad de agua y pesticidas. Este método promete revolucionar la agricultura al hacerla más eficiente, menos dependiente de la tierra y más accesible, contribuyendo así a la seguridad alimentaria en un mundo cada vez más poblado y urbanizado, este enfoque revolucionario implica el cultivo de plantas en estructuras verticales apiladas, a menudo en interiores o en entornos urbanos, utilizando sistemas hidropónicos o aeropónicos (López 2022).



Figura 3. Cultivo en estanterías

Fuente: (Mendoza 2019).

2.1.4.3. Paredes de cultivo

Las paredes de cultivo vertical ofrecen una respuesta a estos problemas al aprovechar el espacio vertical de edificios y estructuras en áreas urbanas. Estas estructuras permiten el cultivo de una amplia variedad de alimentos, desde hierbas y hortalizas hasta frutas, en espacios reducidos y con un menor impacto ambiental en términos de agua y recursos. En este tipo, las plantas se cultivan en sistemas modulares montados en paredes. Estos sistemas pueden variar desde sistemas hidropónicos hasta sistemas de sustrato, y se pueden encontrar en espacios interiores o exteriores (López 2022).



Figura 4. Cultivos en paredes

Fuente: (Ordoñez 2019).

2.1.4.3. Sistemas de estanterías con luces LED

Estos sistemas involucran estanterías o racks equipados con luces LED específicamente diseñadas para el crecimiento de las plantas. Las luces LED emiten espectros de luz adecuados para el proceso de fotosíntesis, lo que permite el crecimiento de las plantas en entornos interiores controlados. Estos sistemas no solo mejoran la visibilidad y la seguridad, sino que también contribuyen al atractivo visual y al ambiente moderno de las zonas urbanas, fusionando la funcionalidad con la estética de una manera única y contemporánea (Apolitical 2019).



Figura 5. Cultivos con luces LED

Fuente: (Apolitical 2019).

2.1.4.4. Invernaderos verticales

Los invernaderos verticales en zonas urbanas son estructuras de cultivo en múltiples niveles diseñadas para cultivar plantas de manera eficiente y sostenible en espacios urbanos, optimizando el uso del espacio y los recursos. Pueden utilizar tecnologías como la hidroponía, la aeroponía o la acuaponía para optimizar el crecimiento de las plantas en un entorno protegido. Al acercar la producción de alimentos al consumidor, se disminuye la huella de carbono asociada con el transporte y se fomenta una mayor sostenibilidad en el sistema alimentario urbano (Apolitical 2019).



Figura 6. Cultivos verticales

Fuente: (López 2018).

2.1.4.5. Cultivo en apilamiento

El cultivo en apilamiento es particularmente beneficioso en áreas urbanas con espacio limitado, permitiendo la producción de alimentos frescos en entornos verticales como edificios o invernaderos, lo que contribuye a la sostenibilidad alimentaria y la reducción de la huella ecológica. Cada planta recibe agua y nutrientes a través de sistemas de riego por goteo o nebulización, lo que maximiza el uso del espacio. Una de las ventajas más notables del cultivo en apilamiento es su capacidad para maximizar el rendimiento por unidad de superficie. Al cultivar en vertical, se pueden obtener cosechas significativamente más grandes en comparación con el cultivo tradicional (Mejía 2018).



Figura 7. Cultivos en apilamiento

Fuente: (Muñoz 2020).

2.1.4.6. VertiCrop

Esta tecnología aún no patentada ha sido concebida con el propósito de permitir el cultivo de alimentos de manera natural en áreas urbanas concurridas, y representa un cambio fundamental en la forma en que concebimos la agricultura y la producción de alimentos. Ofrece un rendimiento de cultivos hasta 20 veces mayor que los métodos tradicionales en campos, a la vez que utilizan tan solo el 8% del agua requerida habitualmente para el cultivo en suelo. Mediante una configuración exclusiva de VeriCrop ofrece un ahorro tanto a la luz natural como a la artificial, junto con una dosificación precisa de nutrientes para cada planta. Diseñado específicamente para el cultivo de vegetales de hojas verdes en ambientes controlados de circuito cerrado, VertiCrop™ elimina la necesidad de utilizar herbicidas y pesticidas dañinos, al tiempo que maximiza el sabor, la calidad nutricional y el valor de los alimentos que producen (Mejía 2018).



Figura 8. Sistemas VertiCrop

Fuente: (Méndez 2019).

2.1.4.7. Cultivo en rascacielos agrícolas

Estas estructuras verticales están diseñadas específicamente para cultivar una variedad de alimentos en entornos urbanos densamente poblados, donde la tierra disponible es limitada y la demanda de alimentos frescos y saludables es creciente. Esta es una forma más ambiciosa de agricultura vertical que implica la construcción de rascacielos dedicados al cultivo de plantas y alimentos, están diseñadas para albergar múltiples pisos de cultivo y sistemas de soporte de vida. Estos rascacielos agrícolas pueden ofrecer alimentos frescos durante todo el año,

independientemente de las condiciones climáticas. Esto no solo mejora la seguridad alimentaria en las ciudades, sino que también promueve un mayor acceso a productos frescos y saludables, contribuyendo así a la salud y el bienestar de la población urbana (Guillermo 2020).



Figura 9. Cultivo en rascacielos

Fuente: (Castillo 2018).

2.1.4.8. Jardines colgantes

En esta técnica, las plantas se suspenden en cestas o contenedores a diferentes alturas, creando un aspecto similar a un jardín colgante. Puede ser una opción más accesible para espacios pequeños. Los jardines colgantes ofrecen una serie de ventajas, como la mejora de la calidad del aire al absorber dióxido de carbono y liberar oxígeno, así como la reducción del efecto isla de calor urbano al enfriar las áreas circundantes (Guillermo 2020).



Figura 10. Sistemas colgantes

Fuente: (Macias 2021).

2.1.4.9. Hidroponía

Es un método de cultivo que utiliza el agua como principal fuente de absorción de nutrientes en las plantas. Los sistemas hidropónicos típicamente emplean una solución rica en nutrientes que contiene los elementos esenciales para el crecimiento de las plantas, como nitrógeno y fósforo, junto con luz artificial. Estos sistemas hidropónicos varían en tamaño, desde pequeños dispositivos que caben en una encimera de cocina hasta almacenes diseñados para la producción de alimentos destinados al mercado. Además, la hidroponía permite un control preciso de los nutrientes y las condiciones ambientales, lo que se traduce en un crecimiento más rápido y una mayor eficiencia en el uso de recursos. Las plantas pueden recibir la cantidad exacta de nutrientes que necesitan, lo que minimiza el desperdicio y reduce la necesidad de fertilizantes químicos. Además, al cultivar en sistemas cerrados, se reduce la pérdida de agua por evaporación y el riesgo de enfermedades del suelo, lo que hace que la hidroponía sea una opción más sostenible (Agrotendencia 2020).



Figura 11. Cultivos de Hidroponía

Fuente: (Álava 2019).

2.1.4.10. La Aeroponía

Es una técnica similar, pero con la particularidad de rociar las raíces en vez de sumergirlas en agua. Fue creada por la NASA en los años 90 para explorar métodos de cultivo de alimentos en el espacio. Además, investigaciones han indicado que las plantas cultivadas mediante aeroponía son más nutritivas y requieren menos recursos para su crecimiento en comparación con los sistemas

hidropónicos, que ya son eficientes, es esencial realizar revisiones periódicas del nivel de agua para garantizar un rendimiento óptimo (Agrotendencia 2020).

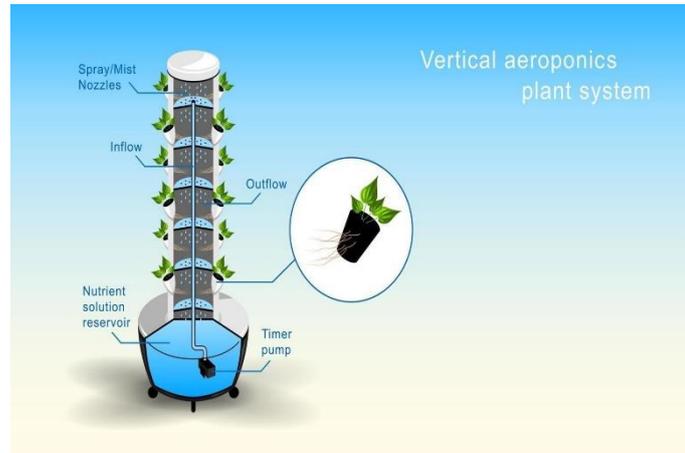


Figura 12. Cultivo de Aeropónica

Fuente: (Martínez 2018).

2.1.4.11. Acuaponía

Esta técnica se basa en mantener las raíces de las plantas sumergidas en agua la mayor parte del tiempo, mientras se busca abordar el desafío de enriquecer la solución con nutrientes mediante la adición de peces al tanque de agua. Los desechos generados por los peces actúan como una fuente de nutrientes que se disuelven en el agua y son absorbidos por las plantas. Este enfoque, que pone énfasis en la sostenibilidad, también proporciona una fuente de carne que puede ser cultivada junto con otros productos elaborados sobre el agua (Reguera 2023).



Figura 13. Cultivos en Acuaponía

Fuente: (Romero 2020).

2.1.5. Beneficios de la agricultura vertical en las zonas urbanas

la agricultura en entornos urbanos puede tener múltiples ventajas para una comunidad. Al integrar huertos urbanos en techos o en áreas dentro de la ciudad, se logra mejorar la calidad del aire y proporcionar alimentos frescos, al mismo tiempo que se disminuyen los impactos del efecto invernadero. Además, se produce una reducción en las emisiones de carbono totales, dado que los productos locales no requieren ser trasladados ni distribuidos. Además de numerosos beneficios medio ambientales, las granjas ubicadas en entornos urbanos tienen el potencial de generar empleos gratificantes para los residentes de la ciudad y fomentar el desarrollo económico (Upkeep 2023).

Los empeños agrícolas a menudo atraen a individuos en busca de una manera más pausada y relajante de pasar el tiempo en contraste con la agitada vida cotidiana común. Como resultado, las granjas urbanas pueden contribuir a la formación de una comunidad más sólida y al mejoramiento de las relaciones interpersonales. Además, proporciona una oportunidad para la búsqueda de soluciones innovadoras y singulares ante los futuros desafíos relacionados con la producción y distribución de alimentos (Upkeep 2023).

Los huertos familiares sirven a diversos objetivos, como abastecer de alimentos a la familia o a los animales, así como comercializar los productos para generar ganancias. Cuando el enfoque del huerto familiar es alimentar a la familia, resulta relevante identificar qué tipos de alimentos escasean en las dietas locales. Establecer un huerto familiar puede constituir un método altamente eficaz para proporcionar a la familia una dieta rica y equilibrada. Las personas residenciadas en entornos urbanos podrían enfrentar susceptibilidad ante las fluctuaciones en los costos de los productos alimenticios. Facilitar la capacidad de los hogares urbanos para generar pocas cantidades de alimentos conlleva a una mejora en la alimentación y la posibilidad de ingresos extra, ya sea a través de su venta o el ahorro de recursos que habitualmente se destinan a su adquisición (Hidroponía 2017).

Tiene de gran importancia en cuanto la utilización del espacio juega un papel distintivo en la práctica de la agricultura vertical. Esto implica la capacidad de

cultivar una mayor cantidad de productos en un espacio físico reducido, lo que conduce a un aumento en la rentabilidad de las empresas (Jacto 2022).

Una de las beneficiosas características de la agricultura en vertical es el incremento notable en la producción. En términos generales, las instalaciones agrícolas verticales disminuyen las posibilidades de sufrir plagas y enfermedades, lo que simplifica la obtención de una mayor cantidad de productos saludable de cada cosecha. Además, los entornos controlados ofrecen respaldo para la producción constante de alimentos a lo largo de todo el año. Esto contribuye a la rentabilidad, al eliminar la dependencia de las estaciones y sus variaciones climáticas (Jacto 2022).

Las granjas verticales son estructuras diseñadas con el propósito de cultivar una amplia variedad de alimentos de manera completamente orgánica. Esto conlleva a la expectativa de obtener alimentos notoriamente frescos, naturales y de una calidad notablemente superior en comparación con los procedimientos más convencionales e industrializados (Frąckiewicz 2023).

2.1.6. Desventajas de la agricultura vertical

2.1.6.1. Altos costos de implementación

La implementación de la agricultura vertical demanda una inversión inicial considerable en infraestructura y tecnología, como, por ejemplo, sistemas de iluminación artificial, sistemas automáticos de riego y estructuras de soporte. Estos gastos pueden resultar inaccesibles para agricultores de pequeña escala o para comunidades con recursos limitados (Novagric 2022).

2.1.6.2. Dependencia de la energía

El uso de dispositivos como sistemas de iluminación artificial, ventilación y otros equipos esenciales en la agricultura vertical implica un considerable gasto energético. Esto puede generar costos elevados en la factura eléctrica y contribuir a una mayor emisión de carbono por parte del sistema agrícola, lo cual no favorece la promoción de la sostenibilidad ni la reducción del impacto ambiental, objetivos que resultan poco deseables (Novagric 2022).

2.1.7. Ventajas en la Agricultura Vertical

Existen numerosas ventajas asociadas a este tipo de cultivos en comparación con la agricultura tradicional. Estas ventajas incluyen un mayor rendimiento por metro cuadrado cultivable, gracias a la capacidad de alojar más plantas en diferentes niveles de cultivo, así como la capacidad de eliminar la dependencia de las estaciones del año mediante el control tecnológico de las condiciones climáticas. Otros beneficios incluyen un menor consumo de agua, gracias a la amplia gama de sistemas de riego y métodos de plantación alternativos que se utilizan en esta forma de agricultura. Además, este enfoque promete reducir el uso de pesticidas en la producción, ya que se lleva a cabo en entornos interiores que carecen de plagas, lo que a su vez mejora la salud pública y aumenta la producción de alimentos de origen orgánico (Aecoc 2023).

Los cultivos verticales buscan revolucionar la agricultura convencional al trasladarla de granjas tradicionales a instalaciones que se asemejan más a plantas de producción de alimentos. Estas granjas urbanas modernas se esfuerzan por optimizar todos los aspectos del ciclo de vida de las plantas, incluyendo su crecimiento en términos de tierra fértil, nutrientes, consumo de agua y espacio, mediante una importante inversión en tecnología. Esto se debe a la necesidad de recrear meticulosamente las condiciones naturales en un entorno artificial. Como resultado, una sola persona puede controlar la humedad, la iluminación y la temperatura de miles de cultivos utilizando un dispositivo móvil desde cualquier lugar. Los cultivos en vertical buscan revolucionar la agricultura convencional al trasladarla desde entornos agrícolas típicos hacia instalaciones que se asemejan más a fábricas de producción de alimentos (Aecoc 2023).

2.1.8. Mercado y producción de la agricultura vertical a nivel mundial

El mercado de la agricultura vertical se encuentra dividido en diferentes categorías que incluyen el método de crecimiento utilizado (como aeroponía, hidroponía y acuaponía), la estructura en la que se basan las granjas verticales (ya sea en edificios o en contenedores de envío), los componentes necesarios (como iluminación, control climático, sensores y otros componentes hidropónicos), los tipos de cultivos que se producen (como tomates, bayas, lechugas, hortalizas de

hoja, pimientos, pepinos, micro hortalizas y otros tipos de cultivos) y también se considera la ubicación geográfica (que abarca América del Norte, Europa, Asia-Pacífico, América del Sur y África) (Mordor 2023).

La agricultura vertical implica el cultivo de cultivos en capas apiladas verticalmente en un entorno controlado, utilizando métodos como la acuaponía, la hidroponía y la aeroponía, sin necesidad de utilizar tierra. El mercado de la agricultura vertical se analiza considerando a quienes utilizan esta tecnología. El informe del mercado identifica a los principales actores, los impulsores y las limitaciones del crecimiento, así como la competencia en el mercado global de agricultura vertical (Mordor 2023).

Para el año 2023, se espera que el mercado global de la agricultura vertical alcance un valor total cercano a los \$6,400 millones, en contraste con los \$403 millones registrados en 2013. Casi la mitad de este crecimiento se proyecta que ocurrirá en los Estados Unidos. A pesar de los desafíos en términos de costos y la oferta limitada de alimentos, el potencial de expansión es significativo. Todo el proceso, desde la siembra automática hasta la cosecha, está gestionado por el sistema patentado de Bowery, que controla la iluminación, ajusta los nutrientes del agua y realiza un seguimiento de la salud de cada planta mediante imágenes. Aunque la agricultura vertical ha existido durante décadas, la introducción de la tecnología de iluminación LED de bajo costo ha impulsado la industria. Cuando se combina con robótica, innovaciones y la aplicación de la inteligencia artificial, se crea una industria que se vuelve económicamente viable y escalable (El Universo 2019).

La agricultura vertical tiene el potencial de acercar la producción de alimentos al lugar de consumo, lo que implica la posibilidad de reducir las distancias recorridas por los alimentos y facilitar un mayor acceso a frutas y verduras. Para ilustrar este punto, consideramos un alimento muy común y popular: las verduras de hojas verdes. En la actualidad, aproximadamente el 98 por ciento de la producción de hojas verdes en Estados Unidos se lleva a cabo de manera tradicional en California y Arizona. Estas verduras, que contienen una alta cantidad de agua, no solo son cultivadas en regiones con escasez de agua, sino que también se transportan a lo largo de millas a través del país e incluso a nivel internacional (Food Insight 2019).

En contraste, la agricultura vertical emerge como una alternativa muy beneficiosa para la producción de hojas verdes. Debido a que se realiza en ambientes interiores y no se ve afectado por las condiciones climáticas, esta forma de agricultura permite cultivar cantidades significativas de diversas variedades de hojas verdes durante todo el año. Esto, a su vez, posibilita la entrega inmediata de estos alimentos en el mercado local, lo que aumenta su disponibilidad y reduce las pérdidas y el desperdicio de alimentos durante el transporte (Food Insight 2019).

Con solo el 1 % de su superficie destinada a producir alimentos, la COVID-19 ha dejado claro que el país debe reducir su dependencia de productos importados. Para paliar esta vulnerabilidad, emprendedores y autoridades han llegado a la misma conclusión apostar por la agricultura urbana vertical. Hace una década, la idea de llevar a cabo la agricultura en espacios interiores era considerada una utopía. Sin embargo, en la actualidad, gracias a los avances en la eficiencia de la iluminación LED y la adopción de mejores prácticas de gestión, esta forma de cultivo se encuentra al borde de convertirse en una alternativa económicamente competitiva en comparación con los invernaderos y la producción de hortalizas en campos abiertos (Zakaria 2020).

Singapur, siendo el tercer país más densamente poblado del mundo y reconocido por su impresionante skyline de rascacielos, ha tenido que realizar numerosos sacrificios para mantener sus edificios relucientes y proporcionar alimentos para casi seis millones de personas en un territorio que apenas supera la mitad del tamaño de Los Ángeles, EE. UU. Entre estos sacrificios se encuentra la producción de alimentos, ya que las granjas representan solo el 1 % de su superficie total de tierra, en marcado contraste con el 40 % de los Estados Unidos. Como resultado, esta pequeña ciudad-estado se ve obligada a destinar aproximadamente 8.500 millones de euros anuales para importar el 90 % de sus alimentos (Zakaria 2020).

No obstante, a pesar de que esta táctica logró un exitoso aumento en la economía de Singapur (actualmente es el cuarto país más rico del mundo en términos per cápita), resultó en la disponibilidad de tan solo 600 hectáreas de tierra cultivable en el país. Su producción de alimentos en la actualidad tiene un valor de

solo 2.695 millones de euros, lo que equivale al 1 % del Producto Interno Bruto, en contraste con más del 5 % en Estados Unidos (Zakaria 2020).

Hace un poco más de dos años, fundaron Agro Urbana, un startup enfocado en la agricultura vertical. Esta modalidad consiste en cultivar alimentos en capas apiladas verticalmente, utilizando tecnologías como luces LED y cultivo hidropónico para proporcionar la luz y el agua necesarios para el cultivo de hortalizas con una precisión nutricional en entornos controlados, como climas urbanos. Esta práctica está experimentando un aumento de popularidad en ciudades donde la agricultura tradicional resulta difícil, como la costa este de Estados Unidos, Medio Oriente y Japón. En estos lugares, la agricultura vertical está creciendo a un ritmo anual del 25%, y se estima que para el año 2025 se convertirá en una industria con un valor de \$13 mil millones de dólares (Fch 2021).

Tan solo seis meses atrás, la principal empresa europea dedicada a las granjas verticales mostraba un optimismo inquebrantable. Sin embargo, Según Cindy van Rijswick, estratega de la firma holandesa de investigación, las numerosas presiones que siempre han afectado a las granjas verticales alcanzaron su punto más crítico en 2022. Para comenzar, el sector se encuentra expuesto a los aumentos en el costo de la electricidad, ya que el suministro de todos esos LED para el cultivo de plantas consume una cantidad considerable de energía. Entre diciembre de 2020 y julio de 2022, los precios de la energía para el consumo en la Unión Europea experimentaron un aumento de casi el 58%. Según van Rijswick, hace 18 meses, las granjas verticales europeas destinaban aproximadamente el 25% de sus gastos operativos a la electricidad, pero esta cifra podría haberse incrementado hasta el 40% (Wired 2022).

2.1.9. Principales cultivos en los sistemas de agricultura vertical

En la actualidad, las variedades de plantas más frecuentemente cultivadas en sistemas de agricultura vertical son la lechuga, la col rizada, la albahaca, el cebollín, la menta y las fresas (Frąckiewicz 2023).

2.1.9.1. Hortalizas cultivadas en la agricultura vertical

La agricultura vertical se puede implementarse en zonas consideradas nulas para la agricultura tradicional, de manera que hoy en día gracias a esta tecnología se pueden cultivar las siguientes especies (Agrotendencia 2019).

Tabla 1. Clasificación de las hortalizas cultivadas en granjas verticales.

1. Hortalizas de hoja	2. Hortalizas de tallo	3. Hortalizas de frutos
Acelga <i>Beta vulgaris</i> L.	Apio <i>Apium graveolens</i>	Ají <i>Capsicum chinense</i>
Berro <i>Nasturtium officinale</i>	Esparrago <i>Asparagus officinalis</i>	Berenjena <i>Solanum melongena</i>
Cebollín <i>Allium cepa</i>	Ruibarbo <i>Rheum rhabarbarum</i>	Calabacín <i>Cucurbita pepo</i>
Lechuga <i>Lactuca sativa</i> L.		Pepino <i>Cucumis sativus</i>
Espinaca <i>Spinacia oleracea</i> L.		Pimentón <i>Capsicum annum</i>
Repollo <i>Brassica oleracea</i> L.		Tomate <i>Solanum lycopersicum</i>
Rúcula <i>Eruca sativa</i> .		

Fuente:(Álvaro 2020).

2.2. MARCO METODOLÓGICO

Para el presente documento se reúne información de documentos actuales artículos de investigación, bibliotecas virtuales y sitios web para ayudar a presentar las opiniones e ideas de los actores que permitan desarrollos de investigación.

Se identificaron temas relevantes en la agricultura vertical para aumentar la producción de alimentos en áreas urbanas. Este trabajo se desarrolló como una investigación bibliográfica no experimental utilizando la técnica de análisis, revistas, textos actuales, artículos síntesis y resumen de los datos recopilados.

2.3. RESULTADOS

La implementación de la agricultura vertical ha demostrado ser una estrategia prometedora para incrementar la producción de alimentos en entornos urbanos. A través de sistemas hidropónicos, aeropónicos u otros métodos de cultivo en interiores, esta técnica aprovecha eficientemente el espacio limitado en áreas

urbanas, optimizando el uso de recursos como agua y energía. Como resultado, se ha observado un aumento significativo en la producción de cultivos por unidad de superficie en comparación con los métodos tradicionales de cultivo al aire libre. La agricultura en vertical consiste en producir alimentos en entornos controlados mediante el cultivo en capas superpuestas en dirección vertical.

Los diferentes sistemas usados en la agricultura vertical dependen de las condiciones de infraestructura que posee cada productor, donde permita el uso más eficiente del espacio, el agua y la energía, lo que es especialmente importante en entornos urbanos o áreas con limitaciones de tierra con métodos innovadores de cultivos. Los principales sistemas de agricultura vertical son: Hidroponía, aeroponía, cultivo en estantes o racks, sistemas de torre, invernaderos verticales, paredes verdes y acuaponía. Cada sistema tiene sus propias ventajas y desafíos, y la elección depende del tipo de cultivo, el espacio disponible y los recursos disponibles. La agricultura vertical es una tendencia en constante evolución con avances tecnológicos y prácticas agrícolas en desarrollo

Además de su alta productividad, la agricultura vertical también presenta ventajas en términos de seguridad alimentaria y sostenibilidad. Al cultivar alimentos localmente dentro de las ciudades, se reducen las distancias de transporte y se minimiza la dependencia de cadenas de suministro externas, lo que disminuye la exposición a interrupciones potenciales. Esta aproximación también puede reducir la presión sobre la tierra agrícola circundante y prevenir la deforestación. A medida que la tecnología continúa avanzando y las prácticas agrícolas verticales se perfeccionan, es plausible que desempeñen un papel crucial en la futura seguridad alimentaria de las áreas urbanas densamente pobladas.

La práctica de la agricultura vertical es de gran importancia en el entorno doméstico ofrece una respuesta a la necesidad de garantizar el suministro de alimentos en los hogares. Al enseñar a las personas cómo cultivar vegetales de manera vertical, se les brinda la oportunidad de disfrutar de alimentos que carecen de cualquier tipo de contaminación por residuos químicos. La adopción de la agricultura vertical en casa tiene el potencial de reducir los gastos familiares, al mismo tiempo que asegura la calidad de los alimentos que se consumen. La

eficiente aplicación de este innovador enfoque de producción permite maximizar el uso del espacio disponible, permitiendo el cultivo de múltiples tipos de plantas en distintos niveles dentro de la misma área.

2.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La producción alimentaria a nivel global ha entrado en una fase sumamente delicada. En este momento, existe una gran atención sobre el derroche de productos. La agricultura vertical emerge como una opción para mejorar la utilización de recursos y disminuir las pérdidas de manera más acentuada, debido a la problemática del cambio climático que estamos enfrentando. Estos resultados coinciden a los reportados por Fernández (2021), en el cambio climático ha impulsado la adopción global de la agricultura vertical, especialmente en Estados Unidos y México. Este método se destaca por superar limitaciones de espacio, producir alimentos sin contaminación y conservar la calidad de los productos mediante tecnología LED, logrando una mayor eficiencia energética con acuerdo con (Eva Cairns 2020), que la economía de las naciones se ve impulsada por la actividad agrícola.

En el presente, se están introduciendo enfoques novedosos con el propósito de abordar uno de los obstáculos inherentes a la agricultura convencional, relacionado con las cadenas de abastecimiento y el traslado de productos que tienen corta vida útil. La agricultura ha desempeñado un papel crucial a lo largo de la historia humana, ya que garantiza el suministro de alimentos para las poblaciones. Con el transcurso del tiempo, se han creado diversas técnicas con el propósito de aumentar la producción de alimentos mientras se minimiza el impacto ambiental. De este contexto, surgió la agricultura de precisión, que involucra métodos controlados como la hidroponía, acuaponía y aeroponía. Esto se concuerda con lo dicho por Canary (2023), estas técnicas tuvieron sus inicios en espacios reducidos, dando origen a la agricultura de precisión en entornos urbanos. Sin embargo, este enfoque se ha implementado de manera limitada en áreas urbanas, incluyendo Bogotá, Colombia.

Además, surge la preocupación por el crecimiento poblacional, el uso del suelo, el cambio climático y la búsqueda de métodos sostenibles para asegurar la producción de alimentos, especialmente en grandes ciudades. Esto condujo al concepto de la granja vertical, que se refiere a rascacielos diseñados como centros agrícolas en mega ciudades. Conuerdo con Eden Green (2022). estas estructuras están destinadas exclusivamente a la agricultura, preferiblemente utilizando métodos de precisión.

Los beneficios en la agricultura vertical es la capacidad de controlar de manera precisa y constante las condiciones ambientales, como la luz, la temperatura, la humedad y los nutrientes. Esto permite a los agricultores maximizar el crecimiento de las plantas y optimizar la calidad de los productos cosechados. Además, al estar en un entorno controlado, se reducen los riesgos de plagas y enfermedades, lo que disminuye la necesidad de pesticidas y productos químicos, lo que a su vez mejora la seguridad alimentaria. Conuerdo con Wageningen (2023), que la agricultura vertical ofrece la oportunidad de cosechar alimentos frescos y saludables durante todo el año, lo que puede contribuir a la disponibilidad de alimentos locales y reducir la dependencia de las importaciones, fortaleciendo así a las comunidades frente a las crisis alimentarias.

3.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. Conclusiones

La agricultura vertical en zonas urbanas utiliza diversas técnicas para cultivar alimentos de manera eficiente en espacios limitados. Algunas de las técnicas más comunes incluyen estantes apilables, torres de cultivo, paredes verdes y sistemas hidropónicos. Estas metodologías permiten maximizar el uso del espacio y controlar mejor los nutrientes y el agua para el cultivo de plantas en entornos urbanos.

La agricultura vertical surge como solución para problemas alimentarios urbanos al utilizar tecnologías como la hidroponía y LED. Permite cultivar varios cultivos en espacios reducidos, reduciendo la dependencia de transporte y la huella ecológica. Sin embargo, se deben abordar desafíos como costos, eficiencia energética y aspectos socioeconómicos para asegurar su sostenibilidad y contribuir a la seguridad alimentaria en entornos urbanos.

La agricultura vertical en zonas urbanas es importante debido a la escasez de tierras agrícolas en áreas urbanas, la necesidad de fortalecer la seguridad alimentaria local, la reducción de la huella ecológica, la eficiencia en el uso de recursos, la resiliencia al cambio climático, la creación de empleo, la educación ambiental, la innovación tecnológica y la reducción de la presión sobre áreas rurales. Estos factores combinados promueven prácticas agrícolas sostenibles y benefician a las comunidades urbanas.

3.2. Recomendaciones

Optimizar el uso del espacio y el agua, reduciendo la huella ambiental y proporcionando un suministro constante de alimentos frescos a las comunidades urbanas. La agricultura vertical también incluye el cultivo en estanterías apiladas o torres, lo que permite aprovechar la altura de los edificios para cultivar una mayor cantidad de cultivos en un espacio limitado.

Realizar monitorización digital con herramientas clave en la agricultura vertical, ya que permiten un control preciso de las condiciones de crecimiento, lo que resulta en un uso más eficiente de los recursos y una producción de alimentos de alta calidad. En un mundo cada vez más poblado y urbanizado.

Fomentar la innovación y la investigación en tecnologías agrícolas avanzadas, lo que puede tener aplicaciones más amplias en la agricultura vertical, mejorando la eficiencia de los recursos naturales del país.

4.REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. Referencias bibliográficas

Aecoc. 2023. Nuevas formas de producir alimentos en agricultura vertical. (en línea). Perú 33 p. Consultado.28 ago.2023.Disponible. <https://www.aecoc.es/innovation-hub-noticias/nuevas-formas-de-producir-alimentos-agricultura-vertical/>.

Agricultura. Qué es la agricultura vertical y cuál es su importancia. 22 jun 2016. (en línea blog). Costa-Rica. Consultado. 15 ago. 2023. Disponible. <https://blogagricultura.com/la-agricultura-vertical/#:~:text=La%20agricultura%20vertical%20permite%20cultivar,de%20alimentos%20por%20metro%20cuadrado>.

AGROPINOS (Plásticos del Campo, Sistemas de Riego). 6 oct. 2022. ¿En qué consiste la agricultura vertical? (en línea, blog). Chía-Colombia. Consultado 29 jul. 2023. Disponible en <https://www.agropinos.com/blog/que-es-la-agricultura-vertical>.

Agro tendencia. 2020. Granja vertical: qué es, tipos, beneficios y desventajas. (en línea). San Lorenzo. 25 p. Consultado. 4 sep. 2023. Disponible. <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/granja-vertical-fabrica-de-plantas/>.

Apolitical. La agricultura vertical alcanza el cielo en Nueva Jersey urbana. 9 mar 2019. (en línea). Panamá Consultado 1 sep. 2023. Disponible. <https://apolitical.co/solution-articles/es/agricultura-vertical-alcanza-cielo-urbano-new-jersey>.

Canary.M. 2023. Porque la Agricultura Vertical Simplemente no funciona. (en línea). Consultado. 9 sep. 2023. Disponible. <https://www.canarymedia.com/articles/food-and-farms/why-vertical-farming-just-doesnt-work>.

Despommier, Dickson. 2020. The vertical Farming, Editorial Picador, Nueva York. (en línea). Consultado. 28 jul 2023. Disponible. <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/qu%C3%A9-debes-de-saber-acerca-de-la-agricultura-vertical/>.

Eden G. 2022. ¿Qué es la agricultura vertical? Todo lo que debes saber sobre esta innovación. (en línea, blog). Consultado. 10 sep. 2023. Disponible. <https://www.edengreen.com/blog-collection/what-is-vertical-farming>.

FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Obtenido de Mejoramiento de la seguridad alimentaria en el hogar. 24 de jun

2016. (en línea). El Salvador. 22p.Consultado.24 ago.2023.Disponible <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s13.htm>.

Fernandez.V.2021. desarrollo de un sistema de producción de hortalizas en agricultura vertical sobre el domo de energías del campus. (en línea). Bogotá. 25p.Consultado.28 ago.2023.Disponible. https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/7237/2020-1_DF_Figueredo_Martinez.pdf?sequence=1.

Flores J, 2018. Sistemas Innovadores, Jardinería y Horticultura Vertical. (en línea). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México.15. p. Consultado 30 ago.2023.Disponible. <https://opf.news/agricultura-vertical-una-solucion-de-cultivo-en-zonas-urbanas/>.

Fraçkiewicz.M. 2023. El potencial de la agricultura de precisión para la agricultura urbana y la agricultura vertical. (en línea). Puerto Lopez.10p.Consultado.29.jul. 2023.Disponible.<https://ts2.space/es/el-potencial-de-la-agricultura-de-precision-para-la-agricultura-urbana-y-la-agricultura-vertical/>.

Fch.2021. (Fundación de Chile). Agro urbana pionera en agricultura vertical fortalece su presencia con nuevos canales de distribución. (en línea). Consultado.20 sep. 2023.Disponible. <https://fch.cl/noticias/agrourbana-pionera-en-agricultura-vertical-fortalece-su-presencia-con-nuevos-canales-de-distribucion/>.

Guillermo.C.2020. Cultivar trigo en estanterías: La revolución de la agricultura Vertical en zonas Urbanas. (en línea). Los Andes.17. p. Consultado.2 sep.2023.Disponible. https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2020-08-07/granjas-verticales-cultivo-trigo-agricultura-eficiencia_2706171/.

Hidroponía (Torre de cultivo aeropónica) Sistema Hidropónico Agrícola .17 ago.2017. (en línea). México.Consultado.15 ago. 2023.Disponible. <https://hidroponia.mx/torre-de-cultivo-aeroponica-conocela/>

Ibergenia.2018. Huerto Vertical Interior Y Exterior. (en línea). Costa Rica. 21p.Consultado.28 ago.2023.Disponible. <https://rvkvi1.wixsite.com/ibergenia/torres-de-cultivo-vertical-c1f9a>.

Jacto. Agricultura vertical.15 jun 2022 ¿La nueva cara de la agricultura? (en línea, blog). Nicaragua.Consultado.20 ago.2023.Disponible. <https://bloglatam.jacto.com/agricultura-vertical-2/>

Lidia.S.(El futuro de la alimentación se llama agricultura vertical) .14 ago. 2018. (en línea). Perú. Consultado 18 ago. 2023. Disponible. <https://hazrevista.org/rsc/2018/08/el-futuro-de-la-alimentacion-se-llama-agricultura-vertical/>

López. C.2022. Granjas urbanas, el futuro de la agricultura. (en línea). Bogotá. 16p.Consultado.20 ago.2023.Disponible. <https://ocaru.org.ec/2022/02/07/granjas-urbanas-el-futuro-de-la-agricultura/>.

Mejia.R. 2018. Agricultura vertical inteligente en las grandes ciudades. (en línea). México. 10p.Consultado.1 sep.2023. Disponible. <https://www.es.endress.com/es/grupo-endress-hauser/casos-exito-endress-hauser/agricultura-vertical-inteligente>.

Mordor.I.2023. Mercado de agricultura vertical: crecimiento, tendencias, impacto de covid-19 y pronósticos (2023 - 2028). (en línea). Consultado. 4 sep. 2023.Disponible. <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/vertical-farming-market#:~:text=El%20mercado%20de%20Agricultura%20Vertical%20se%20valor%C3%B3%20en%20USD%2010.600,vertical%20est%C3%A1%20aumentando%20su%20demanda>.

Novagric. 2022. Módulo de la Agricultura Vertical. (en línea) Nuevos retos de la agricultura moderna. El Carmen. 22p.Consultado.23 ago.2023.Disponible. <https://www.novagric.com/es/tecnologia/agricultura-vertical>.

Opf news. (Agricultura Vertical - Una solución de cultivo en zonas urbanas) 27.sep.2021. (en línea). México. Consultado.5 ago.2023.Disponible. <https://opf.news/agricultura-vertical-una-solucion-de-cultivo-en-zonas-urbanas/>

Peñuela, M. 2012. Granja Vertical Piloto para el Cultivo de Plantas Aromáticas en el Centro de Investigaciones CENIVAM. (en línea). Bogotá 10p. Universidad Industrial de Santander Bucaramanga.Consultado.18 ago.2023.Disponible. <file:///C:/Users/Administrador/Downloads/145302.pdf>.

Proxima. S. 2019.Agricultura Vertical. (en línea). Perú 22 p. Consultado.20 sep.2023.Disponible. <https://www.proximasystems.net/sin-categorizar/agricultura-vertical/>.

Reguera.P.2023. Huertos en garajes y almacenes: la agricultura vertical toma las ciudades. (en línea). America.7 consultado. 4 sep.2023.Disponible. <https://elpais.com/gastronomia/2023-08-08/huertos-en-garajes-y-almacenes-la-agricultura-vertical-toma-las-ciudades.html>.

Sarah. (Estos son los proyectos pioneros en agricultura vertical).24. May.2021. (en línea). Bolivar.Consultado.3 ago.2023.Disponible. https://www.elconfidencial.com/medioambiente/soy-eco/2021-05-24/agricultura-vertical-proyectos-sostenibilidad_3092915/

Upkeep. 2023. ¿Cuáles son los diferentes métodos de agricultura urbana? (en línea). Consultado.25 ago.2023.Disponible. https://www.upkeep.com/es/learning/methods_urban_farming/.

Wallace. S. 2023. (Qué debes de saber acerca de la agricultura vertical). 27 jun. de 2023 (en línea, blog). México. Consultado 18 ago.2023. Disponible <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/qu%C3%A9-debes-de-saber-acerca-de-la-agricultura-vertical/>.

Wageningen.2023. Agricultura Vertical. (en línea). Costa Rica 22. Consultado. 5 sep.2023.Disponible. <https://www.wur.nl/en/dossiers/file/vertical-farming.htm>.

Wired.2022. ¿La agricultura vertical seguirá siendo rentable? :(en línea). Argentina 23 p. Consultado.22 sep. 2023.Disponible. <https://es.wired.com/articulos/agricultura-vertical-seguira-siendo-una-actividad-rentable>.

Zakaria.Z.2020 La gran apuesta de Singapur por la agricultura urbana vertical. (en línea). Consultado.20 sep. 2023.Disponible. <https://www.technologyreview.es//s/12719/la-gran-apuesta-de-singapur-por-la-agricultura-urbana-vertical>.

4.2. Anexos



Anexo 1. Cultivo Hidropónico

Fuente. (Pérez 2022).



Anexo 2. Cultivo en Acuaponía

Fuente. (García 2021).



Anexo 3. Cultivo Aeroponía

Fuente. (Portal 2019).



Anexo 4. Agricultura vertical en paredes

Fuente. (Montiel 2022).



Anexo 3. Cultivo en espacio pequeños.

Fuente. (Morante 2022).



Anexo 4. Cultivos en balcones.

Fuente. (Ledezma 2023).



Anexo 5. Agricultura Vertical

Fuente. (Herrera 2019).



Anexo 6. huerto en casa

Fuente. (Gómez 2020).



Anexo 7. cultivos con tecnología.

Fuente. (Macias 2020).



Anexo 8. Cultivos con luces LED

Fuente. (Menéndez 2021).