

Casos exitosos de hidroponía en cuatro municipios del departamento de Cundinamarca

Successful cases of hydroponics in four municipalities of the department of Cundinamarca

Miguel Ángel Rodríguez García ¹, Jenny Paola Moreno López¹

1. Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Ingeniería Agronómica.

*Correspondencia del autor: marodriguezgarcia@ucundinamarca.edu.co

Resumen

La preocupación sobre la escasez de recursos naturales, la poca disponibilidad de terrenos fértiles para sembrar, el hambre en crecimiento exponencial y la preocupación constante de pensar que se debe consumir para mantener la salud son algunos de los retos ambientales y sociales que requieren de nuevas tecnologías, estrategias sostenibles y acción inmediata por parte de los productores, los ingenieros agrónomos y de la población rural en general.

Una solución viable ante esta problemática es aplicar sistemas de cultivo bajo la técnica de hidroponía, la cual permite obtener alimentos sin depender de las condiciones del suelo y se puede ejecutar en espacios reducidos sin mayores dificultades, causa que permite mantener y producir diferentes tipos de plantas,

frutos, flores, hortalizas, entre otras, con una calidad optimizada debido al uso racional de agua, de espacios y nutrientes.

Este artículo de revisión sintetiza en el análisis de cuatro casos de hidroponía como forma de negocio rentable y como alternativa de producción que aporte a la seguridad alimentaria del territorio.

Abstract

Concern about the scarcity of natural resources, the limited availability of fertile land for planting, hunger in exponential growth and the constant concern of thinking that it should be consumed to maintain health are some of the environmental and social challenges that require new technologies. , sustainable strategies and immediate action by producers, agronomists and the rural population in general.

A viable solution to this problem is to apply cultivation systems under the hydroponic technique, which allows obtaining food without depending on the soil conditions and can be carried out in confined spaces without major difficulties, a cause that allows to maintain and produce different types of plants , fruits, flowers, vegetables, among others, with an optimized quality due to the rational use of water, space and nutrients.

This article review synthesizes the analysis of four cases of hydroponics as a profitable business form and as a production alternative that contributes to the food security of the territory.

Palabras clave

Agricultura de precisión, seguridad alimentaria, sostenibilidad, producción de alimentos.

Key words

Precision farming, food safety, sustainability, food production.

Introducción

El crecimiento demográfico en el planeta impacta de manera negativa diferentes áreas sociales [1], especialmente la seguridad alimentaria, esta razón hace necesario variar la cultura de comportamiento y producción en las grandes urbes. La primera estrategia a desarrollar es la unión de las tecnologías de producción predominantes en la actualidad implementadas en los espacios urbanos reducidos para asegurar de manera gradual alimento en los territorios.

La población actual exige una gran cantidad de productos alimenticios, adicionalmente, los centros poblados incrementan la urbe en diferentes departamentos de Colombia, y, específicamente Cundinamarca, que no cuenta con espacios adecuados para la implementación de cultivos estandarizados. Por ejemplo, en el 63% de zonas cultivables de la Sabana de Bogotá, los cultivos

fueron empleados por construcciones o lotes de engorde, además, otros factores como el cambio climático, afectan los ecosistemas y tierras productivas, para este y demás problemas la hidroponía puede ser parte importante de la solución [2].

En contraste, los cultivos hidropónicos, son una de las alternativas más favorables en comparación a los cultivos tradicionales, dadas las ventajas biológicas, económicas, ecológicas, ventajas de producción y calidad de cosechas, esta práctica está siendo implementada y en tendencia por países denominados potencias mundiales [3].

La hidroponía es un sistema de producción que no depende del recurso suelo, se consolida a partir de estructuras simples y/o complejas (dependiendo la necesidad) que aportan de manera positiva a las circunstancias ambientales y atmosféricas de las plantas para lograr así la producción de alimentos a partir de ellas en áreas aleatorias y no convencionales como azoteas, balcones, oficinas, jardines, solares, muros, suelos erosionados, terrenos abruptos, etc., y, estos cultivos suponen la reducción en la cuantía de obreros utilizada y apoyan significativamente el ahorro en la inversión en maquinaria [4].

Esto se logra con dosificaciones adecuadas que responden a los requerimientos nutricionales que demanda el cultivo a través del agua o soluciones nutritivas [5], logrando alcanzar frutos y hortalizas con valor agregado dado su mayor calidad, mejor color y distintivo tamaño.

Actualmente, se evidencian diversos casos de éxito aplicando esta técnica en Cundinamarca como alternativa de producción favorable y en crecimiento para los productores en distintas regiones del departamento, lo que sitúa a la hidroponía como una alternativa factible de producción. El objetivo de esta revisión es resaltar las ventajas y beneficios de la hidroponía en zonas donde el terreno puede ser un factor limitante. Finalmente, se analizaron cuatro cultivos hidropónicos en los municipios de Fómeque, Sopó, Tabio y Mosquera.

Materiales y métodos

Se revisó diferentes documentos, artículos, investigaciones e informes de prensa que asociaran los cultivos hidropónicos como una necesidad ambiental y social, y, las aplicaciones que se han realizado de esta práctica en distintas zonas, teniendo en cuenta el objetivo de describir las problemáticas actuales que llevan a ver la hidroponía como estrategia para fortalecer y promover la seguridad alimentaria en algunas regiones de Cundinamarca, así como la manera en la que distintos productores y emprendedores han implementado esta práctica para contribuir a la sostenibilidad, y mejora de la calidad de vida en cuanto a salud y economía de la población.

Resultados

La hidroponía es una estrategia viable para alcanzar gradualmente la seguridad alimentaria, que es básicamente el epicentro de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El segundo objetivo de desarrollo sostenible es “Poner fin al

hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible”. El logro de este objetivo está fijado para el 2030 [6].

El cultivo hidropónico es una categoría en tendencia en el manejo de cultivos y plantas en general, el cual permite obtener alimentos sin depender en exceso del recurso suelo, causa que permite mantener y producir diferentes tipos de plantas, frutos, flores, hortalizas, entre otras, con una calidad optimizada debido al uso racional de agua y nutrientes [7]. Esta técnica saca provecho de zonas, áreas o sitios no convencionales, sin ignorar las necesidades prioritarias de las plantas como la luminosidad, humedad, temperatura, componentes hídricos y nutricionales. En los sistemas de tipo hidropónico, los elementos esenciales son otorgados por la vía de las soluciones nutritivas. La cantidad de agua y nutrientes aprovechables, los niveles de intensidad lumínica, el clima del medio, el orden de siembra o colocación de las plantas, la influencia de microorganismos patógenos o plagas, etc., tienen la capacidad de repercutir positiva o negativamente en el rendimiento del cultivo [8].

Esta técnica generalmente se ejecuta bajo condiciones de invernadero, generando un microambiente y medio climático modificados, brindando condiciones de luminosidad, temperatura y humedad aptas para el desarrollo y producción de hortalizas de hoja [9].

Dentro de las principales ventajas de la producción de alimentos a partir de la hidroponía se encuentran: la disminución de la exigencia de espacio, limpieza,

orden e higiene de las camas de cultivo, bienestar ergonómico de los ayudantes y trabajadores, manejo y gasto racional del agua, producción en sitios donde no es usual cultivar, donde no hay suficiente sustrato tierra o esta es de pésima calidad, producción factible sin importar la variación climática. Por otro lado, las desventajas de la aplicación de la hidroponía incluyen el requerimiento de una alta inversión preliminar al proyecto, requiere especies con alta adaptabilidad al modo de cultivo, necesidad de conocimiento especializado en temas de nutrición vegetal, dependencia alta de corriente, de componentes energéticos y la necesidad permanente de agua en excelentes condiciones fisicoquímicas para evitar futuros problemas de salud a los consumidores [10].

Los productos obtenidos a partir de la práctica hidropónica poseen cualidades superiores a los productos cosechados de manera habitual, debido a que se cuenta con una distribución de nutrientes más efectiva y sistematizada, estos productos tampoco necesitan de un sustrato fértil, característica que da gran ventaja a esta técnica, dado a que los cambios climáticos y otras condiciones han resultado en que las áreas en las que tradicionalmente se cultiva sufran deterioros y esto desencadene la disminución de la cantidad de alimentos disponibles [3].

Esta técnica es sumamente útil para las zonas donde el estrés ambiental (frío o calor excesivo) son problemas importantes [11]. Los cultivos en bajo condiciones de hidroponía no son afectados por el cambio climático, por lo tanto, tienen la capacidad de ser cultivados durante todo el año y es por esto que son considerados como “cultivos fuera de temporada” [12]. Además, esto sistemas

suelen operarse automáticamente y se ha evidenciado la reducción de mano de obra y de varias prácticas agrícolas convencionales tales como el deshierbe, la fumigación, el riego y la labranza [13].

La técnica más exitosa que acompaña los cultivos hidropónicos es la de flujo laminar de nutrientes, NFT (Nutrient Film Technique), la cual se ha ido perfeccionando ante la necesidad de incrementar las cifras en cuanto a productividad en el sector hidropónico [14], genera un mejor aprovechamiento de las soluciones nutritivas incorporadas debido al mecanismo de recirculación, se da una explotación máxima del recurso hídrico, se favorece la capacidad de absorción del sistema radical y permite incorporar al sistema (NFT) microorganismos benéficos, promotores de crecimiento y organismos para la prevención y tratamiento de patologías radicales [15].

El sistema hidropónico se compone de una serie de diseños, en donde el concepto prioritario es la circulación permanente o entrecortada de una fina cantidad de solución nutritiva a través del sistema radical (figura 1), esta solución pasa por unos canales que suelen ser de materiales como PVC, polietileno y poliuretano con formas convenientes para el productor, estas pueden ser rectangulares, escalonadas, en zigzag o verticales [16].

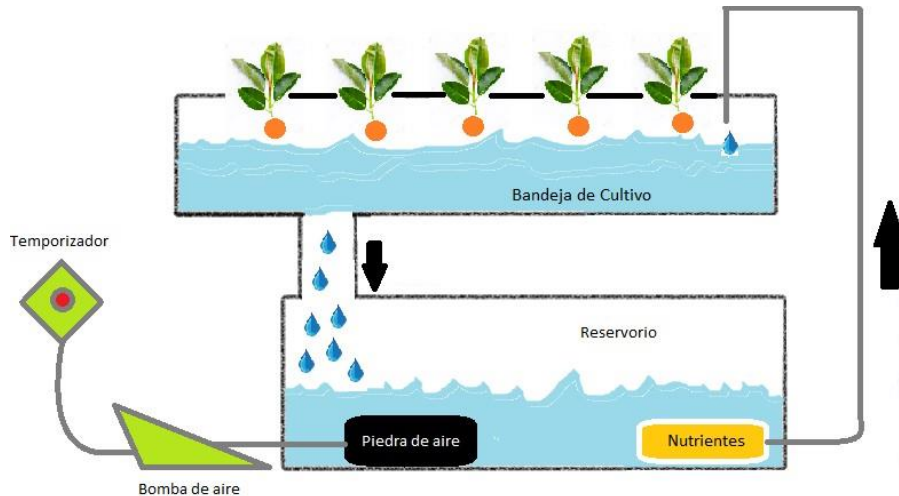


Figura 1. Sistema hidropónico convencional usado para hortalizas. Fuente: Rodríguez, 2021.

La implementación de estas tecnologías permite a los horticultores obtener productos de calidad en regiones donde las características edafoclimáticas, las temperaturas, precipitaciones y problemas fitosanitarios, no son las idóneas para el desarrollo de estos cultivos a campo abierto [17].

Bajo las condiciones de este sistema, los nutrientes aptos para las plantas son exuberantes, la densidad de cultivo puede ser alta y se obtienen cosechas en un tiempo menor, pero con mayor calidad que en un cultivo desarrollado en suelo [18].

Como cultivo de referencia en México se ha evidenciado que la siembra de fresa en los sistemas convencionales en tierra fértil posibilita una productividad entre 30 a 50 Toneladas por hectárea al año, en cambio, el sistema de cultivo basado en hidroponía permite alcanzar un rendimiento entre 50 a 75 Toneladas por hectárea

al año, sumado a un óptimo aprovechamiento del recurso agua y de los espacios físicos [5].

Retos para alcanzar y lograr la seguridad alimentaria

Uno de los retos más importantes en este siglo corresponde a la ubicación de la población en las ciudades [19], que aumenta en relación con la población en el campo.

Los habitantes del Departamento de Cundinamarca para el año 2016 son 2.721.368, esta población tiene una tasa de crecimiento anual proyectada del 2015 al 2020 de 2,98% [20]. Este crecimiento genera nuevos problemas debido a la alta densidad poblacional. El constante y casi incontrolable aumento de la población y de las construcciones residenciales en los municipios del departamento de Cundinamarca, específicamente en los limitantes con Bogotá, hace notable la disminución de las áreas cultivables, lo cual nos deja como consecuencia que en dichos lugares sea una tarea difícil la de producir alimentos, ya que no solo los problemas demográficos restringen estas actividades, sino que también lo hacen las condiciones geográficas y climáticas.

De esta manera, se evidencia la necesidad de trabajar sobre la seguridad alimentaria, en donde los cultivos urbanos pueden permitir la producción diversificada de alimentos en espacios urbanos. En la actualidad, los cultivos hidropónicos están creciendo en popularidad [21], y se implementan en diferentes ambientes, es posible trabajar con este asunto desde dos puntos de vista, el

primero incluye la conexión de la seguridad alimentaria y los espacios residenciales en las ciudades que son reducidos, y el segundo tiene como base la implementación e incorporación de tecnologías, la relación de estos dos puntos implica el uso de herramientas para reducir el impacto negativo de la inseguridad alimentaria al interior de las ciudades y municipios en desarrollo [22].

La automatización hacia el agro presenta el reto de la adaptación e integración de los requerimientos de espacio, ambiente y necesidades sociales frente a los objetivos de esta, para la mejora del rendimiento productivo [15].

Los modelos automatizados de producción de hortalizas son pertinentes en los contextos urbanos, ya que permite la obtención de alimentos de calidad al interior de las ciudades, en donde el tiempo y la agilización de los procesos son determinantes para el éxito de los programas de seguridad alimentaria.

En el transcurso de la producción agrícola se debe poner en marcha una serie de proyectos que incluyan y den prioridad a tecnologías amigables con los ecosistemas para así lograr fortalecer el sector agro en Colombia, también se evidencia la necesidad de incentivar la participación de la población que por décadas ha sido atacada y vulnerada, ya que por esta vía de diálogo e inclusión se puede mejorar la calidad de vida de estas poblaciones, aportando al progreso económico, social, ecológico y ambiental [23], para que así se logre garantizar la sostenibilidad de los recursos, aplacar los efectos de la agricultura tradicional

sobre los lotes de cultivo locales y estimular proyectos productivos sostenibles y negocios verdes en los sectores rurales.

Con la aplicación de estas estrategias y tecnologías agronómicas, se obtendrá una base de alimentos orgánica apta para el consumo humano, unos cultivos optimizados y una mayor capacidad de producción en menos espacio [24]

En los sistemas hidropónicos se ha demostrado reducciones en el número de aplicaciones de plaguicidas bajo un manejo de problemas sanitarios utilizando umbrales de daño económico; como resultado, los residuos de plaguicidas se ha encontrado debajo de los límites permitidos por organizaciones internacionales [25].

Generalmente, los proyectos basados en hidroponía se fundamentan como ecológicos, gracias a que no utilizan materiales contaminantes y los desechos generados por estos cultivos son orgánicos, tales como agua y compostaje [3].

De no implementar planes de negocios de producción hidropónica, se estaría desechando la enorme oportunidad de posicionarse en los mercados locales y regionales en un momento adecuado, con una serie de productos orgánicos competitivos, nutritivos y rentables a nivel nacional [26]

Algunas de las oportunidades de la producción mediante la hidroponía son:

- La creciente demanda de productos orgánicos en el país y a nivel mundial.

- El número de consumidores y compradores cada vez más preocupados por su salud y bienestar.
- El acelerado crecimiento en los de los almacenes tipo “Fruver” a nivel municipal que demandan amplia variedad de hortalizas y frutas.
- La baja cifra de empresas en el departamento dedicadas a la producción de alimentos hidropónicos y la baja comercialización de estos entre productores y comerciantes locales.
- El desconocimiento de los productores en relación con nuevas estrategias para la producción agrícola.
- La posibilidad de adaptar las atmósferas de los cultivos para para lograr producir los alimentos.
- La adaptabilidad de varios tipos de frutas y hortalizas para producirlas en diferentes momentos del año, distintas condiciones climáticas y a través de diferentes tecnologías [26].

Adicionalmente, *“De los colombianos que tienen preocupación por bajar de peso, 57% quiere lograrlo cambiando su dieta, 78% informándose mejor sobre el contenido nutricional de las etiquetas de los productos que consume y 84% buscando alternativas alimenticias con componentes locales, naturales y orgánicos. Siete de cada diez consumidores quieren ver más productos en el mercado con ingredientes completamente naturales.”* [27].

Casos de éxito en Cundinamarca

Existen diversos casos en los que esta práctica ha favorecido a familias, pequeños y medianos productores, empresas independientes y a agricultores principiantes en cuatro municipios de Cundinamarca (tabla 1).

Un emprendimiento ubicado en Fómeque llamado “18 Artesanos S.A.S.” desarrolla en el país tecnologías aprendidas en Israel, Holanda, México y Suiza. Produce 75 toneladas al año de tomates hidropónicos, desde los tomates chontos (*Solanum lycopersicum*), hasta los codiciados tomates ‘cherry’ (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) de siete variedades. De esta forma, se ha potenciado la diversidad de los platos en varios restaurantes capitalinos y departamentales.

Desde el año 2016, restaurantes bien calificados de Bogotá encontraron en esta empresa unos viables proveedores de tomates, pues su oferta es difícil de resistir: 15 variedades del fruto. De igual manera, ha contado con una buena acogida en centenares de familias, ya que atienden aproximadamente a 300 hogares a la semana en Bogotá y en los municipios circundantes a la capital [28].

Para la producción, estos emprendedores utilizan invernaderos herméticos, los cuales tienen medidas y condiciones climáticas idóneas. También usan una capa de protección especial para posibles plagas, que permite una disminución notable en el uso de productos de síntesis química. Adicionalmente, usan una serie de láminas de plásticos como techos en los invernaderos y siembran en bolsas de color negro en el interior y blanco en el lado contrario, para obtener mejores niveles de radiación solar mientras se conserva la humedad relativa [29].

Existe también una alternativa limpia, sana y económica para brindar una mejor alimentación a los animales de granja. Se trata de un forraje verde hidropónico, este permite obtener alimentación animal de alta calidad en intervalos de tiempo entre 9 a 15 días, este proyecto se está desarrollando a través del Semillero de Investigación en Ciencia Animal de la Universidad de la Salle.

Desde 2013 dicho semillero trabaja con esta idea, que nació en Chía y se ha ido estableciendo con el tiempo en un área de mayor escala en una finca perteneciente a la institución en Sopó, Cundinamarca. Con la producción que se hace en bandejas, se ha logrado con este forraje tener la posibilidad de generar alimentos para bovinos, equinos y otras especies. Una de las ventajas que posee este forraje (al igual que la gran mayoría de cultivos hidropónicos), es que se puede cultivar en cualquier época del año, es un proyecto productivo sostenible, no es dependiente de los factores climáticos o edáficos y permite ahorrar hasta un 50% de agua. Además, bajo esta misma estrategia no solo los forrajes se pueden cultivar, pues entre otras especies experimentales se encuentran la avena (*Avena sativa*), alfalfa (*Medicago sativa*), sorgo (*Sorghum*) y otros [30].

Otro caso exitoso es Verde Mediterráneo, una compañía de cultivos que tiene como base la hidroponía, se dedican especialmente a la producción de lechuga crespa, la empresa fue creada por Ana Vélez en el año 2016 y se encuentra ubicada en el municipio de Tabio, Cundinamarca.

Este es un proyecto llevado a cabo en un terreno de dos fanegadas. La lechuga se desarrolla bajo condiciones de invernadero mediante técnicas hidropónicas. Gracias a un pequeño proyecto piloto, logró producir 11.000 plantas de lechuga crespa (*Lactuca sativa*), adquiriendo así todo el conocimiento primordial sobre el montaje y la implementación de todo el sistema de cultivo, la producción y las opciones para el comercio. Y aunque el proyecto piloto tuvo resultados positivos, la emprendedora pensó que podía crecer mucho más y tener mayores oportunidades.

En ese momento decide postularse en una convocatoria regional para mujeres apoyada por la Gobernación de Cundinamarca. Su proyecto base era la credencial suficiente para argumentar la experiencia y la originalidad del producto. De manera evidente, el componente innovador es el uso de un sistema hidropónico, ya que está automatizado en cuanto a sistemas de riego y todo el sistema se encuentra basado en la reglamentación del ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) en BPA (Buenas Prácticas Agrícolas), prácticas que hacen responsables a los productores con el medio ambiente, con los trabajadores y con el alimento. De esta forma, este plan de negocio fue reconocido como un emprendimiento sostenible y sumamente competitivo [31]

Al momento de la ejecución, la emprendedora logró cumplir a cabalidad con todos sus objetivos y consiguió resultados positivos. Su negocio verde actualmente genera cinco empleos formales, tiene una capacidad aproximada de 33.000 plantas de lechuga crespa y sigue al pie de la letra las Buenas Prácticas Agrícolas.

Esta mujer hasta la fecha desea proyectar su empresa aún más. Espera pasar de 3 naves a 9 y se visualiza implementando tecnología de paneles solares para solventar el funcionamiento del sistema de riego [31].

El último ejemplo, tiene que ver con un productor independiente llamado Diego Muñoz, estudiante del programa de administración en agronegocios de la Universidad de la Salle y residente del municipio de Mosquera. A través de muchos años distintos productores de flores de corte practicaron agricultura tradicional en su predio generando daños importantes en el suelo y provocando molestias en la salud a su familia quien vive a pocos metros de esta área cultivable. Ante estas problemáticas, el joven busca desde el 2021 afianzar la seguridad alimentaria para su familia a través de un cultivo hidropónico de diferentes variedades de Lechuga (*Lactuca Sativa*), este sistema está instalado en

130 metros cuadrados de cultivo y ya ha logrado comercializar sus primeras cosechas (figura 2 y 3). Este cultivo posee sensores inteligentes para detectar presencia de terceros en el cultivo, y cuenta con tecnología automatizada de riego que se controla vía Wi-Fi, pudiendo ser controlado desde cualquier locación con acceso a internet. Aunque es muy reciente este negocio verde, ha mostrado balances positivos y busca posicionarse cada vez más en los mercados, los negocios y los hogares de la Sabana de Bogotá.



Figuras 2 y 3. Cultivo hidropónico de lechuga (*L. Sativa*) en Mosquera Cundinamarca. Fuente: Rodríguez. 2021

Casos de éxito de cultivos hidropónicos en Cundinamarca	
Municipio	Especie cultivada
Fómeque	Tomate chonto (<i>Solanum lycopersicum</i>) y tomate cherry (<i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>)
Tabio	Lechuga crespa (<i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i>)
Sopó	Forrajes
Mosquera	Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>)

Tabla 1. Casos de éxito de cultivos hidropónicos en Cundinamarca. Construcción propia.

Conclusiones

El método de producción hidropónico continúa consolidándose y posicionándose, razón por la que se expande hacia las periferias y se va instalando donde existe alguna limitante en la producción de alimentos. Esta técnica, sin duda, pone en marcha el desarrollo tecnológico, y los diferentes cultivos en donde se implementa,

aportan elementos clave que impulsan el descubrimiento de complementos técnicos necesarios para el desarrollo factible de la misma.

La creación de empresa productora sostenible de cultivos en base a la idea de hidroponía permite que estas sean auto sostenibles y posean distintas ventajas sobre los cultivos convencionales. Al obtener una buena diversidad de productos y de buena calidad bajo esta metodología, se destacan cultivos como el tomate (*Solanum Lycopersicum*), cilantro (*Coriandrum sativum*), ajo (*Allium sativum*), apio (*Apium graveolens*), sandía (*Citrullus lanatus*), lechuga (*Lactuca sativa*), papa (*Solanum tuberosum*), perejil (*Petroselinum crispum*), zanahoria (*Daucus carota*), melón (*Cucumis melo*), entre otros.

Para muchas frutas y hortalizas, las condiciones del trópico generan una serie de factores climatológicos y/o sanitarios que limitan el correcto desarrollo de las plantas y por consiguiente la producción de estas, sin embargo, mediante la implementación de tecnologías como la hidroponía bajo sistemas de cultivos protegidos se hace posible la producción en regiones con poca aptitud agrícola.

La aplicación de estas alternativas y tecnologías también tiene la posibilidad de disminuir la tasa de desempleo que actualmente existe para diferentes sectores sociales como campesinos, jóvenes, madres cabeza de familia, personas víctimas del desplazamiento por parte de grupos armados, etc., Así mismo, acorta la brecha de la desigualdad que hay para las personas que practican el cultivo, en

vista de que son bastante bajos los precios que se les ofrece al momento de adquirir sus productos.

El incremento del consumo de productos hortícolas para dietas saludables exige y da oportunidad a los productores de generar una oferta continua y competitiva que satisfaga la demanda del mercado, incentivando la búsqueda de estrategias productivas para alcanzar mayores rendimientos, seguridad alimentaria, sostenibilidad agrícola y a la vez obtener alimentos a partir de plantas que cumplan con los estándares de calidad y sanidad, libres de problemas fitosanitarios.

A partir de los casos de éxito en el departamento de Cundinamarca, serán cada vez más los pequeños productores y los medianos empresarios del agro los que se sumen y animen a implementar estas técnicas en sus zonas productoras, promoviendo y facilitando la seguridad alimentaria de sus familias, de su gente cercana y de sus clientes predilectos. Esto, de manera automática, va a desencadenar la necesidad inmediata de ingenieros agrónomos para acompañar de manera técnica y moral estas producciones.

Referencias Bibliográficas:

1. PARADA MELO, Stefani Dayanna. El bono demográfico y su incidencia en el crecimiento económico en Colombia durante el periodo 2000-2018. 2021. Tesis de Licenciatura. Fundación Universidad de América.

2. IGAC, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. La Sabana de Bogotá se está quedando sin terrenos para cultivar. 2016.
3. BONILLA BUSTOS, Andrés Felipe, et al. Creación de empresa dedicada al cultivo de champiñón por metodología de hidroponía. 2019.
4. TENERÍA, María de Jesús Ruiz. *Uso de la hidroponía como recurso de la preservación del medio ambiente en niños de preescolar*. 2016. Tesis Doctoral. 95.
5. INTAGRI. Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura. INTAGRI S.C. La industria de los cultivos hidropónicos. Serie Horticultura Protegida. 2017.
6. ONU. Objetivos de desarrollo sostenible. Objetivo 2: Poner fin al hambre. 2021. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/hunger/>
7. RAMÍREZ-VARGAS, Carlos; NIENHUIS, James. Cultivo protegido de hortalizas en Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 2012, vol. 25, no 2, p. ág. 10-20.
8. BELTRANO, José; GIMENEZ, Daniel O. *Cultivo en hidroponía*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP), 2015.
9. HERNÁNDEZ ZAMBRANO, Luis Felipe. Diseño, construcción y evaluación de un sistema acuapónico automatizado de tipo tradicional y doble recirculación en el cultivo de Tilapia Roja (*Oreochromis Mossambicus*) y Lechuga Crespa (*Lactuca Sativa*). Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, 2017.

10. CASTAÑARES, Jose Luis. *El ABC de la Hidroponía*. EEA AMBA, 2020.
11. SHARMA, Nisha, et al. Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: An overview. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2018, vol. 17, no 4, p. 364-371.
12. MANZOCCO, Foschia et al. Influence of hydroponic and soil cultivation on quality and shelf life of ready-to-eat lamb's lettuce. 2011.
13. JOVICICH, Cantliffe et al. Spanish pepper trellis system and high plant density can increase fruit yield, fruit quality and reduce labour in a hydroponic, passive-ventilated greenhouse. 2003.
14. BRENES-PERALTA, Laura Patricia; JIMÉNEZ-MORALES, María Fernanda. Experiencia de producción de lechuga americana (*Lactuca sativa*) hidropónica, tipo NFT. *Revista Tecnología en Marcha*, 2014, p. ág. 56-64.
15. GONZÁLEZ-FILGUEIRA, Gerardo; PERMUY, Francisco Javier Rodríguez. Automatización de una planta industrial de alimentación mediante control distribuido. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 2018, no 27, p. 1-17.
16. ZINI LÓPEZ, Matías. Plan de negocio para cultivo hidropónico de lechuga en la ciudad de Goya provincia de Corrientes para el año 2021. 2021.
17. ROJAS-MÉNDEZ, Javier; PANIAGUA-MADRIGAL, Fernán. Comportamiento agronómico de *Capsicum annum* L., *Lycopersicon*

esculentum M. y Cucumis melo L. bajo cultivo protegido hidropónico utilizando la solución universal de Steiner. 2015.

18. OPORTO, Murillo; ALEX, Willams. *Optimización de la producción de tres especies de hortalizas bajo producción hidropónica en el sistema NFT en los invernaderos La Huerta en la localidad de Chicani La Paz*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz (Bolivia). Facultad de Agronomía., 2010.
19. DANE. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. www.todacolombia.com. Población Proyección DANE. 2019
20. PERTIERRA LAZO, Rosa; QUISPE GONZABAY, Jimmy. Análisis económico de lechugas hidropónicas bajo sistema raíz flotante en clima semiárido. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 2020, vol. 31, no 1, p. 118-130.
21. GARCÍA, A. Tratamiento de los temas soberanía y seguridad alimentarias en medios de comunicación hegemónicos y alternativos, *Estudios sociales*, vol. 28, nº 51. 2018.
22. MURCIA VELEZ, Juan David, CHACON SEGURA, Luis Flipe. Diseño de un sistema automático de cultivo hidropónico para forraje verde. Bogotá: Universidad de la Salle. Facultad de ingeniería en automatización. Modalidad Propuesta, 2014.
23. SÁNCHEZ BANDA, Felipe. Sistema hidropónico sustentable para el cultivo de fresa. Cultivo sin suelo de fresa. Cienciamx.com.

<http://cienciamx.com/index.php/tecnologia/biotecnologia/18556-sistema-hidroponicosustentable-fresa>. 2017.

24. GARCÍA DE QUEVEDO. Plan de Negocios de Producción y Diseño de Hidroponía. Ciudad de México, México. 2017.
25. PIEDRAHÍTA, Wilson; FLÓREZ, Rafael. Evaluación de dos cultivares de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) producidas bajo condiciones de hidroponía en macro túneles. En *IV Congreso Colombiano de Horticultura: Aportes de la Investigación al Desarrollo de la Horticultura Colombiana en el Siglo XXI*. 2011.
26. ARGUELLO GÓMEZ, Diana Elizabeth, et al. Plan de negocio para la producción y comercialización de fresa hidropónica. 2019.
27. LR, La República. Siete de cada 10 personas quieren más productos saludables según estudio Nielsen. 2018.
28. ET. El tiempo. El negocio que produce 75 toneladas al año de tomates hidropónicos. 2021.
29. REVISTA SEMANA. La historia de los emprendedores que están revolucionando el mercado del tomate en Colombia. 2021. Tomado de: <https://www.semana.com/economia/emprendimiento/articulo/la-historia-de-los-emprendedores-que-estan-revolucionando-el-mercado-del-tomate-en-colombia/202133/>
30. CARACOL RADIO. Un forraje verde hidropónico para mejorar la alimentación de los animales. 2021. Tomado de:

https://caracol.com.co/programa/2021/05/23/al_campo/1621734283_135242.html

31. UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. Facultad de Administración. Verde Mediterráneo: un emprendimiento con lechuga hidropónica. 2020.

Tomado de:

<https://agronegocios.uniandes.edu.co/2020/03/09/verde-mediterraneo-un-emprendimiento-con-lechuga-hidroponica/>