



Universidad Nacional
Abierta y a Distancia

Sello Editorial

PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA URBANA - PERIURBANA Y SU CONTRIBUCIÓN EN LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE COLOMBIA

Carlos Edwin Carranza Gutiérrez
Martha Cecilia Vinasco Guzmán
Ramón Antonio Mosquera Mena
Sandra Patricia Montenegro Gómez
Yetfersson Arley Serrato Velosa
Yolvi Prada Millán
Yulian Adalberto Sepúlveda Casadiego

Grupos de Investigación
CIAB, GICAFAT, INYUMACIZO, COBIDES



PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA URBANA - PERIURBANA Y SU CONTRIBUCIÓN EN LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE COLOMBIA

Autores:

Carlos Edwin Carranza Gutiérrez
Martha Cecilia Vinasco Guzmán
Ramón Antonio Mosquera Mena
Sandra Patricia Montenegro Gómez
Yetfersson Arley Serrato Velosa
Yolvi Prada Millán
Yulian Adalberto Sepúlveda Casadiego

Grupo de Investigación: CIAB, GICAFAT, INYUMACIZO, COBIDES

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

Jaime Alberto Leal Afanador

Rector

Constanza Abadía García

Vicerrectora académica y de investigación

Leonardo Yunda Perlaza

Vicerrector de medios y mediaciones pedagógicas

Edgar Guillermo Rodríguez Díaz

Vicerrector de servicios a aspirantes, estudiantes y egresados

Julialba Ángel Osorio

Vicerrectora de inclusión social para el desarrollo regional y la proyección comunitaria

Leonardo Emeleth Sánchez Torres.

Vicerrector de relaciones intersistémicas e internacionales

Myriam Leonor Torres

Decana Escuela de Ciencias de la Salud

Clara Esperanza Pedraza Goyeneche

Decana Escuela de Ciencias de la Educación

Alba Luz Serrano Rubiano

Decana Escuela de Ciencias Jurídicas y Políticas

Martha Viviana Vargas Galindo

Decana Escuela de Ciencias Sociales, Artes y Humanidades

Claudio Camilo González Clavijo

Decano Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería

Jordano Salamanca Bastidas

Decano Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Sandra Roció Mondragón

Decana Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios

Producción agroecológica urbana - periurbana y su contribución en la seguridad alimentaria de Colombia

Autores: Carlos Edwin Carranza Gutiérrez, Martha Cecilia Vinasco Guzmán, Ramón Antonio Mosquera Mena, Sandra Patricia Montenegro Gómez, Yetfersson Arley Serrato Velosa, Yolvi Prada Millán, Yulian Adalberto Sepúlveda Casadiego.

Grupo de Investigación: CIAB, GICAFAT, INYUMACIZO, COBIDES

**631.584
C312**

Carranza Gutiérrez, Carlos Edwin
Producción agroecológica urbana – periurbana y su contribución en la seguridad alimentaria de Colombia / Carlos Edwin Carranza Gutiérrez, Martha Cecilia Vinasco Guzmán, Ramón Antonio Mosquera Mena ... [et al.] -- [1.a. ed.]. Bogotá: Sello Editorial UNAD/2021. (Grupos de investigación: CIAB, GICAFAT, INYUMACIZO, COBIDES - Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente -ECAPMA-)

ISBN: 978-958-651-794-2

e-ISBN: 978-958-651-799-7

1. Agroecología 2. Producción 3. Seguridad alimentaria I. Carranza Gutiérrez, Carlos Edwin II. Vinasco Guzmán, Martha Cecilia III. Mosquera Mena, Ramón Antonio IV. Montenegro Gómez, Sandra Patricia V. Serrato Velosa, Yetfersson Arley VI. Prada Millán, Yolvi VII. Sepúlveda Casadiego, Yulian Adalberto.

ISBN: 978-958-651-794-2

e-ISBN: 978-958-651-799-7

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

©Editorial

Sello Editorial UNAD

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Calle 14 sur No. 14-23

Bogotá D.C

Junio de 2021

Corrección de textos: Johana Patricia Mariño Quimbayo

Diseño de portada: Paula Cubillos Gómez

Diagramación: Paula Cubillos Gómez

Impresión: Hipertexto - Netizen

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons - Atribución – No comercial – Sin Derivar 4.0 internacional.

https://co.creativecommons.org/?page_id=13.



RESEÑA DEL LIBRO

Los grupos de investigación CIAB, GICAFAT, INYUMACIZO, COBIDES de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, entregan en este libro el acumulado de saberes adquiridos en la investigación y práctica de agricultura urbana - periurbana y seguridad alimentaria. El libro está conformado por los siguientes capítulos:

Capítulo 1. Agricultura urbana y periurbana en el contexto global y en Colombia.

Capítulo 2. Experiencias relevantes de agricultura urbana y periurbana en Colombia.

Capítulo 3. Prácticas agroecológicas en la implementación de huertos urbanos y periurbanos.

Capítulo 4. Agricultura digital urbana en Colombia: tendencias y desafíos.

Capítulo 5. Perspectivas de la agricultura urbana y periurbana para la seguridad alimentaria en Colombia.

RESEÑA DE LOS AUTORES

Carlos Edwin Carranza Gutiérrez

Ingeniero Agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia. Doctorado en Ciencias Agrarias (e) Universidad Nacional de Colombia. Docente Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), CEAD, José Acevedo y Gómez-Bogotá. Investigador del grupo GICAFAT. carlos.carranza@unad.edu.co

Martha Cecilia Vinasco Guzmán

Doctora en Desarrollo Sostenible de la Universidad Católica de Ávila. Magíster en Administración de Organizaciones de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). Especialista en Gerencia Estratégica de Mercadeo de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). Ingeniera Química de la Universidad Nacional de Colombia. Docente Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), CCAV, Pitalito. Investigadora del grupo INYUMACIZO. marta.vinasco@unad.edu.co

Ramón Antonio Mosquera Mena

Doctor en Desarrollo Sostenible, área de concentración: biodiversidad, Universidad Católica de Ávila, España. Magíster en Educación con énfasis en Educación Virtual, UNAD – Florida, Estados Unidos. Especialista en Pedagogía para el Desarrollo del Aprendizaje Autónomo, UNAD - Colombia. Ingeniero Agroforestal, Universidad Tecnológica del Chocó. Docente Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), CEAD - Turbo. Investigador del Grupo CIAB. ramon.mosquera@unad.edu.co

Sandra Patricia Montenegro Gómez

Doctora en Ciencias, área de concentración: microbiología agrícola, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Brasil. Magíster en Ciencias Agrarias, énfasis en suelos. Especialista en Manejo y Conservación de Suelos y Aguas, Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira. Licenciada en Biología y Química, Universidad Santiago de Cali, Colombia. Docente Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Cali - Colombia. Investigadora Grupo CIAB. sandra.montenegro@unad.edu.co

Ytferesson Arley Serrato Velosa

Tecnólogo en Gestión Ambiental, Unión Americana de Educación Superior. Estudiante de último semestre de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), CEAD, José Acevedo y Gómez - Bogotá. Semillero de investigación

Metamorfo - Grupo de Conservación, bioprospección y desarrollo sostenible COBIDES.
yefersson.serrato@unad.edu.co

Yolvi Prada Millán

Magíster en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Universidad de Manizales, Colombia. Ingeniera Agrónoma, Universidad de Cundinamarca, Colombia. Líder de investigación de la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), CEAD, José Celestino Mutis - Bogotá. Investigadora del grupo GICAFAT. yolvi.prada@unad.edu.co

Yulian Adalberto Sepúlveda Casadiego

Magíster en Master of Arts in Education Specialization in Online Education de la UNAD Florida Estados Unidos de América. Ingeniero de Sistemas de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia. Docente Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), CCAV Eje Cafetero-Dosquebradas. Investigador del Grupo CIAB. yulian.casadiago@unad.edu.co

CONTENIDO

Presentación	16
---------------------	----

Introducción	17
---------------------	----

Capítulo 1

Agricultura urbana y periurbana en el contexto global y en Colombia	19
1.1 Introducción	20
1.2 Vínculos agroalimentarios entre el campo y la ciudad	22
1.3 ¿Qué es la agricultura urbana?	24
1.4 Sistemas agroalimentarios de las áreas urbanas	27
1.5 Prácticas que promueven la agricultura urbana	29
1.6 Contexto global	30
1.7 Las experiencias de agricultura urbana y periurbana desde los Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL)	35
1.8 Contexto colombiano	37
1.9 Consideraciones finales	38
1.10 Referencias bibliográficas	39

Capítulo 2

Experiencias relevantes de agricultura urbana y periurbana en Colombia	49
2.1 Introducción	50
2.2 Sobre algunas especificaciones de los huertos urbanos	51
2.3 Experiencias por regiones (Andina, Pacífica, Atlántica, Amazonía, Orinoquía, Insular)	54
2.3.1 Experiencias de agricultura urbana en la zona Andina.	54
2.3.2 Experiencias en la región Pacífica.	57
2.3.3 Experiencias en la región Caribe.	58
2.3.4 Experiencias en la región de la Orinoquía.	58
2.4 Consideraciones finales	60
2.5 Referencias bibliográficas	62

Capítulo 4

Agricultura digital urbana en Colombia: tendencias y desafíos	145
4.1 Introducción	146
4.2 Agroecología y agrobiodiversidad	148
4.2.1 Producción agroecológica periurbana y seguridad alimentaria: Colombia	149
4.3 Agricultura digital en Colombia	151
4.4 Agricultura de Precisión (AP)	153
4.5 Agro voltaica	157
4.6 Internet de las cosas (IoT) en la agricultura	159
4.7 Ciberfísica de sensores	162
4.8 Sistema de Información y Agromedición	165
4.9 Resultados de investigación en agricultura digital urbana en Colombia	166
4.10 Consideraciones finales	174
4.11 Referencias bibliográficas	175

Capítulo 5

Perspectivas de la agricultura urbana y periurbana para la seguridad alimentaria en Colombia	183
5.1 Introducción	184
5.2 Agricultura urbana y periurbana: beneficios y desafíos	184
5.3 Retos y oportunidades de agricultura para autoconsumo en espacios urbanos y periurbanos	187
5.3.1 Mitigación de la pobreza	187
5.3.2 Esperanza de vida y nutrición	188
5.3.3 Fortalecimiento de la seguridad alimentaria	190
5.3.4 Mitigación de malnutrición o desnutrición oculta	192
5.3.5 Alimentación saludable	194
5.4 Información nutricional de algunos vegetales de referencia para huertos urbanos	195
5.5 Consideraciones finales	207
5.6 Referencias bibliográficas	208

LISTA DE TABLAS

CAPÍTULO 2

Tabla 2.1	59
------------------	----

CAPÍTULO 3

Tabla 3.1	74
Tabla 3.2	81
Tabla 3.3	85
Tabla 3.4	88
Tabla 3.5	90
Tabla 3.6	95
Tabla 3.7	98
Tabla 3.8	99
Tabla 3.9	100
Tabla 3.10	124
Tabla 3.11	127

CAPÍTULO 4

Tabla 4.1	147
------------------	-----

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

- Figura 2.1** Cultivo de hongos en sistema aéreo. 52
Figura 2.2 Cultivo de hortalizas sembradas en cajones. 53

CAPÍTULO 3

- Figura 3.1** Jardines flotantes 69
Figura 3.2 Sistema hidropónico en tubos de PVC- huerta plaza orgánica 70
Figura 3.3 Proceso de aeroponía de papa 73
Figura 3.4 Proceso de acuaponía. 77
Figura 3.5 Huerta agroecológica, Tenjo Cundinamarca. 80
Figura 3.6 Suelo de huerta en Gachancipá Cundinamarca 82
Figura 3.7 Residuos vegetales en compostación, Anolaima, Cundinamarca 84
Figura 3.8 Montaje estructural de una compostera y distribución del materia agroecológico. 86
Figura 3.9 Compostera urbana 87
Figura 3.10 Lombriz roja (*Eisenia foetida*) 89
Figura 3.11 Sistema de recolección de agua lluvia. 93
Figura 3.12 EkomuroH₂O+ 94
Figura 3.13 Huerta agroecológica Madrid C. Acompañada de plantas trampa 101
Figura 3.14 Manejo de huerta con biopreparados, huerta agroecológica Madrid C. 104
Figura 3.15 Producción de bioabonos, biofertilizantes Cachipay C. 106
Figura 3.16 Huerta periurbana agroecológica, bajo efecto de acondicionador orgánico 107
Figura 3.17 Huerta urbana aplicaciones de biopreparados para control de hongos 121
Figura 3.18 Productos sanos de calidad, resultado de las huertas urbanas 126
Figura 3.19 A. Estructura productiva urbana. B. Huerta urbana de Bogotá 129

CAPÍTULO 4

- Figura 4.1** Tendencia de los ODS para Colombia 150
Figura 4.2 Líneas principales Plan TIC para el sector agrícola. 151
Figura 4.3 Análisis de concurrencia de palabras clave en agricultura digital 153
Figura 4.4 Agricultura de Precisión 154
Figura 4.5 Análisis de concurrencia de palabras clave en Agricultura de Precisión 157

Figura 4.6	Planta agro-voltaica	158
Figura 4.7	Análisis de concurrencia de palabras clave en agricultura fotovoltaica	159
Figura 4.8	LoT en la agricultura	160
Figura 4.9	Análisis de concurrencia de palabras clave en Internet de las cosas (IoT) en la agricultura	161
Figura 4.10	Principios de traducción y principales características de cada uno	162
Figura 4.11A	Sistema de información de datos abiertos climatológicos, interfaz de acceso	168
Figura 4.11B	Sistema de información de datos abiertos climatológicos	169
Figura 4.11C	Sistema de información de datos abiertos climatológicos	170
Figura 4.11D	Sistema de información de datos abiertos climatológicos	170
Figura 4.11E	Sistema de información de datos abiertos climatológicos	171
Figura 4.11F	Sistema de información de datos abiertos climatológicos	171
Figura 4.11G	Sistema de información de datos abiertos climatológicos	172
Figura 4.11H	Sistema de información de datos abiertos climatológicos	172
Figura 4.11I	Sistema de información de datos abiertos climatológicos	173
Figura 4.11J	Sistema de información de datos abiertos climatológicos	173
Figura 4.11K	Sistema de información de datos abiertos climatológicos	174

CAPÍTULO 5

Figura 5.1	Consumo diario de frutas y hortalizas en algunos países de América Latina y el Caribe, 2005 *g/persona/día	185
Figura 5.2	Medida de pobreza multidimensional municipal en Colombia: A. Zonas rurales - centros poblados y rural disperso. B. Zonas urbanas- cabecera municipal.	187
Figura 5.3	Esperanza de vida de número de pobladores colombianos por millón de habitantes vs Japón	189
Figura 5.4	Inseguridad alimentaria y aprovechamiento biológico de la ingesta de alimentos. Fuente: para la seguridad alimentaria	190
Figura 5.5	Mapa del hambre 2020. Adaptado del Programa Mundial de Alimentos WFP	191
Figura 5.6	Malnutrición oculta	192
Figura 5.7	Poblaciones colombianas más vulnerables a deficiencia de hierro, vitamina A y Zinc	193
Figura 5.8	El plato para comer saludable	194
Figura 5.9	Fuentes de Zinc de algunos vegetales alimenticios e importancia de consumo	196
Figura 5.10	Fuentes de hierro de algunos vegetales alimenticios e importancia de consumo	197

Figura 5.11	Fuentes de calcio de algunos vegetales alimenticios e importancia de consumo	198
Figura 5.12	Fuentes de magnesio de algunos vegetales alimenticios e importancia de consumo	199
Figura 5.13	Fuentes de selenio de algunos vegetales alimenticios e importancia de consumo	200
Figura 5.14	Fuentes vegetales precursoras de vitamina A de algunos vegetales alimenticios e importancia de consumo	201
Figura 5.15	Fuentes de vitamina B1-Tiamina de algunos vegetales alimenticios e importancia de consumo	202
Figura 5.16	Fuentes de vitamina B2-Riboflavina de algunos vegetales alimenticios e importancia de consumo	203
Figura 5.17	Fuentes de vitamina B3-Niacina de algunos vegetales alimenticios e importancia de consumo	204
Figura 5.18	Fuentes de vitamina B9-Ácido fólico de algunos vegetales alimenticios e importancia de consumo	205
Figura 5.19	Fuentes de vitamina C de algunos vegetales alimenticios e importancia de consumo	206

PRESENTACIÓN

La agricultura urbana y periurbana ha mostrado resultados positivos en la mitigación de la inseguridad alimentaria en los espacios urbanos, no obstante, es un proceso que requiere apoyo económico y técnico con la finalidad de optimizar resultados, y que los mismos sean apropiados por la población. En Colombia actualmente no existen políticas gubernamentales para apoyar estos procesos, sin embargo, algunas iniciativas territoriales y particulares evidencian una gran oportunidad de fortalecimiento nutricional. Desde la perspectiva técnica, el presente libro brinda al lector una contextualización de experiencias relevantes y herramientas técnicas útiles para la implementación de huertas agroecológicas urbanas y periurbanas.

El capítulo 1. “Agricultura urbana y periurbana en el contexto global y en Colombia”, entrega al lector conceptualización básica sobre agricultura urbana - periurbana e incluye experiencias significativas a nivel local y global.

El capítulo 2. “Experiencias relevantes de agricultura urbana y periurbana en Colombia” se enfoca en experiencias regionales de huertas urbanas - periurbanas con resultados de impacto en términos de sustentabilidad.

El capítulo 3. “Prácticas agroecológicas en la implementación de huertos urbanos y periurbanos”, este capítulo basado principalmente en experiencias de la ciudad de Bogotá, entrega al lector diversas estrategias y procedimientos para abordar la implementación de huertas urbanas - periurbanas con enfoque agroecológico.

El capítulo 4. “Agricultura digital urbana en Colombia: tendencias y desafíos”, presenta resultados de investigación del proyecto “Sistema de información y de agromediación remoto, Centro de Investigación en Biotecnología Agraria (CIAB) móvil”, enfocando la importancia de articular alternativas digitales a los sistemas de producción agrícola en Colombia.

El capítulo 5. “Perspectivas de la agricultura urbana y periurbana para la seguridad alimentaria en Colombia”, brinda información sobre el valor nutricional de vegetales de fácil cultivo en huertas urbanas y periurbanas, enfatizando en nutrientes que requieren ser reforzados, en aras de fortalecer la seguridad alimentaria de la población nacional.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo de 2015, los grupos más pobres se encuentran en zonas rurales y periferias urbanas, en los que el consumo y la disponibilidad de alimentos se ven afectados por el comportamiento de la producción de la canasta básica y los factores que determinan su sostenibilidad y suficiencia. Un camino para contribuir en el mejoramiento de estos indicadores sería la producción de alimentos para el autoconsumo y con ello disminuir factores de riesgo acarreados por el hambre. En el caso de las zonas urbanas y periurbanas, la adopción de la agricultura contribuye a la construcción de ciudades más saludables, prósperas, equitativas y sostenibles (Mougeot, 2006). En este sentido el presente libro brinda información sobre alternativas que la agricultura urbana y periurbana podrían brindar para mitigar la inseguridad alimentaria en habitantes ciudadanos. Los cinco capítulos del presente libro van desde la contextualización a nivel global y local de algunas experiencias relevantes, hasta información detallada de prácticas tradicionales y modernas de producción, al tiempo que contextualiza sobre el aporte nutricional de vegetales de fácil cultivo en huertas urbanas y periurbanas.

Por lo anteriormente mencionado, el presente libro estaría enfocado en apropiar de conocimiento en cultivos agroecológicos a diversas comunidades del sector urbano y periurbano, con la finalidad de contribuir principalmente en el fortalecimiento de su seguridad alimentaria a partir de la producción de vegetales para autoconsumo que contribuyan en los requerimientos mínimos de vegetales orientados por la Organización Mundial de la Salud, para satisfacer necesidades y preferencias alimenticias, con el objeto de llevar una vida activa y sana.



CAPÍTULO

AGRICULTURA URBANA Y PERIURBANA EN EL CONTEXTO GLOBAL Y EN COLOMBIA



Carlos Edwin Carranza Gutiérrez
carlos.carranza@unad.edu.co

Martha Cecilia Vinasco Guzmán
marta.vinasco@unad.edu.co

1.1 INTRODUCCIÓN

La agricultura urbana y periurbana se relaciona con los sistemas de producción de alimentos que se desarrollan en los alrededores o al interior de las ciudades. Considera el cultivo de una gran diversidad de plantas, como verduras, frutas, aromáticas, medicinales y ornamentales, e involucra la cría de animales en especial de especies menores y la acuicultura a pequeña escala, además de la silvicultura.

Es una respuesta a fenómenos a nivel mundial como la “urbanización de la pobreza”, que se relacionan con la inseguridad alimentaria, agravada por los fenómenos de migración rural-urbana por la violencia en el campo y el desplazamiento de los campesinos debido a urbanización de zonas cercanas a las ciudades (FAO et al., 2019), la falta de empleo formal de amplios sectores de la población, la dependencia progresiva de alimentos importados y asumir los aumentos de precios a nivel internacional, la pérdida de relevancia de los sitios tradicionales de expendio de alimentos como las plazas de mercado, la escasez que puede ser generada por desastres naturales, la preferencia de las compras en grandes superficies y del consumo en cadenas de comidas rápidas, además de los desafíos como los del cambio climático que plantean retos institucionales, ambientales, productivos y personales para lograr un futuro urbano viable (Renting, 2013; RUAF Foundation, 2018).

El 55 % de la población mundial vive en zonas urbanas y en las ciudades se consume el 80 % de los alimentos, de ahí su incidencia en la sostenibilidad de los sistemas alimentarios y las costumbres que en ellas se desarrollan (FAO et al., 2019). En la inseguridad alimentaria influyen diferentes factores como el género, siendo más acentuada en las mujeres y las niñas, es mayor en las poblaciones más pobres y con más bajos niveles educativos, además de ser más grave en las ciudades y sus suburbios (FAO et al., 2019).

En ese contexto, las ciudades tienen limitaciones para garantizar el acceso a alimentos nutritivos, seguros, suficientes, adecuados y accesibles a todos sus habitantes. Aunque en las zonas urbanas se presenta una mayor disponibilidad de alimentos, las personas pobres no pueden alimentar a sus familias de forma adecuada, deben asumir nuevas prácticas como son la compra de alimentos que antes producían en sus tierras y el cambio de hábitos de consumo, sumados a los problemas de hacinamiento en las viviendas, la falta de saneamiento e higiene y la escasez de servicios en los barrios periféricos (RUAF, 2018).

Es por esto que las ciudades deben implementar propuestas para conseguir oportunidades de garantizar la seguridad alimentaria y nutricional de sus habitantes, promoviendo la integración de sistemas de producción de alimentos en áreas rurales, periurbanas y urbanas con los sistemas de comercialización, integrando todos los actores de la cadena de valor de la producción de alimentos (GIZ et al., s.f.).

A pesar de este panorama, las políticas públicas y la planeación sobre el derecho a la seguridad alimentaria y a la alimentación no han sido prioridades de las autoridades gubernamentales (Gordillo y Méndez, 2013), sumadas a la falta de planeación e integración de la agricultura en las áreas urbanas y periurbanas (Renting, 2013), aunque se presentan iniciativas para incidir en el mejoramiento de los sistemas agroalimentarios y en mitigar el hambre, la desnutrición y la inseguridad alimentaria crónica; además de contribuir con la implementación de estilos de vida saludable y la recuperación de cultivos, y sus usos tradicionales (GIZ et al., 2016).

Cuando se habla de agricultura urbana y periurbana es necesario relacionar principios que se han adoptado a nivel mundial por los diferentes gobiernos e instituciones, como son Seguridad y Soberanía Alimentaria, Derechos Humanos y Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), que apuntan a considerar este tipo de estrategias como un elemento que garanticen la eliminación del hambre en el mundo, la lucha contra la desnutrición, la sostenibilidad de los asentamientos humanos y la promoción de la salud.



Cuando se habla de agricultura urbana y periurbana es necesario relacionar principios que se han adoptado a nivel mundial por los diferentes gobiernos e instituciones, como son Seguridad y Soberanía Alimentaria, Derechos Humanos y Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS)

Un sistema agroalimentario que involucra lo rural, periurbano y la producción de alimentos en las ciudades, permite mejorar la sostenibilidad y la resiliencia, además de aumentar el acceso a alimentos nutritivos y seguros, reforzando el sistema de identidad local; generando empleos y oportunidades de ingresos no solo a quien produce, sino a todos los que participan de la cadena de abastecimiento disminuyendo la dependencia de alimentos producidos en otros países; fomentando los vínculos rurales y urbanos, posibilitando la utilización de residuos urbanos por compostaje o de aguas residuales como recursos; promoviendo la inclusión de grupos vulnerables en la cadena de valor, y la minimización de la huella ecológica al acortar los tiempos y distancias de provisión de alimentos, además de apoyar la gobernanza en la cadena alimentaria (FAO & RUA Foundation, 2018).

Las prácticas tradicionales de siembra de alimentos para autoconsumo, que son el origen de la agricultura urbana y periurbana, se ven reforzadas por proyectos gestionados por los gobiernos nacionales y municipales siguiendo propuestas apoyadas por organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), dentro de los marcos de la necesidad de garantizar la lucha contra el hambre, la soberanía alimentaria, la pluriactividad de la agricultura y la multifuncionalidad del territorio, y es por esto que esa tendencia es relevante como política social inclusiva.

1.2 VÍNCULOS AGROALIMENTARIOS ENTRE EL CAMPO Y LA CIUDAD

En nuestros países ha existido un vínculo social, económico y ecológico entre las comunidades rurales y urbanas cercanas, donde se establecieron ancestralmente relaciones en las cuales la población rural produce los alimentos a través del trabajo agrícola que consume la población urbana.

Estos vínculos agroalimentarios han sido sustituidos en buena parte por el comercio agrícola de la importación de alimentos, que ha dejado como resultado la falta de dependencia de las áreas agrícolas circundantes para alimentar a los habitantes de las ciudades, puesto que los alimentos provienen de lugares lejanos, generados por menos productores, consolidándose sistemas de producción agroalimentarios deslocalizados, alternándose de esta manera las ecologías locales (Hernández-Cervantes, 2019).

Algunos autores identifican el inicio de esta deslocalización en la expansión económica por la colonización de nuevos territorios en América, que implicó el intercambio de flora y fauna, y además de enfermedades epidémicas que incidieron en la extinción de especies y de comunidades; se continuó con los saqueos coloniales del siglo XVI, cuando Europa recibía grandes cantidades de alimentos de sus colonias, lo que implicó la implementación de monocultivos para acelerar la producción de bienes agrícolas, en plantaciones de azúcar y trigo en América, generando sistemas de explotación de la naturaleza y de los trabajadores, puesto se contó para esta explotación de mano de obra esclava (Moore, 2011).

En el siglo XVII se presentó una transformación agrícola capitalista, en el siglo XIX y principios del siglo XX se inició el proceso de industrialización en la agricultura y desde los años 50 se presentaron los fenómenos de la revolución verde, donde se pasó de la extensión de los cultivos a la intensificación, donde se implementaron tecnologías que sustituyen el trabajo humano y se presentan graves alteraciones medioambientales, además de promover los niveles desiguales de productividad (Moore, 2011; Hernández, 2019).

Esta nueva relación impuesta por el comercio mundial de alimentos obliga a los productores de los países menos desarrollados a aumentar los volúmenes de producción de materias primas, lo que genera sobreexplotación de los recursos. En los países con alta productividad se presentan tendencias de consumo de insumos que provienen de países en desarrollo para la producción de productos industriales finales de mayor costo, ahondando la degradación ambiental (Jorgenson, 2006).

Esto implica que las ciudades controlan el flujo de bienes, puesto que dominan las cadenas productivas del centro hacia la periferia, y así mismo, las zonas del sur rural producen alimentos para las áreas urbanas del norte global, lo que genera un intercambio desigual entre la riqueza y el trabajo, evidenciando que el comercio mundial es el que rige estas relaciones inequitativas (Hernández, 2019; Jiménez et al., 2019).

Esta visión puramente comercial se ve superada por acciones que alientan la agroecología y el pensamiento social agrario, como un movimiento de resistencia a las relaciones capitalistas de producción, con capacidad de crear sistemas más sostenibles de producción, distribución y consumo de alimentos.

La agroecología promulga la sostenibilidad de la agricultura campesina, resaltando la importancia de la economía solidaria a partir de un enfoque multidisciplinar y pudiendo ser asumida a partir de un enfoque científico, como un movimiento social de resistencia o como una técnica involucrando agricultores, educadores, investigadores, técnicos y políticos (Sarandon y Mariasas, 2015).

De una manera más práctica, la agroecología incorpora avances científicos en ecología, agronomía, soberanía alimentaria, la innovación educativa y tecnológica, y sociología rural con los saberes tradicionales y de la agricultura campesina, en un contexto político y de resistencia, considerándola como una ciencia transformadora y una opción para abordar problemáticas como el hambre, el cambio climático y la recuperación de la biodiversidad en zonas donde se cuenta con alimentos nativos ya en desuso, entre otros (Altieri, 2016).

Ambas tendencias, la agroecología y el pensamiento social agrario se orientan a priorizar el fortalecimiento del tejido social de manera formal o informal, además que contribuyen a la conservación del acervo cultural y las destrezas de los campesinos que se trasladan a las ciudades o sus alrededores, por lo que hacen de la agricultura urbana y periurbana un aspecto importante para promover políticas de inclusión social.

1.3 ¿QUÉ ES LA AGRICULTURA URBANA?

La agricultura urbana y periurbana incorpora en sus principios los modelos de producción agroecológica, las prácticas agrícolas sustentables, las prácticas ancestrales dentro de las que se encuentran las huertas de agricultura familiar para autoconsumo, la cría de animales de granja, piscicultura o ganado, la conservación de la agrobiodiversidad y, además, cultivos en terrenos que permiten generar excedentes de cosecha para comercializar (Jiménez et al., 2019; Monsalve et al., 2019).

La agricultura periurbana está relacionada con actividades agrícolas residuales que ocurren en las zonas de transición entre las ciudades y las áreas rurales (Opitz et al., 2016). En relación con las áreas urbanas, las áreas periurbanas se caracterizan por densidades de población más bajas, infraestructura relativamente pobre y áreas de tierra más grandes para la agricultura (Piorr et al., 2011).

Se considera que la agricultura urbana se desarrolla en pequeñas superficies como solares, antejardines, terrazas, huertos, recipientes en terrazas o paredes y lotes urbanos comunitarios situados dentro de la ciudad, para la venta en los mercados comunitarios. Muchos de estos cultivos se hacen en barrios marginales y utilizan recursos locales como terrenos baldíos, mano de obra, agua tratada y desechos sólidos, entre otros (Cantor, 2010).

La agricultura urbana se caracteriza por tener los huertos comunitarios, las parcelas, los huertos traseros y los huertos en las azoteas en que las verduras y las hierbas si-

guen siendo el principal producto representativo. Las verduras y las plantas aromáticas en la agricultura urbana desempeñan funciones nutricionales, mientras que los alimentos con alto contenido calórico de la agricultura periurbana contribuyen de manera más profunda a la seguridad alimentaria. Por lo tanto, la agricultura urbana y periurbana ofrecen en conjunto contribuciones fundamentales para la sostenibilidad de las ciudades (Ayambire et al., 2019).

Igualmente, se incluyen dentro del concepto no solamente la producción de frutas, hierbas y hortalizas, sino también la de plantas para medicina tradicional, fibras para artesanía y flores. Su cadena de valor incluye que sus cosechas se procesen en mermeladas, conservas, frutas secas, verduras procesadas o alimentos tradicionales, generando valor agregado a sus productos (Moreno, 2007).

Los motivos por los cuales se origina la agricultura urbana son los siguientes: la necesidad económica de comunidades marginadas para reducir sus gastos en la compra de alimentos y la posibilidad de comercializar excedentes; el crecimiento no planificado de las ciudades que absorben terrenos dedicados a la agricultura, permitiendo la utilización de espacios remanentes para la producción de alimentos; la acción institucional en temas relacionados con la seguridad alimentaria para mejorar los resultados por el acceso a alimentos frescos y sanos, y por la posibilidad de conservar el arraigo cultural de los campesinos que se desplazan a las ciudades (Cantor, 2010; Méndez et al., 2011; Monsalve et al., 2019).

La agricultura urbana y periurbana va de la mano de movimientos sociales que promulgan este tipo de agricultura como una estrategia de adaptación al cambio climático por la utilización de prácticas de la agroecología, la constitución de redes entre productores y consumidores que fortalecen el tejido social, y su importancia en el logro del acceso a alimentos sanos, frescos y de buena calidad.

La agricultura urbana puede contribuir a cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), a través de las funciones ecológicas que pueden mitigar el impacto ambiental adverso de las ciudades (meta 11.6 de los ODS) y mejorar el acceso de las personas a los espacios verdes (meta 11.7 de los ODS). Del mismo modo, las funciones socioeconómicas de la agricultura urbana y periurbana pueden mejorar los vínculos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales (meta 11a de los ODS), y promover la eficiencia en el uso de recursos y mejorar la adaptación al cambio climático (meta 11b de los ODS). Además, el potencial de generación de empleo e ingresos de la agricultura urbana y periurbana puede acelerar la reducción de la pobreza (ODS No. 1) (Ayambire et al., 2019).

En otras de las características ecológicas, la agricultura urbana utiliza desechos y materiales reciclados de los residuos vegetales después de la cosecha o de los desechos

de la cocina (Mees & Stone, 2012), y depende del riego para la producción durante todo el año (Ackerman, 2011). En relación con las características socioeconómicas, la agricultura urbana involucra a jardineros que suelen ser residentes locales, migrantes o niños, mientras que los agricultores que se dedican a la agricultura periurbana son profesionales (Armstrong, 2000). La motivación para participar en la agricultura urbana incluye ejercicio y salud, recreación, provisión de alimentos, experiencia en la naturaleza e ingresos suplementarios (Turner, 2011). Por otro lado, la motivación para dedicarse a la agricultura periurbana es principalmente la generación de ingresos (Opitz et al., 2016), sin embargo, la seguridad alimentaria sigue siendo un factor esencial.



En ese contexto, la agricultura urbana y periurbana tienen varios matices, dado que las prácticas a pequeña escala de la agricultura ecológica, que se presentan esencialmente en países europeos, se dan como una respuesta a conceptos vinculados con la relación entre la ciudad y el campo, como práctica individual y colectiva para proveerse de alimentos; pero esencialmente como instrumento para mejorar la conciencia al respecto de la relación entre la supervivencia y la alimentación.

En Colombia se presentan dos corrientes, una como un fenómeno de barrios marginales, que nació como una oportunidad de mantener el arraigo de los campesinos que se desplazaron a las ciudades, y en buena parte por la posibilidad de producir alimentos y vender los excedentes, y otra, en fenómenos de agricultura urbana, liderados por las administraciones de ciudades como Medellín y Bogotá, pensadas como procesos para promover la inclusión, la relación comunitaria a partir de la producción e intercambio de alimentos, el establecimiento de circuitos de comercialización (mercados campesinos) y plataformas web de compra de alimentos administradas por las organizaciones sociales o las alcaldías, además de la creación de rutas agroecológicas para promover la comercialización y garantizar que los agricultores se motiven a dar continuidad a los procesos (Méndez et al., 2011; Torres, 2016).

Dentro de las problemáticas presentadas por los detractores de la agricultura urbana y periurbana, se encuentran la generación de impactos negativos en la salud humana por la falta de regulación de estas actividades debido a la utilización de suelos y aguas contaminadas, además que algunos planificadores urbanos consideran que la agricultura se debe hacer únicamente en zonas rurales, para permitir que se dé uso al suelo urbano en sectores más rentables que el agrícola y que los programas institucionales pueden motivar migraciones de campesinos a la ciudad (Méndez et al., 2011).

Los sistemas agroalimentarios de las ciudades son multidimensionales y deben dar soluciones sustentables, que integren las relaciones de hombre, naturaleza, sociedad y cultura, desde las diversas formas que presenta la agricultura urbana y periurbana, y los intereses y necesidades de quienes la practican.

1.4 SISTEMAS AGROALIMENTARIOS DE LAS ÁREAS URBANAS

Los sistemas agroalimentarios en las ciudades presentan particularidades, pues en ellos inciden los medios de aprovisionamiento, que pueden incluir alimentos producidos en la ciudad, sus alrededores o fincas cercanas de pequeños y grandes productores, y a su vez alimentos producidos y procesados en otros países, además de los hábitos de consumo de sus habitantes (RUF Foundation, 2018a).

Las experiencias que se comparten en torno a la agricultura urbana y periurbana son comunes a la mayoría de los países, pues implican la pérdida de costumbres y usos

de las huertas caseras por las limitaciones de espacio, aunado a la ruptura del vínculo productivo y cultural que implicaba la visita a plazas de mercado donde se relacionaban productores y consumidores; el abandono de las iniciativas de defensa de espacios agrarios, de la agricultura y sus agricultores, y la irrupción de los supermercados que cambiaron hábitos de compra e incrementaron el consumo de alimentos procesados, lo que genera rupturas culturales alejando al campo y la ciudad (GIZ et al., 2016; Mata-Olmo, 2018; RUIAF, 2018a).

Esto se acentúa con el modelo de producción y consumo desigual que funciona a través de la logística y aprovisionamiento a escala global que se ha consolidado, generando procesos de degradación ambiental e insatisfacción alimentaria global, además de generar hambre aún en los trabajadores de la producción agrícola y fenómenos graves de desigualdad en el consumo, lo que ha generado opciones en los mercados agroalimentarios, muchos de ellos en las áreas urbanas, que se orientan a la promoción de las producciones locales (Giraldo et al., 2016; Delgadillo-Macías y Sanz-Cañada, 2018).

Lo que hace que el sistema agroalimentario de una ciudad sea complejo, puesto que implica muchos factores como el suministro de alimentos, los usos del suelo, los fenómenos de desplazamiento de los pobladores rurales por la urbanización; la disponibilidad, el uso y consumo de agua; las particularidades del transporte por el estado de las vías y los costos, la distribución y los sistemas de comercialización, donde se presentan numerosos intermediarios que encarecen el acceso a alimentos de calidad (RUIAF Foundation, 2018b).

Igualmente, dentro de esa complejidad se deben considerar los vínculos de lo rural y lo urbano, y elementos de políticas públicas como la garantía a sus habitantes de los derechos humanos, la seguridad alimentaria y nutricional, la multifuncionalidad de la agricultura, las problemáticas asociadas a los recursos de aire, suelo y agua, y el fenómeno del cambio climático (Renting, 2013).

En consecuencia, las condiciones urbanas y periurbanas establecen varios tipos de productores, desde los que viven en barrios tradicionales amenazados por la expansión urbana, lo que limita la posibilidad de establecer producción de alimentos; los que se incorporan a la producción desde las cercanías de las ciudades; los productores que han adoptado tecnologías altamente eficientes; los que producen por contratos de producción y comercialización, y los agricultores orgánicos o ecológicos que también tienen sus propios canales de comercialización (Carral, 2003).

Esto se une a las demandas de movimientos sociales que pregonan la insostenibilidad del actual modelo de las ciudades, promoviendo principios de sostenibilidad, gobernanza y agricultura circular, integración de agricultura y alimentación, distribución

justa y consumo de alimentos seguros, sanos, frescos y ecológicos, en respuesta a la pérdida de la soberanía alimentaria, la rápida expansión urbana y la imposición de sistemas agroalimentarios globalizados (Ángel-Osorio et al., 2018; Mata-Olmo, 2018).

Esta diversidad y complejidad implica que este fenómeno debe ser abordado desde lo social, lo ambiental, lo tecnológico y lo económico, para dar respuesta a los retos que implica la articulación de lo rural y lo urbano, y las nuevas prácticas campo - ciudad.

1.5 PRÁCTICAS QUE PROMUEVEN LA AGRICULTURA URBANA

A continuación, se presentan las prácticas con potencial de promover el crecimiento y el sustento de la agricultura urbana:

- 1.** Jardinería en el traspatio: la jardinería en el patio traspatio o patio trasero implica el cultivo de cultivos en espacios domésticos privados y físicamente cerrados, denominados “patios traseros”, principalmente para el consumo doméstico (Armar-klemesu & Maxwell, 2000). Los cultivos que se cultivan comúnmente en los huertos traseros incluyen verduras y plantas aromáticas, frutas, raíces, tubérculos y cereales (Potutan et al., 2002).
- 2.** Jardinería en contenedores: en este tipo de agricultura urbana los agricultores cultivan frutas y verduras en contenedores especiales (Deveza & Holmer, 2002). La agricultura en contenedores también se conoce como agricultura en sacos. El cultivo (principalmente hortalizas) se coloca en sacos verticales (Peprah et al., 2014) que se pueden colgar en una ventana, en el patio o al aire libre.
- 3.** Modelos de agricultura integrados en edificios: utiliza espacios interiores (por ejemplo, paredes y balcones) o exteriores en edificios (por ejemplo, tejados) como medio para cultivar plantas de interés agrícola (Specht et al., 2015). Los sistemas se están volviendo cada vez más comunes en ciudades grandes y con escasez de tierra principalmente debido a su contribución al uso eficiente del espacio (Ayambire et al., 2019).
- 4.** Cultivos sin suelo: se utiliza a través de películas plásticas que utiliza tecnología de geles de hidrogel, que hace posible el cultivo en una membrana hidráulica. La hidro membrana absorbe el agua y los nutrientes suministrados a las plantas por

medio de un sistema de goteo. La principal ventaja de la tecnología es su eficiencia en el uso de agua y fertilizantes de hasta el 90 % y el 80 %, respectivamente. Se aumenta la productividad hasta en un 50 %, este modelo es usado en granjas en Japón donde practican la agricultura con películas; China, Pakistán, Nigeria y el Reino Unido también han utilizado esta tecnología (Ayambire et al., 2019).

Otros sistemas que se utilizan sin suelo son los cultivos en aeroponía en el cual se cultiva en el aire. La tecnología promueve la eficiencia en el uso del agua y requiere un espacio limitado para montar y poner en funcionamiento (Richman, 2015). Estos atributos la convierten en una opción apropiada a considerar para mantener la agricultura urbana en las ciudades que se urbanizan rápidamente. A diferencia de la aeroponía, la hidroponía depende del agua, el desarrollo del cultivo de plantas se realiza mediante el uso de una solución nutritiva en un medio con agua, la grava o la solución de nutrientes en suspensión pueden ayudar a las plantas cultivadas con tecnología hidropónica. Las tecnologías aeropónicas e hidropónicas se utilizan en ciudades como Newark, Nueva Jersey, Ibiza, España, San Francisco, California, Memphis, Tennessee, Chicago, Illinois, Orlando y Florida, entre otros. Los rendimientos de la aeroponía y la hidroponía son aproximadamente 390 y 100 veces más altos, respectivamente, que los cultivos de campo. Ambas tecnologías promueven el uso limitado del espacio, la eficiencia del uso del agua y el uso limitado de productos químicos (Ayambire et al., 2019).

1.6 CONTEXTO GLOBAL

Las áreas periurbanas metropolitanas son espacios rurales donde los cambios estructurales como las fluctuaciones de precios, la sucesión, el envejecimiento de los agricultores y la productividad se ven amplificadas por la proximidad a los centros urbanos (Butt, 2013; Houston, 2005). En todas las ciudades australianas, la agricultura es una actividad económica marginal que contribuye con menos del 1 % a las economías locales (Rawnsley, 2017).

La agricultura periurbana ofrece múltiples beneficios económicos y no económicos. Los beneficios económicos incluyen el empleo local, el crecimiento de la agroindustria local, el efecto multiplicador y el acceso a una variedad de mercados sin mayores costos de transporte. Los beneficios no económicos incluyen funciones de los ecosistemas (agua, suelo y calidad del aire, y biodiversidad), recreación y patrimonio, coherencia comunitaria, calidad de vida, oportunidades de educación, salud, y turismo (Brinkley, 2012; Brown & Reeder, 2007; Hellerstein et al., 2002).

En los países europeos y la región mediterránea, la agricultura urbana se clasifica como granjas urbanas, huertas parciales y parques agrícolas (Rosa et al., 2014). Aún más ampliamente, en Alemania, la agricultura urbana se puede clasificar en agricultura urbana profesional (comercial) y jardinería urbana (no comercial) (Pölling et al., 2016). En América del Norte, con base en la gestión y la rentabilidad, la agricultura urbana se puede dividir en huertos comunitarios, granjas comunitarias, granjas comerciales y granjas institucionales (Cohen y Reynolds, 2014).

En Chicago (USA), Vancouver (Canadá) y ciudades de toda Europa, los huertos parciales están regulados como una categoría de uso de la tierra independiente con algunas restricciones. En San Francisco, varias agencias gubernamentales colaboran para apoyar los huertos comunitarios y otras formas de agricultura en terrenos públicos de propiedad de la ciudad (Napawan, 2014). La ciudad de Seattle adaptó la zonificación de parques urbanos para incluir jardines comunitarios, lo que fue posible gracias a la acción de múltiples agencias y la colaboración con partes interesadas públicas y privadas (Hou & Grohmann, 2018).

En Latinoamérica, los gobiernos de Argentina, Brasil y Cuba han adoptado planes nacionales y políticas para promover la horticultura urbana y periurbana (FAO, 2015). En el caso particular de Cuba, se promueven las huertas urbanas y periurbanas desde principios del decenio de 1990, en este país, el sector representa el 60 % de la producción hortícola, y el consumo per cápita de los cubanos de frutas y hortalizas supera el mínimo recomendado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

En la ciudad de Sao Paulo se han desarrollado políticas para la implementación de leyes y programas centrados en las diversas expresiones de la agricultura urbana. Desde 2002, las autoridades perciben la agricultura urbana como una forma de promover la inclusión social, combatir el hambre, utilizar tierras ociosas, fomentar la solidaridad y la cooperación comunitaria, en el 2004 termina con el programa de agricultura urbana y periurbana (Nagib, 2018; Nakamura, 2017).

Debido a esta política para la agricultura urbana, en el 2011 se creó la Cooperativa Agroecológica de los Productores Rurales y de Agua Limpia de la Región Sur de São Paulo (COOPERAPAS, Cooperativa Agroecológica dos Produtores Rurais y de Água Limpa da Região Sul de São Paulo) (Nagib y Nakamura, 2020). Una referencia en la práctica de la agroecología en el área periurbana y la economía solidaria (Singer, 2002; Nakamura, 2017). En 2015, el gobierno local hizo obligatorio incluir alimentos orgánicos o agroecológicos en las escuelas bajo el Sistema de Educación Municipal y en el 2016, se estableció la Política Municipal para la seguridad alimentaria y nutricional. Estas estrategias han contribuido a mantener calidad nutricional en los pobladores de la ciudad.



En la ciudad de Sao Paulo también se cuenta con otras experiencias relacionadas con jardines comunitarios “horticultores urbanos” donde se fomenta el intercambio de experiencias e información relacionadas con la agricultura urbana a escala doméstica o comunitaria desde 2011. Aquí se reúne a entusiastas del tema cuyo interés es inicial para discutir sobre la producción de alimentos en la ciudad, pero también tenía como objetivo llevar ese activismo a los espacios públicos (Nagib, 2018).

En marzo de 2018, se anunció públicamente la Unión de Jardines Comunitarios de São Paulo (UHCSPP), un colectivo legal informal (compuesto por 15 jardines comunitarios) que han aprovechado las transformaciones socioespaciales y políticas en la metrópoli debido a su activismo a favor de jardines comunitarios, que se perciben como centros de educación ambiental, reconexión con la naturaleza y sensibilización sobre la producción y el consumo de alimentos orgánicos en la ciudad (Nagib y Nakamura, 2020).

En Victoria (Australia) se han comprometido a promover la agricultura sostenible a través de múltiples estrategias, políticas y programas como las granjas más inteligentes y

seguras, jóvenes agricultores, red de innovación alimentaria, plan de gestión de Green Wedge y planificación de industrias animales sostenibles (Spataru et al., 2020).

En el Plan Melbourne (Australia) 2017-2050 se centra en una forma urbana policéntrica, con los centros de las ciudades vinculados mediante de ‘una red de clúster, centros, recintos y puertas de entrada’ (principio 3) y en la planificación urbana diseñada en torno al concepto de barrios de 20 min (principio 4). En segundo lugar, las áreas periurbanas del Gran Melbourne se mencionan específicamente junto con las cuñas verdes, lo que sugiere el reconocimiento de su carácter. Por último, la protección de áreas agrícolas claves tiene un alcance más amplio que las preocupaciones económicas e incluye la preservación del valor del paisaje y la biodiversidad (DELWP, 2017).

Las ciudades asiáticas también han iniciado políticas intersectoriales para apoyar la agricultura urbana comercial. En Taiwán, con una creciente comunidad de consumidores de alimentos orgánicos (Chen, 2007), el gobierno apoya activamente la agricultura orgánica a través de subvenciones y experiencia técnica. Taipéi lanzó una “Iniciativa Ciudad Jardín” que incluye inversiones estratégicas y del sector público en jardines comunitarios, escolares y en azoteas por intermedio de alianzas creativas entre la sociedad civil y el público (Hou, 2018). “Roof top Republic” de Hong Kong es un ejemplo de agricultura integrada en edificios.

El entorno urbano de alta densidad, lleno de edificios y carreteras, ha provocado una creciente preocupación por los problemas medioambientales y la necesidad de promover un entorno urbano sostenible (Ann et al., 2020). Los techos verdes de Hong Kong han atraído mucha atención en los últimos años y se están instalando en plataformas de podio y techos de edificios, diseñados para cuatro propósitos principales: producción de alimentos, recreación activa, reutilización de desechos (compost, aguas pluviales) y oportunidades educativas (Hui, 2011).

China integró la producción de alimentos en el desarrollo urbano desde el decenio de 1960. Hacia el año 2015, más de la mitad del suministro de hortalizas de Beijing procede de los propios huertos comerciales de la ciudad y cuesta menos que los productos transportados desde zonas alejadas. Por su parte en Vietnam, Hanói y sus alrededores se destaca por producir más de 150.000 toneladas de fruta y hortalizas al año (FAO, 2015a).

En Singapur, con una alta densidad de población, tiene relativa seguridad alimentaria, ocupando el puesto 1/113 en el índice de seguridad alimentaria mundial (The Economist Group, 2019) y con un ingreso per cápita de US\$ 58.770 (The World Bank, 2019). Lo curioso acerca de la seguridad alimentaria de Singapur debido a que el 90 % de los alimentos se importan (Singapore Food Agency, 2019). Dependier de las importaciones de alimentos para satisfacer la mayor parte de la demanda de alimentos de una nación

no es algo único; refleja una tendencia mundial en países de alta urbanización, altos ingresos e importadores netos de alimentos, como Arabia Saudita, Japón, Reino Unido, Alemania y Estados Unidos (Escaler et al., 2010).

Tres cuartas partes de la tierra en Singapur son propiedad del gobierno y la Autoridad de Tierras de Singapur, responsables del desarrollo y la regulación de los recursos de la tierra, que tiene como objetivo aumentar la autosuficiencia, desarrollando una visión de 30 por 30 para cultivar suficientes alimentos para cumplir con el 30 % de demanda alimentaria para 2030 (Singapore Food Agency, 2019). La Autoridad de Reurbanización Urbana de Singapur ha lanzado un programa para motivar a los constructores privados a proporcionar vegetación, que incluye la producción de cultivos, en los pisos superiores de los edificios de gran altura (Ayambire et al., 2019).

Las ciudades en urbanización intensiva enfrentan la doble amenaza de la inseguridad alimentaria urbana y la escasez de tierras, y los usos multifuncionales del suelo urbano que integran en lugar de separar la agricultura de otros usos del suelo podrían ser una adaptación fundamental para la sostenibilidad de las ciudades futuras. De acuerdo con el Plan Maestro de 2019 de Singapur las granjas urbanas estarán ubicadas en tierras divididas en zonas para los siguientes usos: negocios 1 y 2, sitios comerciales, residenciales y de reserva.

Por ejemplo, una granja urbana está ubicada en la azotea de un centro comercial (comercial), mientras que una granja planificada que integra cuidado de ancianos y niños se ubicará en un antiguo sitio escolar (residencial). Los cambios de política coinciden con los cambios en el uso real de la tierra en la agricultura; sin embargo, los cambios en la política han permitido que nuevas granjas ocupen tierras que no están específicamente clasificadas para la agricultura (Ann et al., 2020). Estas son las medidas que toma Singapur para garantizar una seguridad alimentaria autosuficiente para el 2030 y adaptarse al cambio climático.

La diferenciación de los tipos de agricultura urbana también puede derivarse de productos como la pesca, los huertos comunitarios y parcelarios, las cosechas de bosques, los huertos hortícolas, el ganado menor, las hortalizas hidropónicas y los productos de mercado a mayor escala (Smit et al., 1996). En Sudáfrica la agricultura urbana se basa específicamente en el tipo de actividades que ocurren en el país, como la recolección de arroz, la cría de patos y peces, y también la fabricación de ladrillos en los campos de arroz mientras se espera la próxima temporada de siembra (Aubry et al., 2012).

En el continente africano, particularmente Ghana, la jardinería en el patio trasero constituye la segunda forma más grande de agricultura urbana después de la agricultura en espacios abiertos (Adeoti et al., 2012). En Dakar, se destaca el proyecto de la FAO

que apoyó el inicio de microhuertos en patios y azoteas. Estos huertos producen por metro cuadrado al año hasta 30 kg de tomate, lechuga y frijoles, lo que se traduce en la duplicación del consumo de hortalizas entre las familias participantes (FAO, 2015a).

1.7 LAS EXPERIENCIAS DE AGRICULTURA URBANA Y PERIURBANA DESDE LOS SISTEMAS AGROALIMENTARIOS LOCALIZADOS (SIAL)

Los desequilibrios en las condiciones de producción, acceso a crédito y tecnología, alta rentabilidad económica y comercialización utilizando las cadenas de valor de carácter global, además de las repercusiones medioambientales de los monopolios agrícolas, han generado a nivel mundial el nacimiento y la consolidación de redes alimentarias alternativas para atender determinados segmentos de consumidores, dentro de los que se cuentan los grupos de consumo, los huertos sociales y comunitarios, los productos con denominación de origen, los mercados de productores muchas veces apoyados por plataformas logísticas que acercan a agricultores y consumidores o los contratos públicos que incluyen condiciones relacionadas con lo social y el cuidado del medio ambiente, aunque su presencia e incidencia es todavía incipiente en regiones como Europa, América Latina y Asia (Delgadillo-Macías y Sanz-Cañada, 2018).

Este fenómeno ha logrado el fortalecimiento de dinámicas de proximidad organizativa entre agentes de la cadena alimentaria o entre productores y consumidores, basados en factores diferenciadores enfocados en la demanda de los compradores, como la calidad diferencial orientada a los productos orgánicos o de producción limpia, el respeto al medio ambiente en su producción, la mejora de la calidad de vida de sus agricultores, el respeto al medio ambiente y la disminución de la huella hídrica o la huella de carbono, entre otros (Delgadillo-Macías y Sanz-Cañada, 2018).

Los Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL) reúnen cuestiones como territorio con sus recursos específicos, además de sus realidades sociales y culturales, su relación con los alimentos, su cultivo y accesibilidad, además de los usos, tradiciones, costumbres asociadas y la gobernanza, que considera conflictos y propuestas de desarrollo, las relaciones de las sociedades locales y las instituciones, normas y regulaciones que permiten valorizar las actividades económicas relacionadas con los alimentos (Torres, 2016).

En Latinoamérica estos circuitos de proximidad se plantean desde prácticas tradicionales como pueden ser los mercados de intercambio y trueque; las ferias ecológicas, los mercados campesinos de los fines de semana y los que ofertan únicamente productos orgánicos o limpios producidos por campesinos, los programas de asistencia social que adquieren sus productos a las asociaciones de agricultores urbanos y periurbanos, entre otros, puesto que se plantean como una alternativa al comercio formal y de las multinacionales (Hernández-Cervantes, 2019).

Para algunos autores esta es una visión romántica, planteando que las pautas de consumo, dada la importancia que se le da al control de la obesidad o las enfermedades cardiovasculares, pueden sesgar el acceso a estos alimentos a sectores con más capacidad de ingreso, además de dejar de lado el consumo de alimentos tradicionales como tubérculos o cereales y a productos tradicionales preparados altos en grasa y azúcares, tan comunes en nuestra cultura (Requier-Desjardins, 2016).

Este movimiento nace de la evaluación del fracaso de las políticas de apoyo a la agroindustria rural, que pretendía mayor generación de valor agregado mediante la realización de actividades poscosecha como la transformación de productos alimentarios, su acondicionamiento y mercadeo, que a finales de los 90 tuvo que enfrentarse al contexto de las importaciones, la estandarización del consumo mundial y los nuevos hábitos de consumo (Boucher, 2016).

La noción de los SIAL, nace en los años 90 de la relación entre productos alimenticios propios del territorio, saber hacer a nivel local y los actores en el marco territorial, considerando las formas de organización económica que propiciaban la movilización de recursos locales, como formas de producción colectiva para proveer alimentos, generando externalidades positivas entre proveedores, transformadores y demás integrantes de la cadena de valor, además de articular y potenciar la sinergia entre los actores.

Actualmente, se reconoce la multifuncionalidad del territorio, pues promueve diversas actividades como el agroturismo, la agricultura, la manufactura, las artesanías, desde un enfoque rural amplio y diversificado, a partir de enfoques holísticos. Un ejemplo exitoso sobre la integración de la agricultura urbana y la recuperación de las costumbres tradicionales, es la Ruta del Nopal en Ciudad de México, donde se integra la oferta gastronómica ancestral local, con el alojamiento en casas rurales y el recorrido “de la tierra a la mesa”, donde se integra la producción de nopal, la producción de mole, la medicina tradicional y la cocina ancestral, además de las acciones de cuidado ambiental desarrolladas por los habitantes de Milpa Alta (Thomé-Ortiz et al., 2014).

En Colombia, el modelo se ha desarrollado haciendo énfasis en las agroindustrias ubicadas en la periferia urbana, que integran lo rural con lo urbano, fuertemente relacio-

nadas con las condiciones productivas de los territorios. Ejemplos son las empresas que producen bocadillo en Vélez Santander, las familias productoras de piña en El Peñón en Bolívar, la producción de panela en Supía, las plantas aromáticas y medicinales de Ibagué, y la producción de bizcochos de achira en Altamira, Huila.

1.8 CONTEXTO COLOMBIANO

En Colombia la agricultura urbana ha sido promovida a través de las instituciones públicas de los Jardines Botánicos como en Medellín y Bogotá. En Bogotá mediante el Acuerdo 605 de 2015, la Administración Distrital “estableció los lineamientos para institucionalizar el programa de Agricultura Urbana y Periurbana Agroecológica de manera sostenible y de bajos costos para la ciudad. De igual manera, este programa contribuirá con la adaptación del cambio climático utilizando prácticas propias de la agroecología, el fortalecimiento del tejido social por medio de las redes y grupos de trabajo para el establecimiento de cultivos limpios y, por último, favorecerá la disponibilidad de alimentos sanos en las huertas de los hogares” (JBB, 2020, párr. 1 y 2).

En los barrios marginales del sur de Bogotá se han desarrollado proyectos liderados por el PNUD con el apoyo de las diferentes alcaldías, de producción y comercialización de alimentos en los supermercados de la ciudad, destacándose la socialización de prácticas de hidroponía popular liderada por mujeres, que establecen cultivos de papa, arveja, maíz, especies ancestrales andinas como cubios, ibias y ullucos, tomates y lechugas (Marulanda-Tabares, s.f.).

En Medellín se presentan experiencias lideradas por la alcaldía, con el apoyo técnico del Jardín Botánico, en el Proyecto Educativo Ambiental Comunitario Ecohuertas Urbanas que se ha extendido a otros municipios de Antioquia, incluyendo recorridos urbanos para sensibilizar a los participantes en la importancia de controlar los residuos sólidos, las giras educativas para mostrar la experiencia, los encuentros de saberes para conocer prácticas alimentarias saludables e intercambios de semillas y las ferias agroecológicas que facilitan la comercialización de los productos (Gómez-Rodríguez, 2014).

En Cali, liderado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), se han desarrollado procesos de iniciativas locales de agricultura urbana denominada “Huertas pal barrio”, orientadas esencialmente al autoconsumo y a generar espacios de construcción de tejido social (Mosquera-Becerra et al., 2018).

Además, otros municipios promocionan las huertas urbanas y periurbanas en forma de huertos escolares, huertos urbanos o huertos comunitarios, junto con estrategias de comercialización donde el productor es el distribuidor, como una posibilidad de recuperar prácticas que eran muy arraigadas hasta mediados del siglo pasado y para promover la seguridad alimentaria de comunidades marginadas.

1.9 CONSIDERACIONES FINALES

Aunque la agricultura rural sigue siendo la fuente más relevante de alimentos para la gran mayoría de la población, la producción de comida en zonas urbanas y periurbanas está tomando fuerza en todo el mundo para suministrar a los habitantes de las ciudades alimentos frescos, en especial frutas y verduras, lo que implica desafíos como los de los procesos de planificación urbana y ambiental, gestión de los recursos como agua y suelos, garantía de la inocuidad, mecanismos de apoyo técnico a los productores, entre otros.

Las acciones relacionadas con la agricultura urbana y periurbana están en auge, aunque su adopción todavía no es relevante en la producción de alimentos para consumo en las ciudades, por lo que se requiere que los gobiernos generen políticas públicas para promoverlas y garantizar su viabilidad.

Las acciones relacionadas con la agricultura urbana y periurbana están en permanente cambio, van desde los agricultores tradicionales o los orgánicos, los productores de autoconsumo, los “nuevos” agricultores y aquellos que quieren adoptar las últimas tecnologías, además de la implementación de nuevos sistemas de organización social en torno a la producción agrícola o las asociaciones y productores que integran los cultivos, la agroindustria, el turismo, la gastronomía y las artesanías, lo que refuerza la relación nueva ruralidad y los vínculos entre la ciudad y el campo, y la revalorización de lo rural.

Existen retos vinculados con la adopción de tecnologías de punta como pueden ser los diseños de granjas urbanas, la agricultura vertical o la agricultura de interiores, la utilización de hidroponía, la iluminación con luces artificiales o el control de las condiciones climáticas con sensores remotos que permiten la minimización de la mano de obra o la optimización de semillas para dichas condiciones, que abren perspectivas alentadoras pero a la vez, que pueden desvirtuar a la agricultura urbana y periurbana como una alternativa para mitigar el hambre y las condiciones sociales desiguales.

1.10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ackerman, K. (2011). *The Potential for Urban Agriculture in New York City: Growing Capacity, Food Security, and Green Infrastructure*. Columbia University.

Adeoti, A. I., Cofie, O., & Oladele, O. I. (2012). Gender analysis of the contribution of urban agriculture to sustainable livelihoods in Accra, Ghana 0046, 236-248. <https://doi.org/10.1080/10440046.2011.620229>

Altieri, M. A. (2016). Impactos de la agroecología en algunos países latinoamericanos: una aproximación histórica. *Leisa, Revista de Agroecología*, 32(3), <http://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol32n3.pdf>

Ángel-Osorio, J., Cabrera, M. I., Nieto, L. E. y Giraldo, R. (2018). *La Agroecología como geopoética*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). <https://doi.org/10.22490/9789586516488>

Ann, J., Sweeney, E., Wong, B., Sian, CH., Yao, H., & Prabhudesai, M. (2020). Feeding cities: Singapore's approach to land use planning for urban agriculture. *Global Food Security* 26, <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100377>

Armar-klemesu, M., & Maxwell, D. (2000). Accra: Urban Agriculture as an Asset Strategy, Supplementing Income and Diets. *Grow. Cities, Grow. Food Urban Agric. Policy Agenda*.

Armstrong, D. (2000). A survey of community gardens in upstate New York: implications for health promotion and community development. *Heal. Place* 6, 319-327.

Aubry, C., Ramamonjisoa, J., Dabat, M., Rakotoarisoa, J., Rakotondraibe, J., & Rabeharisoa, L. (2012). Urban agriculture and land use in cities: an approach with the multifunctionality and sustainability concepts in the case of Antananarivo (Madagascar). *Land Use Policy* 29 (2), 429-439. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.08.009>

Ayambire, R. A., Amponsah, O., Peprah, Ch., & Appiah, S. (2019). A review of practices for sustaining urban and periurban agriculture: Implications for land use planning in rapidly urbanizing Ghanaian cities. *Land Use Policy* 84, 260-277. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.03.004>

Boucher, F. (2016). Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL) en América Latina. En *Territorios en movimiento. Sistemas agroalimentarios localizados, innovación y gobernanza*. Torres Salcido, G. (Ed.). 978-607-8450-53-4 Bonilla (Eds.). 978-607-02-8220-1 (UNAM)

Brinkley, C. (2012). Evaluating the benefits of peri-urban agriculture. *J. Plan. Lit.* 27 (3), 259–269. <https://doi.org/10.1177/0885412211435172>

Brown, D. M., & Reeder, R. J. (2007). Farm-based recreation: a statistical profile, Economic Research Report Number 53, United States Department of Agriculture. Economic Research Service. https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/45941/12871_err53.pdf?v=0

Butt, A. (2013). Exploring peri-urbanization and agricultural systems in the Melbourne region. *Geogr. Res.* 51 (2), 204–218. <https://doi.org/10.1111/1745-5871.12005>

Cantor, K. (2010). Agricultura urbana: elementos valorativos sobre su sostenibilidad. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 7(65), 61-87. <http://www.scielo.org.co/pdf/cudr/v7n65/v7n65a04.pdf>

Carral, G. T. (2003). *Civilización, ruralidad y ambiente*. Universidad de Chapingo. Plaza y Valdés (p. 241).

Chen, M. F. (2007). Consumer attitudes and purchase intentions in relation to organic foods in Taiwan: moderating effects of food-related personality traits. *Food Qual. Prefer*, 18(7), 1008–1021.

Cohen, N., & Reynolds, K. (2014). Resource needs for a socially just and sustainable urban agriculture system: lessons from New York City. *Renew. Agric. Food Syst*, 30(1), 103–114. <https://doi.org/10.1017/s1742170514000210>

Delgadillo-Macías, J. y Sanz-Cañada, J. (2018). Sistemas agroalimentarios de proximidad. Contextos rururbanos en México y España. (Colección agenda pública para el desarrollo regional, la metropolización y la sustentabilidad. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas (p. 277). *Investigaciones Geográficas*, 0(101). <http://dx.doi.org/10.14350/rig.60105>

DELWP. (2017). Plan Melbourne 2017-2050. Victoria State Government: Department of Environment, Land, Water and Planning.

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), & Fundación RUAF. (2016). City Region Food Systems and Food Waste Management. <http://www.fao.org/3/a-i6233e.pdf>

Deveza, K. S., & Holmer, R. J. (2002). Container Gardening: A Way of Growing Vegetables in the City*, Fruits. Xavier University College of Agriculture.

Escaler, M., Teng, P., & Caballero-Anthony, M. (2010). Ensuring urban food security in ASEAN (Association of South East Asian Nations): summary of the findings of the food security expert group meeting held in Singapore 4–5 August 2010. *Food Security* 2(4), 407-411. <https://doi.org/10.1007/s12571-010-0083-2>

FAO. (2015). *Horticultura urbana y periurbana. Ciudades más verdes. Buena gobernanza*. <http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/es/hup/gobernanza.html>

FAO. (2015a). *Crear ciudades más verdes: seguridad alimentaria y nutricional*. <http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/es/hup/alimentos.html>

FAO, FIDA, OMS, UNICEF. y WFP. (2019). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2019. Protegerse frente a la desaceleración y el debilitamiento de la economía*. <http://www.fao.org/3/ca5162es/ca5162es.pdf>

FAO, OPS, WFP. y UNICEF. (2019). *Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe 2019*. 135. FAO. <http://www.fao.org/3/ca6979es/ca6979es.pdf>

Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO. & RUAF Foundation. (2018). City Region Food Systems Building Sustainable and Resilient City Regions. <https://ruaf.org/document/city-region-food-systems-what-and-why/>

Food for the Cities Initiative FCIT. (s.f.). Seguridad alimentaria, nutrición y medios de subsistencia. <http://www.fao.org/fcit/nutrition-livelihoods/es/>

Giraldo, R., Nieto, L. E. y Cabrera, M. I. (2016). *Caminos de reexistencia en América Latina*. Libros Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/book/issue/view/206>

GIZ, J. R., GIZ, N. M., Zúñiga, G., Rivera, H., Arguello, X. y Burbano, J. (s.f.) *Mirada analítica-evaluativa del estado del arte de iniciativas para integrar cambio climático en cadenas de valor agropecuarias*.

Gómez-Rodríguez, J. N. (2014). *Agricultura urbana en América Latina y Colombia: perspectivas y elementos agronómicos diferenciadores* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)]. Archivo digital. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/2749/15385851.pdf;jsessionid=4478D3768413FA6064DE4B-B33027AA3C.jvm1?sequence=1>

Gordillo, G. y Méndez, O. (2013). Seguridad y soberanía alimentaria. *Documento base para discusión*. FAO.

Hellerstein, D., Nickerson, C., Cooper, J., Feather, P., Gadsby, D., et al., (2002). Farmland Protection: The Role of Public Preferences for Rural Amenities. US Department of Agriculture, Economic Research Service.

Hernández-Cervantes, T. (2019). Vínculo agroalimentario entre el campo y la ciudad. *Carta Económica Regional*, (3), 79-104. <https://doi.org/10.32870/cer.v0i125.7796>

Hernández-Cervantes, T. (2020). Vínculo agroalimentario entre el campo y la ciudad: hacia un enfoque de metabolismo agroecológico para América Latina. *Carta Económica Regional (CER)*. <https://doi.org/10.32870/cer.v0i125.7796>

Hou, J., & Grohmann, D. (2018). Integrating community gardens in urban parks: lessons in planning, design, and partnership from Seattle. *Urban For. Urban Green*, (33), 46–55.

Hou, J. (2018). Governing Urban Gardens for Resilient Cities: Examining the ‘Garden City Initiative’ in Taipei. *Urban Studies*. <https://doi.org/10.1177/0042098018778671>

Houston, P. (2005). Re-valuing the fringe: some findings on the value of agricultural production in Australia’s peri-urban regions. *Geogr. Res*, 43(2), 209–223. <https://doi.org/10.1111/j.1745-5871.2005.00314.x>

Hui, S. C. (2011). Green Roof Urban Farming for Buildings in High-Density Urban Cities. Hainan China World Green Roof Conference 2011.

Jardín Botánico de Bogotá (JBB). (2020). Se establecen lineamientos para el programa de Agricultura Urbana y Periurbana Agroecológica. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/se-establecen-lineamientos-para-el-programa-de-agricultura-urbana-y-pe>

Jiménez, S., Gómez, L., E. N., Otálora, M. I. C., Jiménez, F. P. y Díaz, R. G. (2019). Comida de los pueblos y el sistema agroalimentario mundial. *Criterio Libre Jurídico*, 16(2), 6400-6400. <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/criteriojuridico/article/view/6400>

Jorgenson, A. K. (2006). Unequal ecological exchange and environmental degradation: A theoretical proposition and cross-national study of deforestation, 1990–2000. *Rural Sociology*, 71(4), 685-712. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1526/003601106781262016>

Marulanda-Tabares, C. H. (s.f.). La Agricultura urbana y periurbana en América Latina y el Caribe. Compendio de estudios de casos. <http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/pdf/Compendium.pdf>

Mata-Olmo, R. (2018). Agricultura periurbana y estrategias agroalimentarias en las ciudades y áreas metropolitanas españolas. Viejos problemas, nuevos proyectos, en Barón, N. y Romero, J. (Eds.). *Cultura territorial e innovación social. ¿Hacia un nuevo modelo metropolitano en Europa del Sur?* Valencia, PUV (Publicaciones de la Universitat de València), (pp. 369-390).

Mees, C., & Stone, E. (2012). Food, homes, and gardens: public community gardens potential for contributing to a more sustainable city (pp. 431-452). In Viljoen, A., & Wisserker, J. S. C. (Eds.). *Sustainable Food Planning*. (Ed.). Wageningen Academic.

Méndez, M., Ramírez, L. y Alzate, A. (2011). La práctica de la agricultura urbana como expresión de emergencia de nuevas ruralidades: reflexiones en torno a la evidencia empírica. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 2(55). <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/desarrolloRural/article/view/1243>

Monsalve, L. M., Valencia, F. L., Guzmán, A. R., Duque, C. M., Pérez, D. A., Valderrama, C. F., Moraes-Boldini, J. y Polanco, M. F. (2019). Capítulo 2 Servicio ecosistémico de abastecimiento alimentos. *En servicios ecosistémicos. Un enfoque introductorio con experiencias del occidente colombiano*. Libros Universidad Nacional Abierta y a Distancia, (pp. 34-56). <https://doi.org/10.22490/9789586516358.02>

Moore, J. (2011). Transcending the metabolic rift: theory of crisis in the capitalist world-ecology. *The Journal of Peasant Studies*, 38(1), 1-46. <https://doi.org/10.1080/03066150.2010.538579>

Moreno, O. (2007-08). Agricultura urbana: nuevas estrategias de integración social y recuperación ambiental en la ciudad. Repositorio Académico de la Universidad de Chile. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/117766>

Mosquera-Becerra, J., Peña, J., Vivas, B. A., Pardo-Sánchez, C., Marulanda, D. y Valencia, J. C. (2018). Prácticas comunitarias de producción y distribución de alimentos en zona urbana y periurbana de Cali, 2018. Cali: International Center for Tropical Agriculture (CIAT)/Universidad del Valle/Escuela de Salud Pública/Centro para el Desarrollo y Evaluación de Políticas y Tecnología en Salud Pública (CEDETES).

Najib, G. (2018). *Agricultura urbana como ativismo nacida de São Paulo*. Annablume.

Najib, G., & Nakamura. (2020). Urban agriculture in the city of São Paulo: New spatial transformations and ongoing challenges to guarantee the production and consumption of healthy food. *Global Food Security* (26). <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100378>

Nakamura, A. C. (2017). COOPERAPAS: Agricultura e cooperativismo no extremo Sul do município de São Paulo. Dissertação de mestrado, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

Napawan, N. C. (2014). Complexity in urban agriculture: the role of landscape typologies in promoting urban agriculture's growth. *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, 9(1), 19–38. <https://doi.org/10.1080/17549175.2014.950317>

Opitz, I., Berges, R., Piorr, A., & Krikser, T. (2016). Contributing to food security in urban areas: differences between urban agriculture and peri-urban agriculture in the Global North. *Agric. Human Values* (33), 341–358. <https://doi.org/10.1007/s10460015-9610-2>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2011). Una introducción a los conceptos básicos de la seguridad alimentaria I. Las cuatro dimensiones de la seguridad alimentaria. <http://www.fao.org/3/al936s/al936s00.pdf>

Peprah, K., Amoah, S. T., & Akongbangre, J. N. (2014). Sackfarming: innovation for landscar city farmers in Kenya and Ghana. *Int. J. Innov. Res. Stud*, (3), 30-44.

Piorr, A., Ravetz, J., & Tosics, I. (2011). Peri-urbanisation in Europe: Towards European Policies to Sustain Urban-rural Futures. University of Copenhagen, Forest and Landscape.

Pölling, B., Mergenthaler, M., & Lorleberg, W. (2016). Professional urban agriculture and its characteristic business models in Metropolis Ruhr, Germany. *Land Use Policy*, (58), 366–379. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.05.036>

Potutan, G. E., Schnitzler, W. H., Arnado, J. M., Janubas, L.G., & Holmer, R. J. (2002). Urban agriculture in cagayan de Oro: a favourable response of City government and NGOs. *Growing Cities, Growing Food: Urban Agriculture on the Policy Agenda* (pp. 413-428).

Rawnsley, T. (2017). *Economic Performance of Australia's Cities and Regions*. SGS Economics & Planning Pty Ltd.

Renting, H. (2013). Las actividades de la Fundación RUAF para promover la agricultura urbana y los sistemas alimentarios resilientes en las ciudades. *Hábitat y Sociedad* (ISSN 2173-125X), (6), 121-128.

Requier-Desjardins, D. (2016). SIAL, comportamiento de la demanda y nuevas formas de consumo. En *Territorios en Movimiento. Sistemas agroalimentarios localizados, innovación y gobernanza*. Torres Salcido, G. (Ed.). 978-607-8450-53-4 (Bonilla Eds.). 978-607-02-8220-1 (UNAM).

Richman, C. (2015). Establishment of an Aeroponics Farming System at the Ecological Green house of Kibbutz Ein Shemer. City FARM. MIT.

Rosa, D. L., Barbarossa, L., Privitera, R., & Martinico, F. (2014). Agriculture and the city: a method for sustainable planning of new forms of agriculture in urban contexts. *Land Use Policy*, (41), 290-303. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.06.014>

RUAF Foundation. (2018). Developing tools for mapping and assessing sustainable city region food systems (City Food Tools). <https://ruaf.org/news/developing-tools-for-mapping-and-assessing-sustainable-city-region-food-systems-cityfoodtools/>

Sarandon, S. J. y Mariasas, M. E. (2015). Breve historia de la agroecología en la Argentina: orígenes, evolución y perspectivas futuras. *Agroecología*, 10(2), 93-102.

Sevilla, E. y Woodgate, G. (2013). Agroecología: fundamentos del pensamiento social agrario y teoría sociológica. *Agroecología*, 8(2), 27-34.

Singapore Food Agency. (2019). Singapore's Food Supply. <https://www.sfa.gov.sg/food-farming/singapore-food-supply/the-food-we-eat>

Singer, P. (2002). *Introdução à economia solidária*. Fundação Perseu Abramo.

Smit, J., Ratta, A., & Nasr, J. (1996). Urban Agriculture: Food, Jobs and Sustainable Cities. *Publication Series for Habitat II, 1*. United Nations Development Programme (UNDP).

Spataru, A., Faggian, R., & Docking, A. (2020). Principles of multifunctional agriculture for supporting agriculture in metropolitan peri-urban areas: The case of Greater Melbourne, Australia. *Journal of Rural Studies*, (72), 34-44. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.11.009>

Specht, K., Siebert, R., Thomaier, S., Freisinger, U. B., Sawicka, M., Dierich, A., Hencel, D., & Busse, M. (2015). Zero-acreage farming in the city of Berlin: an aggregated stakeholder perspective on potential benefits and challenges. *Sustainability*, (7), 4511-4523. <https://doi.org/10.3390/su7044511>

The Economist Group. (2019). Global Food Security Index. <http://foodsecurityindex.eiu.com/Country>

The World Bank. (2019). GDP per capita (current US\$). <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD>

Thomé-Ortiz, H., Renard-Hubert, M. C., Nava-Bernal, G. y de Souza Valentini, A. (2014). La Ruta del Nopal (*Opuntia* Spp.). Turismo y reestructuración productiva en el suelo rural de La Ciudad de México. *Revista Rosa dos Ventos*, 6(3), 390-408.

Torres, G. (2016). SIAL y desarrollo territorial. En *Territorios en movimiento. Sistemas agroalimentarios localizados, innovación y gobernanza*. Torres, G. (Ed.). 978-607-8450-53-4 (Bonilla Eds.). 978-607-02-8220-1 (UNAM)

Turner, B. (2011). Embodied connections: sustainability, food systems and community gardens. *Local Environ*, (16), 509-522.



CAPÍTULO

EXPERIENCIAS RELEVANTES DE AGRICULTURA URBANA Y PERIURBANA EN COLOMBIA



Ramón Antonio Mosquera Mena
ramon.mosquera@unad.edu.co

Yolvi Prada Milán
yolvi.prada@unad.edu.co

2.1 INTRODUCCIÓN

La necesidad de contribuir de una manera eficiente con el mejoramiento de las condiciones ambientales, el desarrollo sostenible y la reducción de la huella de carbono por parte de esta generación, ha permitido que actividades de bajo impacto ambiental sean introducidas en la vida cotidiana. Una de estas actividades es la agricultura urbana y periurbana la cual, mediante la producción de plantas como hortalizas, medicinales, aromáticas y ornamentales en espacios reducidos, pueden apoyar el propósito de reducción de la contaminación producida por diferentes actividades de la agricultura extensiva.

Si tenemos en cuenta las plantas medicinales que pueden producirse mediante la agricultura urbana y periurbana, estas desde la casa pueden aportar a la disminución de diferentes dolencias tanto de personas como de animales, por lo tanto para una correcta selección de las especies a sembrar es necesario el apoyo en ciencias como la etnobotánica, la cual estudia la relación de las plantas con el hombre, la etnobiología y la etnofarmacología, como ciencias que tratan de establecer los principios activos y sus efectos sobre la salud y el bienestar (Mosquera et al., 2019), lo cual se expresa en una mayor proporción en la agricultura urbana cuando es desarrollada por personas que han migrado del campo a la ciudad, puesto que estos guardan una serie de conocimientos y técnicas que les permiten desarrollar con mayor habilidad estas prácticas que trasladan a la ciudad (Gómez, 2014).

Por otro lado, hay que tener en cuenta que la agricultura urbana y periurbana presentan diferentes problemáticas asociadas a diferentes aspectos entre los cuales menciona Ávila (2019), poco interés por implementación de políticas de desarrollo rural contemplando la agricultura urbana y periurbana, bajo nivel de organización de los productores que ejercen esta actividad, poca escala de producción debido a un mayor propósito de autoabastecimiento, inexistentes mecanismos de financiación, desconocimiento de las potencialidades de la agricultura urbana y periurbana por parte de autoridades y las ONG entre otros aspectos. Así mismo Ávila (2019) manifiesta que, si bien la agricultura urbana y periurbana se ha incrementado, todavía no ha alcanzado una presencia significativa en la alimentación urbana y su consideración es aún poco influyente en la construcción de las políticas públicas territoriales.

Bajo el contexto anterior, es importante tener en cuenta que la producción realizada por la agricultura urbana y periurbana está relacionada directamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), es el caso del ODS No 12, el cual, según Naciones Unidas está dirigido a que la población produzca más con menos, implemente la pro-

ducción sostenible, optimice la producción, termine con la degradación de los recursos medioambientales y promueva estilos de consumo saludables.

Asimismo, los diferentes sistemas de agricultura urbana y periurbana contribuyen sin duda a la implementación del ODS No.15 vida de ecosistemas terrestres, debido a que esta actividad desestimula la presión por la modificación de ecosistemas mediante acciones como la tala y quema de los bosques para la implementación de cultivos, y al reducir la deforestación se mejora la condición de prestar servicios ecosistémicos de los mismos.

En este contexto, este capítulo pretende mostrar diferentes experiencias de agricultura urbana y periurbana que se adelantan en Colombia teniendo en cuenta la región geográfica a la cual pertenecen, haciendo énfasis en el resultado de la implementación de la estrategia y la descripción de la misma, esto como una forma de promoción de estas alternativas que pueden ser de gran importancia para la economía familiar, la reducción de la huella de carbono y la integración de la familia en torno a las diferentes actividades que requieren la correcta implementación y sostenimiento de la agricultura urbana y periurbana.

2.2 SOBRE ALGUNAS ESPECIFICACIONES DE LOS HUERTOS URBANOS

La expresión agricultura urbana y periurbana es utilizada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) para denotar pequeñas extensiones de tierra que están dentro de la ciudad o muy cercana a ellas, en las cuales se pueden realizar actividades de producción de hortalizas y otros productos hortícolas, criar pollos y otros animales, producir huevos con el propósito de autoabastecimiento o comercialización local. Esta actividad se diferencia de la producción rural en aspectos como la cercanía a los mercados, disminución de demanda por envases o transporte, acceso a los consumidores, acceso a alimentos frescos y cercanía a los servicios, entre otros.

En el caso de los huertos de casa, estos generalmente se implementan en terrazas, patios o de manera interna haciendo uso de sistemas como los hidropónicos, sin embargo, para determinar el lugar correcto hay que tener en cuenta aspectos, como el acceso a la luz, ya que en el caso de las hortalizas se requieren 6 horas de luz al día (ajo,

cebolla, pepino, tomate y perejil). La orientación de la siembra es otro factor importante, puesto que determinará un correcto recibimiento de los rayos solares y finalmente la disponibilidad de agua para el normal desarrollo de la huerta.

Para su construcción, normalmente se utilizan materiales como jardineras y cajones de madera, sacos, botellas plásticas reciclables y una gran cantidad de recipientes que obedecen más a la disponibilidad e ingenio de la persona que implementa el sistema que a una regla estricta de uso, caso en el cual debe tener en cuenta la economía (Figuras 2.1 y 2.2).

FIGURA 2.1. *Cultivo de hongos en sistema aéreo.*



Fuente: Prada, (2020).

FIGURA 2.2. Cultivo de hortalizas sembradas en cajones.



Fuente: Prada, (2020).

En Colombia, la FAO junto con otras organizaciones, han contribuido en la implementación de diversos tipos de horticultura urbana, como parcelas domésticas, microhuertos en terrazas y azoteas, beneficiando a 50.000 habitantes de las zonas urbanas. En cofinanciación italiana y colombiana, se ejecutaron tres proyectos para la horticultura urbana y periurbana en Bogotá, Cartagena y Medellín; abarcando también zonas urbanas de los departamentos de Antioquía y Tolima, donde se suministró capacitación y otras formas de asistencia técnica. En el departamento de Antioquia, 90 municipios y más de 7 500 familias han participado en estos programas de huertas urbanas y periurbanas (HUP) (FAO, 2015).

2.3 EXPERIENCIAS POR REGIONES (ANDINA, PACÍFICA, ATLÁNTICA, AMAZONÍA, ORINOQUÍA, INSULAR)

La implementación de la agricultura urbana y periurbana en Colombia está fuertemente influenciada por las características agroecológicas de las regiones (Tabla 2.1), especialmente para la mejor selección de especies a cultivar, en tal sentido a continuación se presentan las condiciones de precipitación y temperatura que el IDEAM (2020) muestra para cada una de ellas.

2.3.1 EXPERIENCIAS DE AGRICULTURA URBANA EN LA ZONA ANDINA

Con referencia a las principales condiciones ambientales de la región se observa una variada condición pluviométrica con lluvias escasas hasta 500 mm, los registros de temperatura varían entre 12 y 20 °C, dependiendo de la altitud, confirmando que la temperatura en los diferentes sectores está directamente relacionada a la altura sobre el nivel del mar.

Bogotá. Como capital de la nación presenta las mayores y mejores experiencias en agricultura urbana y periurbana, en parte debido a un esfuerzo de la población procedente de zonas rurales y de cultura campesina por mantener vivas sus tradiciones, al mismo tiempo que mejora sus condiciones alimenticias y de generación de ingresos, aspecto en el cual no ha sido muy exitoso el proceso, ya que no es una actividad integralmente sostenible. Bajo este contexto, Cantor (2010), menciona que las principales especies cultivadas son: arveja (*Pisum sativum*), maíz (*Zea mays*), especies ancestrales andinas como cubios (*Tropaeolum tuberosum*), ullucos (*Ullucus tuberosus*), ibias (*Oxalis tuberosa*), zanahoria (*Daucus carota*), remolacha (*Beta vulgaris*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), uchuva (*Physalis peruviana*), algunas, muy pocas variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*), que se establecen debido a la costumbre y sabiduría popular, porque los rendimientos para todas las especies no son óptimos debido a las condiciones climáticas apropiadas.

Por otra parte, a comienzos de los años 90 se comenzaron a sembrar especies como: apio (*Apium graveolens*), albahaca italiana o de hoja ancha (*Ocimum basilicum*), esca-

rola (*Cichorium endivia*), lechugas (*Lactuca sativa*), nabos blancos de cuello morado (*Brassica rapa* subsp. *Rapa*), perejil (*Petroselinum crispum*), rábanos (*Raphanus sativus*), todas en cultivos hidropónicos a nivel doméstico con una básica pero efectiva tecnología, divulgada por el Proyecto Regional para la Superación de la Pobreza en América Latina y el Caribe ejecutado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) entre 1988 y 2001, a través de la Corporación Gavioetas.

Durante dos periodos consecutivos de gobierno de la Alcaldía de Bogotá, se promovió la estrategia conocida como “Bogotá sin hambre”, la cual buscó promover la agricultura urbana dentro y fuera de la ciudad para garantizar la seguridad alimentaria de la población, esta estrategia estuvo a cargo del Jardín Botánico y presentó avances importantes en materia de organización de la producción, ya que se pudo incursionar en los mercados los productos de mayor calidad, mientras los de menor calidad se incorporaron a la dieta familiar y de esta manera se fortaleció el programa de nutrición asociado a este.

Así mismo, se encontró que las principales técnicas de cultivo se encuentran caracterizadas por agricultura orgánica como la principal de ellas, dado que corresponde a una técnica de fácil implementación, mayor aprovechamiento de los recursos y mayor aceptación en los mercados, en este sentido los diferentes tipos de compost son utilizados para este tipo de producción. De igual forma el sistema hidropónico de producción, el cual mediante suministro de nutrientes completos a baja concentración y utilizando materiales mayormente reciclados, se convierte en una de las técnicas más populares especialmente para las personas que tienen poco conocimiento sobre horticultura y poco espacio para la implementación.

En Bogotá se destaca el proyecto del Jardín Botánico José Celestino Mutis, que capacita y asiste de manera técnica a los productores de la ciudad en diversos tipos de huertas. Para el fortalecimiento de redes de comunicación entre agricultores y consumidores, se realizó el Directorio Distrital de huertas urbanas y periurbanas asistidas, por el Jardín Botánico de Bogotá. Este directorio esta ordenado por localidades, cuenta con 20 mapas cartográficos donde se georreferencian 205 huertas, brinda información de los nombres de las huertas, dirección, teléfono, los productos y servicios generados, y clasificados en ocho categorías. Según Torralba (2019):

1. Verduras y hortalizas.
2. Aromáticas, condimentarias y medicinales.
3. Cereales, pseudocereales y leguminosas.
4. Frutas.
5. Semillas y plántulas.

6. Abonos.
7. Transformados.
8. Servicios.

Tunja. Herrera et al. (2012), registraron una experiencia en la cual la agricultura urbana es usada como estrategia para el aumento de la oferta de verduras en la comunidad de San Lázaro de la ciudad de Tunja, mediante la implementación de huertos caseros y comunitarios con un componente de capacitación para el logro del empoderamiento de la estrategia, con lo que se confirma que entre los beneficios que tiene la agricultura urbana está el aumento de la oferta de alimentos como verduras, la construcción y consolidación de redes sociales que se encargan de la producción y distribución de alimentos, y en este caso la visibilizarían del papel del profesional de la salud que acompaña los procesos para incorporar a la dieta productos como lechuga (*Lactuca sativa*), cilantro (*Coriandrum sativum*), zanahoria (*Daucus carota*), remolacha (*Beta vulgaris*), cebolla cabezona (*Allium cepa*) y acelga (*Beta vulgaris*). Con esta experiencia se logra promocionar a la comunidad, hábitos de vida saludables que contribuyen a la disminución del riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles.

Medellín. Especialmente para el departamento de Antioquia, la experiencia más grande de implementación de proyectos de agricultura urbana y periurbana la constituye el proyecto FAO-MANA que entre el 2009 al 2011 se implementó en 107 municipios del departamento, el cual contempló la implementación de huertos caseros para la obtención de alimentos sanos, nutritivos y de bajo costo para mejorar las condiciones nutricionales de las familias más pobres del departamento, y la capacitación en buenas prácticas agrícolas mediante el desarrollo de la Escuela de Campo de Agricultores (ECA), con el propósito de producir alimentos sanos con posibilidades de acceder a los mercados internos y externos. En este proyecto se registra la implementación de 12 053 huertos familiares de estratos 1 y 2, 650 759 m² de huertos familiares, aumento en el consumo de frutas y hortalizas de 115,9 a 385,0 g diarios, se implementaron 31 escuelas de campo para agricultores, 2 854 toneladas de alimentos comercializados con la marca “cosechas del campo” (Gómez, 2014).

En Medellín se ha desarrollado el proyecto Ecohuertas urbanas, el cual ha permitido la capacitación de más de 8 485 personas, las cuales han disminuido la producción de residuos orgánicos aproximadamente en 12 toneladas mensuales, las cuales ahora se incorporan a la producción de compostaje para ser usado como sustrato en las huertas.

Desde otro ángulo, Amaya-Gómez (2018) sistematiza la experiencia de agricultura urbana en la ciudad específicamente en las comunas 3 y 13 “Huerta para el abastecimiento de alimentos en la Unidad de Seguridad Alimentaria” de la secretaría de inclusión social, familia y derechos humanos, en el cual se contemplan huertos rura-

les y urbanos, huertas asociativas y huertas institucionales para el apoyo a personas de calle.

2.3.2 EXPERIENCIAS EN LA REGIÓN PACÍFICA

En esta región se registran los niveles más altos de pluviosidad entre 3 000 mm y 9 000 mm con una gran variación atribuible a la topografía; así como se registran promedios de temperatura entre 22 y 28 °C. De manera general, las temperaturas son relativamente más bajas que para otras regiones del país con esta misma topografía, debido a que es la región más lluviosa del país.

Quibdó. Cuesta-Borja y Mosquera (2011), mediante una evaluación estructural y funcional de los sistemas productivos urbanos en Quibdó encontraron que, mediante la utilización de huertos caseros mixtos, la azotea y cultivos en materia, los pobladores cultivan 58 especies incluidas en 51 géneros y 41 familias botánicas, distribuidas en el huerto en tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. Teniendo en cuenta el uso por hábito arbóreo, se encontró que entre las especies arbóreas 80 % son usadas como alimento, 28 % son usadas en medicina, 12 % tienen uso mágico religioso y el 44 % reportan otros usos alternativos; entre las arbustivas, 69 % son alimenticias, 46 % medicinales, 23 % tienen usos mágico-religioso y 38 % poseen otros usos; de las especies herbáceas, 62 % son alimenticias, 62 % poseen usos medicinales, 19 % usos mágico-religioso y 33 % poseen otros usos.

Popayán. En el año 2010 se registró la realización de un proyecto de seguridad alimentaria cuyo objetivo fue mejorar la nutrición de las familias más vulnerables mediante la implementación de huertos familiares para obtener alimentos sanos, productivos y de bajo costo, para mejorar la disponibilidad de alimentos y la economía familiar. Con este proyecto, según menciona Gómez (2014), se pudo incrementar el consumo de hortalizas de 64 a 226 g, ampliación de la dieta de la familia con calabacín (*Cucurbita pepo*), rábano (*Raphanus sativus*) y brócoli (*Brassica oleácea* var. *Itálica*), y un ahorro aproximado al año de 619 000 pesos.

Por otro lado, en el municipio de Popayán se registró la realización de un trabajo por parte de Chaguendo et al. (2017), en el cual se evaluó si existían diferencias importantes en la producción de las especies de cilantro (*Coriandrum sativum*) y lechuga (*Lactuca sativa*) y los grados de inclinación de la botella: (1. botella horizontal, 2. botella vertical, 3. botella inclinada 45°), investigación que mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos, siendo el de la botella que estuvo en posición vertical, para las variables producción y vigor de las dos especies, el óptimo.

2.3.3 EXPERIENCIAS EN LA REGIÓN CARIBE

Con relación a la pluviosidad, se han registrado lluvias en la alta Guajira con promedios de 500 mm o menos, mientras que hacia el sur la pluviosidad está entre 500 y 4000 mm. Con relación a la temperatura, esta región muestra un promedio entre 27 y 34 °C en sectores de la Guajira y 26,6 y 28,5 °C para otras zonas de la región con excepción de la Sierra Nevada.

En esta región la Corporación Colombiana de Investigación AGROSAVIA, desarrolló un proyecto para el fomento de los huertos urbanos y periurbanos de clima cálido aplicando una estrategia de capacitación y un componente demostrativo, estableciéndolos en C.I. Turipaná en el municipio de Cereté (Córdoba) y otro en la Unidad local en el Carmen de Bolívar. El objetivo de este proyecto consistió en capacitar a las personas interesadas en implementar estos sistemas de producción en las ciudades y zonas periféricas, haciendo especial énfasis en el autoconsumo. Las capacitaciones se desarrollan en talleres con actividades teórico - prácticas relacionadas con la siembra, trasplante, elaboración de semilleros, compost, elaboración de extractos vegetales para el control de plagas y enfermedades comunes en los huertos urbanos y periurbanos. Entre los años 2014 y 2016 se capacitaron alrededor de 1 140 personas (Núñez et al., 2019).

2.3.4 EXPERIENCIAS EN LA REGIÓN DE LA ORINOQUÍA

Predominan lluvias entre los 2000 a 3500 mm en la parte central y oriental, pese a que en el pie de monte se aprecian hasta 7000 mm, en esta región no existen accidentes topográficos notables, por tanto, es bastante homogénea la distribución de temperatura con valores entre 24 y 28 °C.

Casanare. Avella (2015), documentó el proyecto de la Red de Seguridad Alimentaria que se caracteriza por un componente de capacitación, en el cual se realizaron diez encuentros con las familias participantes para motivarlas a participar en el proyecto y enseñarles las técnicas de agricultura urbana para autoconsumo, almacenamiento de los productos, transformación e incorporación a la dieta, y de esta manera disminuir la inseguridad alimentaria en las familias. Con este proyecto se llegó a 420 familias que contaban con grandes conocimientos ancestrales relacionados con el manejo de la agricultura que tuvieron la posibilidad de trabajar con 17 especies entre hortalizas, frutas y aromáticas, lechugas, repollo, arveja, pepino, tomate, habichuela, pimentón, ajo, cebolla larga y cebolla morada; cuatro especies aromáticas: caléndula, hierbabuena, ruda y toronjil; dos especies de frutales arbustivos: maracuyá y badea, y un árbol de naranja tangelo (planta perenne).

TABLA 2.1 Ubicación geográfica de las diferentes regiones donde la implementación de la agricultura urbana y periurbana ha sido implementada con mayor éxito

Región	Localización geográfica
 <p>Tunja Medellín, Bogotá</p>	<p>Ubicación de Tunja, Medellín y Bogotá en la región Andina de Colombia.</p>
 <p>Quibdó Popayán</p>	<p>Ubicación de Quibdó y Popayán en la región Pacífica de Colombia.</p>
 <p>Carmen de Bolívar Caroté</p>	<p>Ubicación de Cereté y el Carmen de Bolívar. Región Caribe de Colombia.</p>



Fuente: Mosquera, (2020).

2.4 CONSIDERACIONES FINALES

Las experiencias registradas, muestran la importancia de la implementación de la agricultura urbana y periurbana en Colombia, importancia registrada inicialmente en el objetivo de producción de alimentos sanos, los cuales al ser producidos con una muy baja o nula aplicación de pesticidas tiene un mejor efecto en la salud de los consumidores; de igual manera se puede apreciar un aporte al mejoramiento de las condiciones ambientales de las ciudades, pues al usar residuos orgánicos para la producción de compost, recipientes desechados e incluso semillas de los alimentos comprados, se ha venido logrando la disminución de la huella de carbono y menor cantidad de residuos en los rellenos sanitarios aumentando el tiempo de servicio de estos espacios.

Por otra parte, es fácilmente apreciable el hecho que la agricultura urbana aporta al mejoramiento de la convivencia de las personas en dos sentidos, el primero de ellos a nivel de familia puesto que, al realizar las huertas caseras, permite la integración familiar, la autoformación y hasta el mejoramiento del estado físico y mental de las personas participantes. Este bienestar, luego es transmitido a nivel comunitario donde al integrarse los vecinos, mejoran notablemente sus relaciones.

Un aspecto poco positivo de la implementación de la agricultura urbana, lo registra Velandia (2018) al manifestar que el fuerte interés de las instituciones porque la agricultura urbana tenga un componente de comercialización como el mejor escenario,

está influenciando de manera poco conveniente a la actividad, debido a que esta consideración deja de lado la importancia social y ambiental de la agricultura urbana que debería ser el verdadero énfasis de esta práctica, al igual que los aportes positivos de esta actividad para la salud humana, y posiblemente esta sea una de las causas de la baja sostenibilidad de muchas de las experiencias documentadas.



Por otro lado, si bien en Colombia la agricultura urbana es una actividad que se ha realizado desde hace un tiempo importante, no se aprecia solidez en la estructuración y conservación de esta actividad como una política pública, por lo tanto, solo se registran experiencias que en la mayoría de las ciudades se pueden considerar como aisladas, incluso con mucha falta de sostenibilidad.

2.5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ávila-Sánchez, H. (2019). Agricultura urbana y periurbana: reconfiguraciones territoriales y potencialidades en torno a los sistemas alimentarios urbanos. *Investigaciones Geográficas*, (98). <https://doi.org/10.14350/rig.59785>

Amaya-Gómez, J. C. (2018). Agricultura urbana en Medellín. Experiencias y contribuciones de los proyectos: huertas para el abastecimiento de alimentos y Fundación Palomá a la seguridad alimentaria. http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/11327/1/AmayaJuan_2018_AgriculturaHuertasAlimentos.pdf

Avella, A. P. (2015). Agricultura familiar en Colombia: análisis de caso del municipio de Trinidad, departamento de Casanare. (Portuguese). *Direito à Cidade*, 7(1), 30–40. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.12957/rdc.2015.15198>

Cantor, K. M. (2010). Agricultura urbana: elementos valorativos sobre su sostenibilidad. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 7(65), 59–84.

Chaguendo-Dorado, J., Morales-Velasco, S. y Prado-Ceron, F. (2017). Evaluación de una práctica de agricultura urbana con botellas PET en el municipio de Popayán. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(2), 57–64. [https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.18684/BSAA\(15\)57-64](https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.18684/BSAA(15)57-64)

Cuesta-Borja, T. y Mosquera, A. D. (2011). Evaluación estructural y funcional de los sistemas productivos urbanos en Quibdó, Chocó, Colombia. *Agroforestería Neotropical*, (1). <http://revistas.ut.edu.co/index.php/agroforesteria/article/view/12>

FAO. (2015). *Crear ciudades más verdes. Horticultura urbana y periurbana. Proyectos*. <http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/es/proyectos/index.html>

Gómez, J. N. (2014). *Agricultura urbana en América Latina y Colombia: perspectivas y elementos agronómicos diferenciadores*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente, Programa de Agronomía.

Herrera, S. L., Panadares, A., Cárdenas, C. L. y Agudelo, C. N. (2012). Promoción de una alimentación saludable: experiencia en Tunja Colombia. *Avances en enfermería*. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/avenferm/article/view/35436/35815>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2020). Boletín Agroclimático Nacional. Edición, (64). <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/96341417/Bolet%C3%ADn+Agroclim%C3%A1tico+64+Abril+2020/0c-41dedc-70bc-45a5-914d-34d1b968ea46?version=1.0>

Mosquera-Mena, R. A., Carmona-Cadavid, M. E., Pulido-Pulido, S. Y., Vinasco-Guzmán, M. C., Moraes-Boldini, J., Barrera, S. E. y Montenegro-Gómez, S. P. (2019). Capítulo 4. Recursos medicinales: la etnobotánica de plantas medicinales como alternativa de estudio de los servicios ecosistémicos en el occidente de Colombia. En S. P. Montenegro-Gómez y J. Ángel-Osorio, (Eds.). *Servicios Ecosistémicos: un enfoque introductorio con experiencias del occidente colombiano* (pp. 70-88). Sello editorial UNAD. <https://doi.org/10.22490/9789586516358.04>

Núñez, V. M., Grandett-Martínez, L. M., Espinosa-Carvajal, M. R., Rodríguez-Pinto, M., Zumaqué, L. T. y Luna-Castellanos, L. L. (2019). Experiencia de transferencia de tecnología en la región Caribe colombiana basado en los modelos de agricultura urbana y periurbana. *Temas Agrarios*, 24(3), 28.

Torralba, C. (2019). Directorio Distrital de huertas urbanas y periurbanas asistidas por el Jardín Botánico de Bogotá. <http://hdl.handle.net/11349/22280>

Velandia, D. (2018). Huertas domésticas y políticas de agricultura urbana: desde el autoconsumo hasta el mercado. *Jangwa Pana*, 17(2), 181–183. <http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/jangwapana/article/view/2401/1746>



CAPÍTULO

PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE HUERTOS URBANOS Y PERIURBANOS



Yolvi Prada Millán
yolvi.prada@unad.edu.co

Sandra Patricia Montenegro Gómez.
sandra.montenegro@unad.edu.co

Yetfersson Arley Serrato Velosa
yetfersson.serrato@unad.edu.co

3.1 INTRODUCCIÓN

La Agroecología tiene un enfoque de la agricultura más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente centrada no solo en la producción, sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción (Altieri, 1999). La agricultura ecológica no solo se enfoca en las necesidades agronómicas, productivas y consumistas, sino va más allá del ámbito social, económico, cultural y de bienestar, elementos que se deben tener en cuenta en una actividad habitual que ejercen campesinos y agricultores, como máximos autores que tienen la responsabilidad de producir y abastecer una canasta familiar en el mercado. La agroecología provee las bases ecológicas para la conservación de la biodiversidad en la agricultura y el balance ecológico de los agroecosistemas, de manera que se alcance una producción sustentable (Hernández, 2006).

En el presente capítulo se comparten resultados de trabajos desarrollados con comunidades que han hecho parte fundamental en el proceso de reconocimiento, rescate e implementación de saberes que tiene un fundamento en la ciencia y en el ejercicio práctico. En transcurrir del ejercicio práctico se ha basado en principios básicos de la agroecología, sin perder de vista que es un ejercicio de compartir saberes, de aprender y desaprender, de escuchar al otro y entender los signos y señales del mismo sistema, ante las acciones que se realizan en el día a día, la cual se ejerce con el convencimiento que es lo que se sabe hacer y que se hace con gusto.

Se espera que la información aquí brindada tenga grandes alcances de apropiación dentro de comunidades urbanas y periurbanas, para que la implementación de huertas surja a partir de trabajo articulado, de sana convivencia, aprovechando los recursos naturales de forma sustentable.

3.2 ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA

Las alternativas de producción surgen ante los grandes desafíos mundiales, entre estos se encuentra el constante crecimiento poblacional; la Organización de las Naciones Unidas ONU (2020), revela que de los 7 700 millones de habitantes se espera un crecimiento de 2 000 millones de personas en los próximos 30 años, es decir, alrededor

de 9 700 millones de habitantes, lo que implica un incremento en la satisfacción de las necesidades básicas, entre ellas la demanda de alimentos.

Otro de los desafíos está relacionado con el cambio climático, los extremos cambios en la temperatura y el cambio en los regímenes de lluvia que afectan al sector agrícola, todo esto en conjunto hace que se reconsidere la manera en cómo se están aprovechando los recursos agrícolas para el ser humano.

La producción agrícola ha tenido un papel fundamental en el mundo desde que se concibió hasta el día de hoy, sin embargo, algunos autores mencionan que factores como la tenencia de la tierra, el acceso e integración a los mercados, la desertificación, los monocultivos y la baja productividad en los campos podrían afectar a este sector, además generaría un efecto domino que repercutiría en los demás sectores sociales, productivos, económicos y hasta políticos en los países. Es así como surgen las nuevas alternativas que permiten quitarle presión a los campos, romper brechas con la pobreza y promover el acceso a los alimentos, y así lograr las metas dispuestas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Dentro de las alternativas que están tomando mayor relevancia a nivel mundial, por aplicar métodos modernos y combinados en producción, se encuentran la agricultura urbana y periurbana, y procesos como la hidroponía, la aeroponía, la acuaponía; estas alternativas se presentan por su viabilidad y sostenibilidad a pequeña y gran escala, en los cuales se tiene en cuenta las técnicas y la optimización de los recursos naturales.

3.2.1. AGRICULTURA URBANA Y PERIURBANA

La historia de la agricultura urbana y periurbana tiene un contexto que data de tiempos inmemoriales, sin embargo, el boom se da a partir del siglo XX con el factor del aumento constante de la población mundial, los países desarrollados logran potenciar la agricultura urbana mientras que los países en vías de desarrollo proyectan potenciarlo dependiendo de factores sociales, ambientales y económicos.

La agricultura urbana y periurbana es una de las formas de producción alternativa que se desarrolla en pequeñas superficies dentro de las ciudades o en sus periferias, con el fin de garantizar la seguridad alimentaria e impulsar la economía local mediante estos procesos. A nivel mundial el consumo de alimentos producido por la agricultura urbana ha sido de un 15 % de toneladas consumidas en las ciudades (Hernández, 2006). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) considera que la agricultura urbana puede aportar en la seguridad alimentaria, garantizando la alimentación a las poblaciones más vulnerables que tienen dificultades para acceder a los alimentos frescos.

La agricultura urbana y periurbana consiste en la práctica de cultivo de alimentos en pequeños espacios dentro de una ciudad, estos espacios pueden estar ubicados en la terraza, una ventana o un balcón, donde se garantice el aprovechamiento de la luz solar; las plantas que se pueden recomendar cuando se inicia este tipo de sistema son las verduras y hortalizas que tienen un ciclo corto de producción, tales como lechuga, cebolla, acelgas, entre otras. Dependiendo del área con la que se cuente, el recipiente, maceta, guacal, cama o contenedor debe tener una profundidad adecuada que le permita a la planta crecer, además es importante garantizar el drenaje.

En la agricultura urbana y periurbana es importante usar un sustrato orgánico que se puede obtener a partir de un proceso de compostaje, una vez se obtiene este producto se puede comenzar a sembrar directamente. Otro factor importante que se tiene en cuenta es el sistema de riego, el más usado es el riego por goteo y la frecuencia depende de factores climáticos.

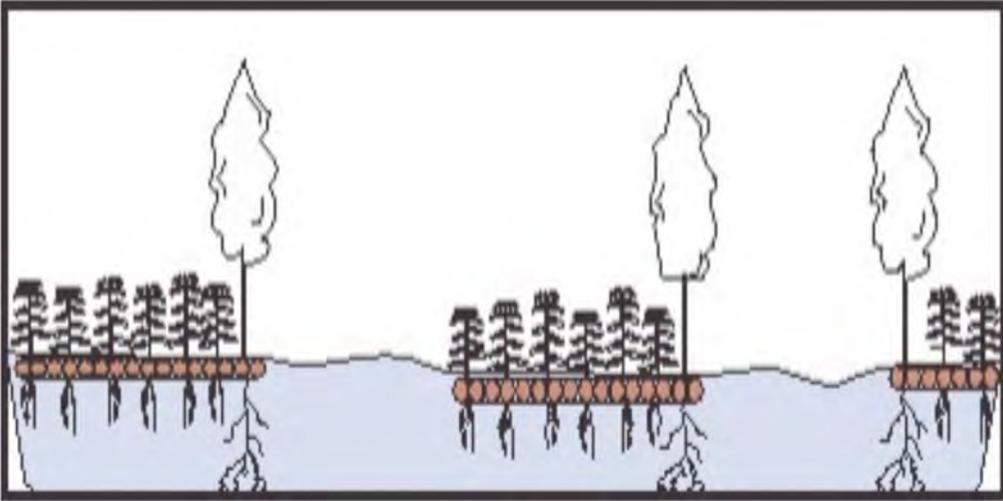
En los siguientes tópicos se presentarán diversos sistemas que se pueden desarrollar como agricultura urbana y periurbana diferentes al sistema tradicional de cultivo en tierra.

3.2.1.1 SISTEMA DE PRODUCCIÓN POR HIDROPONÍA

La hidroponía surge ante la necesidad de producir más alimentos por el constante aumento en la población, no obstante, las tierras para producción agrícola están siendo utilizadas para otros fines como la ganadería, explotaciones mineras o sencillamente se ven inmersas en problemas respecto a suelos infértiles, contaminación, escasez o mala calidad del agua. Este sistema no es algo nuevo en el mundo, es una técnica ancestral empleada como medio de subsistencia. Para Beltrano y Giménez (2015) la historia de los primeros procesos de hidroponía fue evidente en la antigua Babilonia con sus famosos jardines colgantes, uno de los primeros intentos exitosos de cultivo sin tierra; también se desarrolló la hidroponía en la antigua China, India, Egipto y en el territorio americano en la cultura maya y azteca.

Beltrano y Giménez (2015) mencionan que los aztecas fueron los primeros en América en usar la hidroponía como agricultura de producción y supervivencia a través de jardines flotantes. Estas poblaciones fueron desplazadas, sin derecho a tierras cultivables, razón que los llevo a implementar cultivos en un medio como la superficie de un lago, construyeron balsas en las que cultivaban flores y verduras (Figura 3.1).

FIGURA 3.1 Jardines flotantes.



Fuente: Beltrano y Giménez, (2015).

Durante el siglo XX diversos investigadores iniciaron sus estudios en la búsqueda de desarrollar plantas sin el uso de suelo y con los avances tecnológicos lograron que hoy en día la producción sea rentable, incluso poder utilizar elementos de las casas, utilizar espacios, consumir menos agua y tener una producción de calidad. En la actualidad la hidroponía es la más empleada en el primer mundo, en Europa los cultivos provenientes de hidroponía se consideran 100 % orgánicos (Beltrano y Giménez, 2015).

Este método que prescinde del suelo se puede desarrollar en estructuras simples con un valor económico bajo que se puede emplear en áreas urbanas y periurbanas, donde hay espacios reducidos, pero en el cual se puede obtener un producto de calidad, también se pueden desarrollar estructuras complejas caracterizadas por la introducción de tecnologías que permiten el control automatizado de los cultivos, sin embargo, estas estructuras pueden ser costosas.

La hidroponía emplea soluciones nutritivas que requiere una planta, puede estar acompañado de un medio artificial como arena, piedras y otros materiales que le permiten dar soporte a la planta. El proceso de la hidroponía consiste en la circulación de agua que transporta nutrientes hacia las raíces de las plantas favoreciendo el crecimiento; la solución nutritiva contiene los nutrientes necesarios (nitratos, fosfatos, sulfatos, calcio, potasio, magnesio) que permiten el desarrollo de la planta; el consumo de agua es menor porque se evita la infiltración del agua en el subsuelo y así mismo se disminuye la evapotranspiración en comparación con los cultivos que se dan en tierra.

Este sistema de producción hoy en día llama la atención a nivel mundial por diversas razones. Alpizar (2008), expone algunas de estas razones, por ejemplo, las personas ven este sistema como un centro de atracción, puesto que no se estarían preocupando por los excesos en los fertilizantes, pesticidas, problemas de la tierra o el clima, en cambio estarían cultivando plantas frescas sin perder sus componentes básicos de crecimiento como el agua, los nutrientes, la temperatura y la luz. Otra razón esta direccionada a la seguridad alimentaria donde las personas cultivan su propio alimento en espacios pequeños, pero óptimos donde se obtiene un producto de calidad o usar la hidroponía para producción y venta en los mercados a precios justos.

Un sistema hidropónico en un área urbana y periurbana aprovecha al máximo los espacios con los que se cuenta, algunos de los elementos con los cuales se puede construir un sistema casero pueden ser recipientes o contenedores, macetas, tubos de PVC, cajas de madera recubiertos con pintura, lamina plástica o de icopor (poliestireno expandido), nutrientes solubles en agua y una bomba de aire. Puede empezar a partir de la siembra de semillas o de plántulas listas para ser trasplantadas a este sistema, entre las plantas óptimas para la hidroponía se encuentran hortalizas como lechuga, acelga, repollo, tomates, algunas hierbas aromáticas como la albahaca, orégano, perejil y frutas pequeñas como fresas (Figura 3.2).

FIGURA 3.2 Sistema hidropónico en tubos de PVC- Huerta plaza orgánica.



Fuente: Montoya (2020).

Pasos para implementar un sistema casero de hidroponía

1. Sembrar semillas en turba (sustrato orgánico) hasta que la plántula esté lista para el trasplante.
2. Colocar las plántulas en macetas con turba o material que le sirva de soporte.
3. En una lámina de plástico o icopor se harán agujeros que permitan colocar la maceta, cada orificio deberá tener cierta medida de separación dependiendo de las plantas a cultivar.
4. En cada agujero de la lámina de plástico o icopor se deberá colocar cada maceta.
5. En un recipiente o contenedor se deberá desinfectar con agua clorada y luego de enjuagar, se llenará con agua limpia y la solución de nutrientes.
6. Al recipiente o contenedor se deberá anexarle una bomba de aire que le dará oxígeno al agua.
7. Colocar la lámina de plástico o icopor con las macetas sobre el agua del recipiente o contenedor (de manera que se vea flotando).
8. Asegúrese que la base de la maceta y las raíces estén sumergidas en el agua, así se garantiza el contacto con los nutrientes.
9. Deberá buscar un espacio luminoso y aireado para garantizar estos elementos.

Recomendaciones: revisión del crecimiento de raíces y requerimientos de agua. Dependiendo de la solución nutritiva se deberán agregar más nutrientes aproximadamente cada dos semanas, se deben verificar aspectos como el pH y la temperatura y finalmente revisar el crecimiento de las hojas para verificar si va bien el cultivo.

3.2.1.2 SISTEMA DE PRODUCCIÓN POR AEROPONÍA

El sistema aeropónico empezó a concebirse con las investigaciones realizadas en el año de 1920 con los botánicos que estudiaban la fisiología de las raíces de las plantas, más tarde para 1928 el Dr. Franco Massantini desarrollo el primer sistema aeropónico conocido como “columnas de cultivo”, que se caracterizaba por ser un tubo de PVC con perforaciones en las paredes donde colocaba las plantas y las raíces quedaban por dentro del tubo expuestas al aire, y dentro del tubo se hacía el riego mediante técnicas de pulverización (Duran et al., 2000).

La aeroponía al igual que la hidroponía se concibe como cultivo de plantas sin suelo, sin embargo, la aeroponía se caracteriza porque las raíces de las plantas se encuentran suspendidas en el aire, es decir, hay un soporte que mantiene las plantas del cuello y las raíces en el aire. Este sistema moderno permite la reducción de cerca del 90 % de agua y 60 % en la reducción del uso de nutrientes (Gopinath et al., 2017), también permite tener mayores capacidades de cultivo como en el sistema de agricultura tradicional y permite tener cosechas durante todo el año.

El proceso en la aeroponía se da en una estructura horizontal o vertical, en la cual se tiene un material que sirve de soporte y mantiene las plantas de la parte superior, las raíces que están suspendidas en un ambiente de aire o niebla son rociadas a ciertos intervalos con la mezcla de agua y nutrientes, la gota del rocío es de un tamaño no grande pero tampoco pequeño; las raíces absorben lo necesario y la solución sobrante gotea a la base de la estructura donde se transporta a un reservorio para volver a ser introducida en el sistema (Figura 3.3).

Gopinath et al. (2017), mencionan que con el aumento de la población se va a requerir de más hectáreas de cultivo y más cantidades de agua para mantenerlas, algunas zonas de cultivo están perdiendo sus capacidades nutricionales y los microorganismos que habitan en los suelos; problemas como el cambio climático, la erosión, el uso excesivo de agroquímicos, la sobreutilización, hasta la ganadería extensiva genera que estas tierras se vuelvan infértiles o no haya disponibilidad de nutrientes y baja descomposición de materia orgánica, además la deforestación se está convirtiendo en otro problema en crecimiento y no se podría garantizar la disponibilidad de recursos. Ante estos problemas surge la aeroponía como uno de los métodos alternativos de cultivo que se realiza en un ambiente aéreo.

Las ventajas mediante la aeroponía se dan en el rendimiento en los cultivos, la eficiencia con la que se manejan el agua y los nutrientes, no emplea pesticidas, herbicidas o fertilizantes y el crecimiento es más saludable y rápido. Existen casos en Latinoamérica donde los resultados en la producción de tubérculos como la papa han sido exitosos (Cayambe et al., 2011).

Existen casos en Latinoamérica donde los resultados en la producción de tubérculos como la papa han sido exitosos (Cayambe et al., 2011).

FIGURA 3.3 *Proceso de aeroponía de papa.*



Fuente: Manual completo de aeroponía. Portal Frutícola <https://bit.ly/316ai8B>

La aeroponía también se puede desarrollar en un área urbana y periurbana, se debe contar con un espacio donde haya acceso a una corriente eléctrica, los materiales pueden ser recipientes o contenedores, macetas o canastillas, tubos de PVC, lamina plástica o de icopor (poliestireno expandido), nutrientes solubles en agua, aspersores y una bomba centrífuga; al igual que la hidroponía puede empezar a partir de la siembra de semillas o de plántulas listas para ser trasplantadas a este sistema.

La Tabla 3.1 presenta una comparación entre la aeroponía y la hidroponía, ya que a pesar que ambas usan el mismo concepto de cultivo sin suelo, cuentan con algunas características diferenciales.

TABLA 3.1 *Diferencias entre aeroponía e hidroponía*

Aeroponía	Hidroponía
<ul style="list-style-type: none"> Las raíces están suspendidas en el aire o en un medio cerrado, las plantas absorben la solución de agua y nutrientes, y permanecen oxigenadas. La solución de nutrientes es rociada con fina niebla. El rendimiento del cultivo a la hora de cosechar es de mejor calidad por la aireación disponible en las raíces. La exposición al dióxido de carbono (CO₂) es mayor y larga. La propagación de enfermedades es reducida. La cantidad de agua requerida es mínima. 	<ul style="list-style-type: none"> Las raíces se encuentran inmersas en un medio líquido como el agua que contiene los nutrientes. La solución de nutrientes es disuelta en un medio líquido como el agua. El rendimiento del cultivo a la hora de cosechar puede ser de menor calidad y menos alimentos, debido a una cantidad limitada de aire y nutrientes. La exposición al dióxido de carbono (CO₂) es menor y corta. La propagación de enfermedades es posible. La cantidad de agua que se requiere es el doble de la cantidad de agua por aeroponía.

Nota. Gopinath et al. (2017).

Pasos para implementar un sistema casero de aeroponía

- 1.** Sembrar semillas en turba (sustrato orgánico) hasta que la plántula esté lista para trasplante.
- 2.** Colocar las plántulas en macetas o canastillas con un material que le sirva de soporte a la planta.
- 3.** En una lámina de plástico o icopor se harán agujeros que permitan colocar la maceta o canastilla, cada orificio deberá tener ciertas medidas de separación dependiendo de las plantas a cultivar.

4. En cada agujero de la lámina de plástico o icopor se deberá colocar cada maceta o canastilla.
5. Usar una bomba centrífuga que deberá estar conectada a un recipiente donde se encuentra el agua con la solución nutritiva.
6. Se conectará la bomba centrífuga con el aspersor que se colocará dentro del recipiente o contenedor.
7. Procure hacer una canaleta en la base del recipiente o contenedor que permita recoger el agua sobrante del goteo y el transporte a otro recipiente para reintroducir en el sistema.
8. Cubra el recipiente o contenedor con la lámina de plástico o icopor, verifique que la altura sea óptima cuando inicie la aspersión (ni muy alta ni muy baja).
9. Las raíces de las plantas deben estar al aire cuando se esté haciendo la aspersión.
10. Conecte la bomba a la corriente eléctrica para poner a funcionar el sistema casero.
11. Deberá buscar un espacio luminoso y aireado para garantizar estos elementos.

Recomendaciones: garantizar la luminosidad en las plantas para que se puedan desarrollar de mejor manera, revisar el crecimiento de las raíces y ajustar la altura o el chorro de la aspersión, dependiendo de la solución nutritiva se deberán agregar más nutrientes aproximadamente cada dos semanas, se deberán verificar aspectos como el pH y la temperatura, y finalmente revisar el crecimiento de las hojas para verificar si va bien el cultivo.

3.2.1.3 SISTEMA DE PRODUCCIÓN POR ACUAPONÍA

González y Torres (2014), describen que uno de los primeros procesos o formas de acuaponía se relaciona con las “Chinampas”, islas agrícolas donde los nativos mexicanos realizaban sus cultivos, las describen como producción chinampera al sistema integral agropecuario y forestal en la que se incluye la pesca en canales y siembra de árboles en las orillas; este fue un sistema que mostró el desarrollo tecnológico-agrícola en la época precolombina y que para la actualidad se concibe como una tecnología de producción sostenible.

La acuaponía aplica conceptos basados en la acuicultura (actividad relacionada con el cultivo de animales acuáticos) y la agricultura hidropónica. El proceso de la acuaponía

consiste en la crianza de peces con recirculación constante de agua, cuando los peces son alimentados estos a su vez están generando ciertos compuestos que se van oxidando gracias a las bacterias, el agua con los nutrientes y el oxígeno son transportados por diferentes canales a las raíces de las plantas, las cuales absorben para su crecimiento. No obstante, se debe garantizar un equilibrio de las concentraciones de nutrientes tanto para el crecimiento de los peces como de las plantas (Zugravu et al., 2019).

Los desafíos como el crecimiento poblacional, el cambio climático y las afectaciones en el sector agrícola hacen que se busque la necesidad de implementar estrategias como la acuaponía, bien sea a pequeña y a gran escala como alternativa y solución a la soberanía alimentaria, con procesos de prácticas ambientales eficientes que generen cultivos sanos; además otro factor para tener en cuenta, debido a que se estarían supliendo las necesidades económicas y sociales de la población.

De acuerdo con Zugravu et al. (2019) y Fernández-Juárez et al. (2019), los pescadores y acuicultores pueden contribuir con la seguridad alimentaria y la mitigación de la pobreza, puesto que el 47 % de la producción pesquera de 2016, se generó en los procesos acuícolas; según estos autores si se emplean estrategias en este sector se puede generar un mercado de pescado y vegetales con alta tendencia.

La acuaponía tiene la facilidad de adaptarse a pequeña o gran escala, desde pequeños acuarios hasta sistemas de alta tecnología con grandes volúmenes de producción, sin embargo, es indispensable conocer los principios por los que se rige la producción en este sistema y entender el por qué es una producción sana cuando no se emplean fungicidas, herbicidas o insecticidas. Dentro de los principios se debe tener en cuenta la alimentación y la solución de nutrientes, indicadores de calidad del agua (definidos en temperatura, pH, transparencia, color, alcalinidad, dureza, nitritos, nitratos, sólidos disueltos, entre otros) y el abastecimiento del agua, de igual forma conocer controles químicos y biológicos, las enfermedades comunes, síntomas, causas, remedios en plantas y peces, y entender las relaciones de plantaciones compatibles.

De acuerdo con Zugravu et al. (2019) y Fernández-Juárez et al. (2019), la tilapia (género *Oreochromis*), es la más usada por su ciclo corto de productividad y es una especie que se considera porque se adapta y es tolerante a las fluctuaciones del agua, no obstante, también se emplean especies como truchas, perca, salvelino, entre otras. Dentro de las especies vegetales que requieren nutrientes bajos se encuentran las verduras de hojas verdes, destacándose en los sistemas de acuaponía la lechuga, la albahaca, las espinacas, el cebollín y las hierbas. Los autores también hacen referencia a la reducida pérdida de agua de hasta el 2 % del volumen total de agua del sistema, esto por su recirculación de agua y nutrientes.

Para implementar un sistema a pequeña escala se pueden aprovechar los elementos que hay en el entorno familiar e incluso llegar a usar elementos reciclados. El principio básico radica en dos partes del sistema, en una primera parte se encuentra el estanque de los peces donde son alimentados y la segunda parte corresponde a la cama del cultivo de las verduras, se hace circular el agua del estanque a la cama de los cultivos, allí las plantas absorben los nutrientes desde sus raíces y filtran el agua que es recirculada al estanque de los peces (Figura 3.4).

FIGURA 3.4 *Proceso de acuaponía.*



Fuente: Tierra fértil (2018). <https://bit.ly/3iMofhW>

Dentro de los materiales recomendados para implementar un sistema casero esta un tanque o contenedor para los peces, barriles de plástico, tubos de PVC, bomba de agua sumergible, botellas de plástico, bomba de aire, conectores de PVC, corriente eléctrica y herramientas caseras para armar el sistema.

Pasos para implementar un sistema casero de acuaponía

- 1.** Tomar un tanque o contenedor de plástico (la capacidad debe calcularse en relación con la densidad de los peces a cultivar).

2. Cortar en dos partes el tanque o contenedor, una parte corresponde al tanque de los peces y la tapa más pequeña donde estarán ubicadas las plantas.
3. En el tanque más grande se instalará un sistema de tubos PVC que conecte a la tapa y permita llevar el agua a las plantas.
4. Para el anterior punto, se deberá instalar una bomba sumergible que permita el bombeo.
5. En el lado contrario de la tubería, se instalará una tubería de retorno al tanque de los peces.
6. Es importante la instalación de una tubería y bomba de aireación con el fin de garantizar la oxigenación del agua.
7. La tapa donde estarán ubicadas las plantas se puede apoyar sobre el tanque de peces, siempre y cuando este sea fuerte y robusto.
8. Incluir un material de relleno inerte y poroso que permita retener humedad (de esta forma se permite la desnitrificación del amonio que contenga el agua).
9. Colocar las plantas que se requiere cultivar, se debe garantizar el contacto con el agua.

3.2.1.4 SISTEMA DE PRODUCCIÓN POR ORGANOPONÍA

La organoponía es una técnica que aprovecha los sustratos a partir del compostaje de residuos orgánicos, garantizando los nutrientes necesarios que le permiten a las plantas desarrollarse. Este sistema es una imitación del ciclo de los nutrientes en la naturaleza, por ejemplo, cuando las hojas de un árbol caen al suelo, se descomponen y alimentan el árbol, también aportan al proceso de forma dinámica las ramas, troncos, plantas muertas, microorganismos y hasta las excretas de animales (Arroyo y Galván, 2012).

La organoponía se diferencia de los otros sistemas por ser menos intensivo, es decir, la producción puede ser más lenta, no obstante, se obtiene un alimento limpio y de calidad. Esta técnica no requiere de mucho espacio por lo que es ideal en el área urbana y periurbana, pueden ser instalados en espacios libres o vacíos como terrazas, azoteas, balcones, patios o de manera vertical en muros o paredes. En la organoponía se pueden cultivar diversas hortalizas, plantas aromáticas, plantas medicinales y plantas ornamentales, también da la posibilidad de sembrar frutas como la fresa o la uchuva.

El proceso de implementación es sencillo, por lo cual se necesita un recipiente, un contenedor, un cajón, botellas plásticas o diseñar su propia cama de madera, que cuente con una profundidad de máximo 30 centímetros. Una vez se tenga el espacio y el contenedor, se procede a llenar con material como hojarasca y ramas secas, y luego se incorpora el compostaje que se ha obtenido previo al montaje del sistema, con una mezcla de tierra y algún fertilizante orgánico que enriquezca el suelo de las futuras plantas. Se procede a sembrar al tercer día después de la mezcla.

3.3 PRINCIPIOS BÁSICOS EN LA AGRICULTURA ECOLÓGICA

De acuerdo con la FAO (2020) la agricultura ecológica o de conservación se basa en los siguientes principios:

- 1. Alteración mecánica mínima del suelo:** este proceso se basa en cultivos sin laboreo, mediante depósito directo de semillas y fertilizantes, con la finalidad de reducir la erosión del suelo y preservar la materia orgánica. En este sentido es importante valorar la función del suelo.
- 2. Cobertura orgánica permanente del suelo:** se recomienda mínimo un 30 % de materia orgánica para proteger el suelo principalmente de los efectos de fenómenos meteorológicos extremos, para preservar la humedad del suelo y evitar su compactación. La materia orgánica es el producto de la descomposición de residuos de orígenes animal o vegetal (Bastida et al., 2007; Millán, 2016). Estas coberturas van liberando nutrientes y con el tiempo la materia orgánica más estable se transforma en humus con colores desde marrón hasta negro (Stevenson, 1982; Millán, 2016).
- 3. Diversificación de especies:** asociaciones y secuencias de cultivos variadas (al menos tres cultivos diferentes), esto favorece una buena estructura del suelo, promueve la biodiversidad edáfica contribuyendo al ciclo de los elementos nutritivos y mejor nutrición de las plantas, a su vez ayuda a prevenir plagas y enfermedades.

Lo anterior sugiere que la producción agrícola está directamente ligada a un suelo saludable y equilibrado en sus propiedades físicas (suelo bien agregado, con grumos que dan porosidad y permiten adecuada movilidad del aire, el agua) (Bernal-Vicente et

al., 2008; Millán, 2016), químicas (disponibilidad de nutrientes) y biológicas (biodiversidad). Es importante destacar que la salud y calidad del suelo se ven favorecidas por el reciclado de nutrientes presentes en la materia orgánica (Martín-López et al., 2012) y también por la actividad microbiana del suelo, que es vital en el proceso de reciclado de nutrientes y cuya interacción con las plantas está estrechamente ligada, hasta el punto de ser considerados indicadores biológicos de la calidad del suelo (Saccá et al., 2017; Montenegro et al., 2019). La Figura 3.5 representa un ejemplo de huerta urbana de producción ecológica.

FIGURA 3.5 *Huerta agroecológica, Tenjo Cundinamarca.*



Fuente: Prada M. (2016).

Altieri (2009), considera que los principios agroecológicos deben guardar armonía, para el diseño y el manejo de agroecosistemas diversificados que se dinamizan con las técnicas agroecológicas evidenciadas en la Tabla 3.2 donde se presentan técnicas e insumos empleados y los principios agroecológicos mencionados.

TABLA 3.2 Relación de los principios agroecológicos y las técnicas e insumos empleados en el huerto orgánico biodiverso del Módulo Jurásico

Principio agroecológico	Técnica agroecológica
Diversificación vegetal y animal a nivel de especies o genética en tiempo o espacio.	Policultivos, rotación de cultivos.
Reciclaje de nutrientes y materia orgánica, optimización de la disponibilidad de balances y flujo de nutrientes.	Composteo. Vermicomposteo. Uso de Zeolita. Bocashi. Abonos verdes. Microorganismos eficientes.
Provisión de condiciones edáficas óptimas para el crecimiento de cultivos manejando materia orgánica y estimulando la biología del suelo.	Aplicación de los distintos abonos orgánicos (composteo, vermicomposteo, bocashi, etc). Uso de acolchados. Microorganismos eficientes. Doble excavado.
Minimización de pérdidas de suelo y agua manteniendo cobertura del suelo, controlando la erosión y manejando el microclima.	Acolchados. Siembra cercana.
Minimización de pérdidas por insectos, patógenos y arvenses mediante medidas preventivas, y estímulo de fauna benéfica, antagonistas, alelopatía, etc.	Policultivos. Rotación de cultivos. Control biológico in situ y por aumento. Cultivos trampa. Cultivos repelentes. Acolchados. Plaguistáticos y preparados minerales.
Promoción de sinergias que emergen de interacciones planta-planta, planta-animal y animal-animal.	Policultivos. Uso de organismos benéficos (micorrizas, azotobacter, thricoderma, micoorganismos eficientes). Control biológico in situ. Lombricomposteo.

Nota. Gómez y Gómez (2016).

3.3.1 SUELO Y AGRICULTURA ECOLÓGICA

El suelo es parte esencial de los ciclos biogeoquímicos, en los cuales hay distribución, transporte, almacenamiento, transformación de materiales y energía necesarios para la vida en el planeta (Miegrot & Johnsson, 2009).

De acuerdo con el Sistema de Información Ambiental de Colombia SIAC, el suelo es un componente fundamental del ambiente, natural y finito, constituido por minerales, aire, agua, materia orgánica, macro y microorganismos que desempeñan procesos permanentes de tipo biótico y abiótico, cumpliendo funciones vitales para la sociedad y el planeta. Una definición que permite evidenciar el suelo como un agente integral que tiene unas funciones específicas de interacción. De allí la importancia del vínculo que ejerce la materia orgánica, la preservación de los minerales y el equilibrio funcional microbiológico para la producción y la estabilidad del suelo (Figura 3.6).

FIGURA 3.6 Suelo de Huerta en Gachancipá Cundinamarca.



Fuente: Prada M. (2013).

3.3.1.1 MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO

La materia orgánica es el producto de la descomposición de residuos de orígenes animal o vegetal (Bastida et al., 2007; Millán, 2016). La materia orgánica es el agente activador del suelo, el cual recibe el nombre de humus, donde los microorganismos cumplen una función principal en su formación. El humus puede definirse como una fracción de materia orgánica heterogénea, de alto peso molecular, coloreada desde marrón a ne-

gro y formada a través de una serie de reacciones secundarias de síntesis (Stevenson, 1982; Millán, 2016). Indudablemente los efectos que produce la materia orgánica en el suelo son clave para mejorar las condiciones físicas como la permeabilidad, porosidad y la absorción de agua, que redundan en el confort de las raíces, y se produce una estimulación fisiológica en la planta, que la protege del ataque de plagas y enfermedades (Bernal-Vicente et al., 2008; Millán, 2016).

De acuerdo con Guzmán et al. (2019) y Véliz (2014), la aplicación de materia orgánica aporta nutrientes y funciona como base para la formación de múltiples compuestos en el suelo, los cuales son asimilados de la mejor manera por las plantas para su crecimiento y reproducción, de allí la importancia de trabajar abonos de fuentes orgánicas. Existen otros bioabonos o abonos de origen orgánico importantes, muy eficientes para mejorar y estabilizar la dinámica del suelo; pero son de manejo en campo abierto, es decir específicos para la zona rural, por tanto, en el desarrollo del capítulo se mencionarán otros componentes que son propicios para la zona urbana o periurbana.

3.3.1.1.1 Enriquecimiento orgánico del suelo

Para mantener la estabilidad del suelo existen diferentes fuentes de enriquecimiento como los bioabonos, biofertilizantes y caldos microbianos que son elaborados con material vegetal, animal y microorganismos, principalmente bacterias y hongos, entre los cuales destacamos el compost, lombricompost, bocashi, baiyodo, caldos microbianos, súper cuatro, súper magro entre otros.

3.3.1.1.1.1. Bioabonos o abonos orgánicos: son considerados universales por el hecho que aportan casi todos los nutrientes que las plantas necesitan para su adecuado crecimiento y desarrollo; sin embargo, la disponibilidad de dichos elementos es más constante durante el desarrollo del cultivo por la mineralización gradual a que están sometidos (Millán, 2016).

Según estudios realizados por Millán (2016), cuando se realizan adiciones al suelo de material vegetal verde y estiércol fresco sin compostar, no presentan u ofrecen una reducción de patógenos durante el periodo de aplicación, de allí que se maneje el proceso de compostar la materia orgánica de origen animal y vegetal.

3.3.1.1.1.2. Compostaje: de acuerdo con Millán (2016), el compost es el material orgánico que se obtiene como producto de la acción microbiana controlada sobre residuos orgánicos tales como hojarasca, rastrojos, subproductos maderables, estiércoles, etc. (Figura 3.7). Lo que se espera al realizar el compostaje es reducir los índices de contaminación en la atmósfera, suelo, agua y a la salud humana (Millán, 2016).

El proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos que habitan en el entorno natural. Ellos son quienes descomponen la materia orgánica. Para que estos microorganismos puedan desarrollar una óptima actividad de descomposición (52-65 oC, contenido de humedad entre el 30-45 %). El compost tiene su origen a partir de residuos vegetales y animales (Villegas-Cornelio y Laines, 2017).

FIGURA 3.7 Residuos vegetales en compostación, Anolaima, Cundinamarca.



Fuente: Prada M. (2016).

3.3.1.1.1.2.1 Manejo de composteras y recolección de lixiviados agroecológicos:

a continuación, se presentarán dos referentes de estructuras sencillas y prácticas de composteras en área perimetral (A) y el sector urbano (B). Para las dos propuestas hay que tener en cuenta la ubicación en espacio abierto o con buena ventilación.

A. COMPOSTERA Y RECOLECCIÓN DE LIXIVIADOS AGROECOLÓGICOS EN ÁREA PERIMETRAL

Se elabora una compostera en cubo con dimensiones iguales aprovechando las estibas y materiales que son de fácil consecución en el área perimetral, para lo cual se utilizaron los siguientes materiales: 8 estibas de madera de 1 m por 1,10 m, madera semicepillada, plástico negro y amarillo de 1,20 m de largo por 1,10 m de ancho, 3 m de alambre número 10, recipiente plástico capacidad 4 L, guadua de 1,20 m de largo y diámetro de 18 cm, 6 estacas de madera de 0,70 m de largo. Se realiza la infraestructura

tanto del techo como de la compostera y se depositan los diferentes materiales a compostar, como se muestra en la Tabla 3.3, incluyendo Microorganismos Eficaces (ME).

Los ME surgen desde la década de los años 60, aunque los mayores avances comenzaron con los estudios del profesor de horticultura Teruo Higa, de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, aproximadamente en 1970. Este investigador se motivó por la búsqueda de alternativas naturales en la producción agrícola, él mismo había sufrido efectos tóxicos de plaguicidas químicos en los primeros años de ejercitar su profesión (Quispe y Chávez, 2017; Morocho y Mora, 2019).

Los ME han mostrado efectos beneficiosos en el tratamiento de aguas negras, reducción de malos olores, en la producción de alimentos libres de agroquímicos, el manejo de desechos sólidos y líquidos generados por la producción agropecuaria, la industria de procesamiento de alimentos, fábricas de papel, mataderos y municipalidades, entre otros (Feijoo, 2016).

TABLA 3.3 *Materiales utilizados en el compostaje agroecológico*

Material orgánico	Cantidad
Tierra del lote (cultivo de café).	Se disponen capas entre 15 y 20 cm de cada material, previamente fraccionado, para acelerar el proceso de transformación. Se trabaja con un volumen de 1m ³
Residuos de cultivo de hortalizas.	
Roca fosfórica (espolvoreo 200 g).	
Pasto elefante.	
Cubetas de huevo.	
Equinaza.	
Tierra del lote (cultivo de café).	
*Microorganismos eficaces + melaza.	
Residuos de cultivo de plátano (vástago y hojas).	
Roca fosfórica.	
Cubetas de huevo.	
Bore.	
Bovinaza (espolvoreo 200 g).	
Tierra del lote (cultivo de café).	
Microorganismos eficaces + melaza.	
Cubetas de huevo.	

Nota. Implementación compostera agroecológica, Millán (2016).

La Figura 3.8 representa un montaje en donde se utilizaron 2 L de ME y 1 kg de melaza en 20 L de agua y 200 g de roca fosfórica dispuestas en las capas correspondientes, los volteos se realizaron cada 15 días incorporando los lixiviados que se obtenían semanalmente por 25 días y con adiciones de agua, y ME según requerimiento de humedad, registro tomado en campo semanalmente; así mismo la temperatura se midió observándose el pico de valor más alto de 70 °C y mínimas de 15 °C., hasta obtener a los 55 días el compost. El proceso es rápido por los volteos y la adición de microorganismos eficientes que aceleraron el proceso de transformación de la materia.

FIGURA 3.8 Montaje estructural de una compostera y distribución del material agroecológico.



Fuente: Millán (2016).

B. COMPOSTERA Y RECOLECCIÓN DE LIXIVIADOS AGROECOLÓGICOS EN EL ÁREA URBANA

Existen dos opciones, una compostera sencilla manual (Figura 3.9A) y otra a la cual se le adecua una polea para su volteo (Figura 3.9B). Los materiales que se requieren para la compostera sencilla son: una caneca de pintura de 5 galones preferiblemente negra o blanca con tapa, un tubo, un taladro, un palo de escoba, un guacal pequeño que nos

sirva de base y una vasija no profunda, pero si un poco más pequeña que la base de la caneca para la recolección de lixiviados. Se realiza la perforación en zigzag alrededor de la caneca, aproximadamente 20 orificios en la base, en la tapa aproximadamente 10 orificios y uno en el centro que sea del diámetro del palo de escoba, una vez está lista se depositan los materiales a compostar, como se muestra en la Tabla 3.4 (Millán, 2016).

El proceso es un poco más lento, porque no se realizan volteos frecuentemente, si dispone del espacio, puede realizar los volteos cada 10 o 15 días, y este se realiza en una caneca de igual dimensión; la idea de recolectar los lixiviados es para que se incorpore nuevamente a este, para humedecer cuando se observe que lo requiere, para evidenciar ello debe tener un palo de escoba, el cual se encuentra ubicado en el centro de la caneca y sobresale por la tapa, este tiene dos finalidades, una la aireación del compost, con el podrá realizar movimientos de tal manera que ventile el centro de la compostera y también sirve para chequear la humedad, ya que si el palo sale húmedo, usted tomará la decisión de la cantidad de lixiviado a incorporar.

FIGURA 3.9 *Compostera urbana.*



Fuente: Montoya-Prada, M. (2015).

Este proceso puede demorar entre 70 y 80 días, y así de esta manera obtener compost. La incorporación del abono enriquece la capacidad del suelo para albergar una gran actividad biológica, la cual tiene varias implicancias favorables (Vásquez, 2007).

La adición de ME permite que se acelere el proceso de transformación de la materia y el control de olores, además que incorporamos microorganismos que mejoran las condiciones del compost y finalmente del suelo.

TABLA 3.4 *Proceso de compostaje con Microorganismos Eficaces (ME)*

Material orgánico	Cantidad	
Tierra.	Se disponen capas entre 5 cm de cada material, previamente fraccionado para acelerar el proceso de transformación.	
Residuos de cocina no cocidos en trozos pequeños.		
Tierra.		
Microorganismos eficaces + melaza.		
Cubetas de huevo húmedas y en trozos pequeños.		
Tierra.		
Residuos de cocina no cocidos en trozos pequeños.		
Tierra.		
Microorganismos eficaces + melaza.		Se trabaja con un volumen de 5 galones.
Cubetas de huevo húmedas y en trozos pequeños.		
Tierra.		
Residuos de cocina no cocidos en trozos pequeños.		
Tierra.		
Microorganismos eficaces + melaza.		

Nota. Implementación compostera agroecológica, Prada, (2016).

Los MC incrementan la actividad fotosintética, la absorción de agua y nutrientes en las plantas, también reducen los tiempos de maduración de abonos orgánicos en particular el composteo, lo cual ofrece importantes aplicaciones agrícolas.

3.3.1.1.1.3. Lombricultura: según Pérez (1994), el vermicompost, o humus de lombriz, se convierte en una alternativa que cuenta con características físicas y químicas estables con propiedades de biofertilizante, indispensable para las producciones agrícolas.

El interés también es tener una alternativa eficiente y de mayor valor considerado por los procesos metabólicos que tiene la lombriz roja californiana para la producción de humus o materia orgánica, a continuación, se presentará una propuesta de estructura de fácil manejo para la producción de lombricompost, no sin antes dar a conocer a que se le llama lombricultura, que es la cría de lombrices de tierra en condiciones de

cautiverio y alimentadas con desechos orgánicos biodegradables, un proceso de reciclaje de materia orgánica que obtiene proteínas en forma de biomasa de lombrices de tierra (García, 2005).

Juárez (2005), evidencia un modelo de reciclado mediante la lombricultura en el que se utiliza no solo los residuos sólidos de origen vegetal (materia orgánica, papeles y cartones, cenizas, otros), sino también los residuos de origen animal (vísceras y sangre).

Según Sindoni et al. (2009), los costos de producción disminuyen, debido al uso de materiales de la finca considerados desechos, donde las lombrices son las que realizan todo el trabajo de descomposición y conversión a abono, que sin lugar a dudas permite que el suelo mejore sus condiciones tanto físicas, químicas y biológicas. De esta manera, la lombricultura se convierte en una herramienta fundamental en las huertas urbanas, pues nos ayuda a mejorar las condiciones de los sustratos que se manejen y a recircular el material orgánico a bajo costo.

Las lombrices constituyen un recurso potencial de gran interés en la sostenibilidad de la agricultura, pues participan activamente en la regulación de las propiedades físicas del suelo, la dinámica de la materia orgánica, del entorno y el crecimiento de las plantas (Lavelle et al., 1999), (Figura 3.10).

FIGURA 3.10 Lombriz roja (*Eisenia foetida*).



Fuente: Serrato-Velosa (2020).

3.3.1.1.3.1. Propuesta estructural para el manejo de la lombricultura y recolección de lixiviados agroecológicos en el área urbana

Se elabora una compostera en unas canastillas de frutas aprovechando los materiales que son de fácil consecución en la ciudad, para los cuales se utilizarán los siguientes

materiales: tres canastillas de frutas, plástico negro, una tabla un poco más grande que la canastilla, un guacal y si es posible un costal de fibra o polisombra. Se realiza el montaje y se depositan los diferentes materiales a compostar, previo a la incorporación de la lombriz roja californiana como se indica en la Tabla 3.5 (Millán, 2016).

Para el montaje de esta estructura, se requiere ubicar en un espacio seco y cubierto, si no se logra en un espacio cubierto lo ideal es cubrir la estructura con plástico negro, para ello se disponen las canastillas sobre el guacal que tiene una bandeja de recolección de lixiviados o una base donde se pueda manejar.

En la primer canastilla se colocan en capas de 3 a 5 cm los materiales, siempre ubicando como base un papel periódico sin tinta o una polisombra o costal de fibra tupido y tierra negra, sobre ella el material vegetal de cocina semiseco bien fraccionado (este lo puede dejar un día dispuesto en un lugar fresco y seco, el porcentaje de humedad baja y disminuye la acción de fermentación), recordemos que no se debe utilizar ningún alimento cocido, sobre esta se dispone una fina capa de tierra y seguido las cubetas de huevo en trozos pequeños y húmedos (un día antes se fraccionan las cubetas de huevo en trozos pequeños sumergida en agua).

TABLA 3.5 *Materiales utilizados en el compostaje agroecológico para la lombricultura*

Material orgánico	Cantidad
Tierra.	Se disponen capas de 3 a 5cm de cada material, previamente bien fraccionado, para acelerar el proceso de transformación.
Residuos de cocina no cocidos en trozos bien fraccionados y semisecos.	
Tierra.	La idea es que se realice el compostaje 10 días antes de su incorporación, y de no ser así que los residuos de cocina estén bien fraccionados y semisecos.
Cubetas de huevo húmedas y en trozos bien fraccionados.	
Tierra.	
Hojarasca si le queda fácil, la idea mejor que este un poco seca.	
Bandeja de recolección de lixiviados.	
Costal en fibra o polisombra.	
Plástico negro.	

Nota. Implementación lombricultivo, Millan, (2016).

Posteriormente, se coloca una capa fina de tierra y se dispone de las tres capas de hojarasca en pequeñas fracciones, y así sucesivamente sobre cada capa en el orden sugerido, se dispone una fina capa de tierra, la canastilla debe llegar a una capacidad de tres partes del total de esta, se revisa la humedad total de la canastilla para un mejor manejo, y así asegurarnos que se logre una humedad homogénea por cada capa se adiciona agua con un atomizador, de tal manera que no quede escurriendo pero tampoco quede seco, una vez termine de disponer las capas realice la siembra del pie de cría, para lo cual, en el centro de esta abra un espacio considerado por el tamaño del kilo de lombriz roja californiana y observe si ella se esparce por toda la canastilla, que debería ser de esta manera. Cubra el centro con el mismo material y arrope la canastilla con una polisombra o costal, y disponga sobre ella la bandeja de recolección del lixiviado y otra canastilla en iguales condiciones, lo ideal es para que trabajen dos en simultaneo, tenga presente que se debe recubrir con el plástico negro, a este proceso le favorece la oscuridad.

Finalmente, para la cosecha que se espera sea alrededor de unos dos o tres meses siempre y cuando se logre mantener la humedad (reincorpore nuevamente el lixiviado que este produzca a la canastilla, de no hacerlo será al final un material pobre de nutrientes), y estabilizar una temperatura (entre 15 y 25 °C) (Paco et al., 2011), así mismo durante este tiempo se debe revisar la cantidad de material que le debe ir incorporando para su alimentación. Cuando observe que hay un material más pegajoso que la tierra, suspenda por 8 días la alimentación de estas y coloque al octavo día la canastilla con el material fresco sobre la canastilla que se va a cosechar, en realidad este es un tema que con el trabajo que se logra tener durante este tiempo se adquiere la destreza de tomar este tipo de decisiones. Por tres días observe si todas las lombrices migraron a la nueva canastilla, de esta manera estará iniciando un nuevo proceso y las que queden en la canastilla inicial serán algunas que aún encuentran material para procesar.

Por medio, de la lombricultura o vermicompostaje se pueden transformar una variedad de recursos orgánicos derivados de las actividades económicas e industriales del ser humano, recursos que se agrupan en función a su origen, como los residuos convencionales y no convencionales procedentes de actividades agrícolas y agroindustriales entre otras, ambos tipos de residuos son estabilizados de manera eficiente por las lombrices de tierra para generar un producto con gran valor nutritivo para las plantas de cultivo o recuperación de suelos (Villegas-Cornelio y Laines, 2017).

3.3.2 AGUA Y AGRICULTURA ECOLÓGICA

El agua como elemento fundamental posee diversos componentes disueltos o en suspensión, entre los que encontramos gases disueltos como el oxígeno (O₂), dióxido de carbono (CO₂) y nitrógeno (N₂), electrolitos minerales como sodio, potasio, calcio,

magnesio, carbonatos, sulfatos, cloruros y nitratos. Los alimentos requieren del agua para sus diferentes procesos como el crecimiento, cerca del 70 % de los recursos hídricos se utilizan para producir estos alimentos y el 43 % proviene de aguas subterráneas usadas para el riego (World Water, 2015).

Ante los grandes desafíos mundiales como el cambio climático, una crisis del agua puede condicionar la producción, el abastecimiento y el precio de los alimentos, es así como la humanidad debe tomar acciones que permitan reducir los riesgos, evitar la degradación de ecosistemas, evitar el agotamiento del agua dulce y mantener la producción de alimentos. Selles (2019), expresa que la variabilidad climática puede generar diversos problemas como el desequilibrio de los ecosistemas, la agricultura y la salud humana, además que en las próximas décadas se espera un alza en las demandas de la evapotranspiración: dicese de la cantidad de agua evaporada del suelo y de la transpiración de las plantas, presionando el requerimiento de agua en los sistemas de riego, en especial cultivos frutales. Se puede considerar que casi todos los usos pueden contaminar el recurso y convertirlo en no disponible para otros usos, siendo indispensable un tratamiento (Escobar & Schafer, 2010).

Dentro de las principales características de los parámetros en cuanto a calidad del agua se encuentran los siguientes:

Temperatura: si la temperatura del agua aumenta, el oxígeno disuelto disminuye y puede ocasionar la muerte de las especies.

Nitratos: los nitratos y los nitritos son sales que son indeseables en las aguas potables porque pueden causar problemas en la salud humana. Su exceso en el agua también puede generar la proliferación de algas.

pH: refleja la concentración del ion hidrógeno en el agua; los valores comunes de pH en el agua oscilan entre 6,5 a 8,0, las variaciones súbitas indican una anomalía y puede significar la presencia de contaminación. En agricultura el pH está relacionado con la disponibilidad de nutrientes o toxicidad por solubilización de elementos.

Metales: algunas aguas pueden presentar metales como el cromo, níquel, mercurio, plomo, selenio, entre otros, reportándose toxicidad; si la ingestión de agua con mínimas cantidades de estos metales ocurre por un periodo largo, puede causar daños en el organismo de una persona.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): es definida como la cantidad de oxígeno requerida por las bacterias, para estabilizar la materia orgánica biodegradable bajo condiciones aeróbicas.

Aceites y grasas: son compuestos que si están en el agua son contaminantes por aportar sales y fósforo. Tiene origen en jabones, detergentes, lubricantes, entre otros.

3.3.2.1 CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DEL AGUA

Techos: la captación de agua por lluvia en techos es una de las técnicas que mejor capta, diferente a otras estructuras. De acuerdo con la FAO (2013) , los techos son capaces de producir el volumen de escorrentía cercano al volumen de lluvia, además indica que su posición elevada e inclinada facilita el proceso de captación y almacenamiento, y recomienda para esta técnica el uso de canaletas ubicadas en la parte final de los techos que permita escurrir el agua de las lluvias y conducir las a través de un tubo al estanque de almacenamiento, el tubo debe estar por la parte superior del estanque y su entrada debe estar ubicada al lado opuesto de donde se toma el agua (Figura 3.11).

El uso de otras alternativas es sugerido cuando no se tiene los tanques de almacenamiento. Un caso de éxito se presenta en Colombia, Ricardo Alba Aldana inventor del Ekomuro H₂O+, inventó un modular con 54 envases PET reciclados (Figura 3.12). Este sistema funciona mediante la interconexión de envases y una canaleta, cuando se recolecta se forma una columna de agua y se convierte en un depósito de almacenamiento. Esta alternativa logró reconocimiento mundial y ha tenido gran acogida en varias zonas vulnerables en Colombia.

FIGURA 3.11 Sistema de recolección de agua lluvia.



Fuente: Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox.

FIGURA 3.12 *EkomuroH₂O+*.



Fuente: Ricardo Alba Aldana, [instagram.com/ekogrouph2o](https://www.instagram.com/ekogrouph2o).

3.3.3 LAS PLANTAS Y LA RELACIÓN CON EL ECOSISTEMA

Al igual que el suelo y el agua, las plantas constituyen el tercer principio fundamental para generar vida y promover la relación e interacción entre estos, en pro de la sostenibilidad y la seguridad alimentaria. Indudablemente estos tres ejes parten de una base y dos súper componentes que independientemente donde se trabajen, tanto en la ciudad como el sector rural no se pueden desligar, de allí que la agricultura urbana agroecológica se trabaje en conjunto y se mencionen las interacciones existentes. No obstante, se deben conocer las expresiones individuales de cada planta y sus requerimientos nutricionales vitales; a continuación, se relacionan de modo general algunos elementos, las funciones y los síntomas de deficiencias (Tabla 3.6).

Es importante mencionar que las plantas juegan un papel único en la manifestación de sus características, afectaciones tanto positivas como negativas, asimismo la relación armónica o simplemente la no empatía puede llevarnos a tomar decisiones de las alianzas o posibles asociaciones que se logren establecer.

La asociación de cultivos promueve una mayor diversidad biológica, disminuye el riesgo de pérdida total de la cosecha, mejora el uso de los recursos naturales, y proporciona protección contra daños de plagas y enfermedades (Francis, 1990; Gómez y

Zavaleta, 2001; Vandermeer, 1990). Pero más allá de la asociación de cultivos debemos contemplar otro aspecto primordial, como lo es las asociaciones entre especies, que busca generar un aporte a la estimulación de las plantas y la sanidad del huerto. Gómez y Zabaleta (2001), mencionan que la asociación resulta aún más benéfica, cuando se utiliza una especie con propiedades antagonistas contra fitopatógenos.

Para entender un poco más las interacciones y la fuerte relación que tienen las plantas en un ecosistema, y la importancia de conocerlas hablaremos de la alelopatía y sus bondades para el manejo de la huerta agroecológica urbana y periurbana.

TABLA 3.6 Elementos necesarios para las plantas y síntomas de deficiencia

Elemento	Funciones	Síntomas de deficiencia
Nitrógeno	<ul style="list-style-type: none"> • Favorece el crecimiento de la planta. • Aumenta el tamaño y la calidad del fruto. • Favorece la fotosíntesis, la respiración y la síntesis de aminoácidos y proteínas. 	<ul style="list-style-type: none"> » Las hojas basales (hojas viejas) se tornan amarillentas. » Los frutos son más pequeños y maduran lentamente.
Fósforo	<ul style="list-style-type: none"> • Favorece el crecimiento de las raíces y de la parte aérea de la planta. • Aumenta la resistencia a plagas. 	<ul style="list-style-type: none"> » Las hojas adultas y sus nervaduras presentan una coloración rojiza. » Las hojas se mueren lentamente (de arriba hacia abajo).
Potasio	<ul style="list-style-type: none"> • Participa en la formación de azúcares, almidones, síntesis de proteínas y división celular. • Aumenta la resistencia a las plagas. • Mantiene la turgencia de la planta. 	<ul style="list-style-type: none"> » Las hojas se deforman y enrollan, la raíz tiene poco desarrollo. » Las hojas viejas presentan clorosis en los bordes y posteriormente necrosis (muerte). » Las hojas son más susceptibles de ser atacadas por plagas.
Calcio	<ul style="list-style-type: none"> • Estimula el crecimiento de la raíz. • Permite un mejor desarrollo de las flores y de los frutos. 	<p>Escaso crecimiento de la raíz. Caída de botones florales, flores y frutos. Escasa producción de semillas.</p>

Elemento	Funciones	Síntomas de deficiencia
Magnesio	<ul style="list-style-type: none"> • Ayuda a que la absorción del fósforo sea más eficiente. • Favorece el color verde de la hoja. • Importante para la síntesis de clorofila. 	<ul style="list-style-type: none"> » Las hojas viejas presentan una coloración amarillenta, bronceada o rojiza, los frutos no cuajan. » Las venas de las hojas tienen coloración verde, las hojas caen.
Cobre	<ul style="list-style-type: none"> • Importante en procesos de oxidación y reducción. • Participa en la formación de clorofila y en el proceso de la fotosíntesis. 	<ul style="list-style-type: none"> » Las plantas tienen problemas con la floración. » Las hojas pierden turgencia (se marchitan) y se tornan azul-verdosas. » Las hojas desarrollan un color amarillo y se enrollan.
Zinc	<ul style="list-style-type: none"> • Necesario para producir clorofila e hidratos de carbono. • Aumenta la resistencia a las plagas. 	<ul style="list-style-type: none"> » Manchas cloróticas en el área intervenal de la hoja. » Se retrasa el crecimiento.

Nota. Jorge Arce Portugez (2015).

En torno a este tema existen diversos estudios realizados que han permitido establecer la existencia de alternativas de manejo en los cultivos, para complementar los métodos convencionales que brinden protección y disminución en el uso de agroquímicos, de allí el concepto de uso de especies que liberan sustancias dañinas para otros, un fenómeno conocido como alelopatía, que reduce o incluso inhibe totalmente el desarrollo de malezas (Gomide, 1993).

La alelopatía se muestra como un fenómeno de excreción de sustancias (exudados) con efecto inhibitorio, estimulante e incluso autotóxico proveniente de las partes aéreas o subterráneas, ya sean muertas o producto de su descomposición en el suelo, donde los efectos que se puedan producir estarían determinados por (Overland, 1966):

- I. Plantas indeseables sobre los cultivos.
- II. Ellas mismas o por los cultivos sobre las plantas indeseables.
- III. Diferentes cultivos o un cultivo sobre sí mismo.

Finalmente, puede decirse que la alelopatía se da en las plantas por el compuesto bioquímico que tiene una planta, bien sea en hojas, flores, raíces y es capaz de inhibir o estimular el crecimiento, la reproducción, causar efectos atrayentes, repelentes e incluso la supervivencia de otra planta.

Dentro de este gran conjunto de plantas con propiedades alelopáticas encontramos algunas hortalizas, plantas aromáticas, plantas medicinales e incluso algunas arvenses que dependiendo de su asociación y disposición en la huerta pueden llegar a ser muy benéficas en el medio.

3.3.3.1 TIPOS DE CONTROL ALELOPÁTICO

Plantas bioactivas es un nuevo término que según Schiedeck (2006), se refiere a las plantas que interfieren o alteran el funcionamiento orgánico de otros seres vivos y cuyo efecto puede manifestarse por la presencia en el medioambiente de ellas o por el uso de sustancias que contienen. Especies medicinales, aromáticas, condimentarias, insecticidas, repelentes, tóxicas y bactericidas, se enmarcan como bioactivas. Estas plantas despiertan el interés de agricultores, investigadores y extensionistas por su uso potencial en los sistemas de producción que tienen base ecológica, donde se considera la posibilidad de extraer algunas sustancias de su metabolismo (Giardini-Bonfim et al., 2018). Un ejemplo es el efecto de los extractos etanólicos de orégano silvestre (*Lippia origanoides* K.) y matarratón (*Gliricida sepium* (Jacq.) Kunth ex. Griseb) sobre la candelilla temprana o tizón temprano en apio (*Apium graveolens* L).

Como mencionamos anteriormente, dependiendo de la asociación y disposición de las plantas en la huerta se puede aprovechar la intensidad de manejo que se desee tener, las plantas pueden llegar a tener diferentes mecanismos de acción, una sola planta puede llegar a ser acompañante estimulando las características de la otra o el cultivo, pero también puede llegar a ser repelente para el control de ciertos insectos plaga y tener una acción de agente atrayente (Morales et al., 2019), lo cual permite que en el cultivo se encuentren insectos controladores de plagas. En este apartado trataremos de mencionar algunas recomendaciones importantes para un manejo agroecológico y armonioso en las huertas urbanas.

I. PLANTAS ACOMPAÑANTES

Importante destacar la estimulación en el desarrollo de la planta, así como manifestar mucho más las características que la planta o el cultivo, por lo general las plantas acompañantes, además de generar un beneficio o estímulo a las otras plantas ayudan a repeler insectos plaga y en ocasiones estas pueden llegar a ser atrayentes de insectos benéficos que ejercen un control biológico. Algunos ejemplos simples son

los siguientes: el incremento del aroma y el verdecimiento de las plantas aromáticas cuando en el cultivo se encuentra la ortiga, si la mejorana se siembra intercalada en un cultivo mejora el sabor de las hortalizas y repele el ataque de los áfidos, y el tomillo atrae insectos benéficos y controla el ataque del comedor de hoja del repollo.

En la huerta se pueden disponer estas especies de acuerdo con el espacio con el que contemos, por ejemplo, si trabajamos estibas, camas de madera o cojines se pueden sembrar de manera alterna. En la implementación de la huerta agroecológica explicaremos como se puede establecer esta asociación, en la Tabla 3.7 se mencionan algunas plantas que pueden estar en un mismo espacio (cama, o estructura para siembra).

TABLA 3.7 *Plantas acompañantes*

Planta	En asociación mejora su acción	Plaga que repele
Albahaca, yerbabuena, tabaco.	Cilantro.	Araña roja, mosca blanca, pulgones.
Borraja, mostaza, tomillo.	Cebolla.	Gusanos, coleópteros.
Caléndula, yerbabuena.	Albahaca.	Mosca blanca, nemátodos.
Capuchina, tabaco, tanaceto, poleo.	Ajenjo alrededor de la huerta.	Caracoles, hormigas, mosca. Blanca, pulgones.
Menta, canavalia, liberal.	Citronela alrededor de la huerta.	Hormigas, mosca blanca.
Orégano, ajeno, ruda.	Menta en los laterales de la huerta.	Hormigas, moscas, pulgones.
Salvia, menta, romero.	Romero alrededor de la huerta.	Mariposa de la col, mosca blanca, polillas.

Nota. Eured y adaptado por Prada M.

- La lechuga en asociación o como planta acompañante es excelente para disponerla en el cultivo con otras plantas, en el caso de la fresa y la zanahoria permite que la planta enverdezca, asimismo mejora el crecimiento de los rábanos y si se encuentra en suelos sueltos con materia orgánica estimula el crecimiento de las cebollas.

- El rábano estimula el crecimiento de otras hortalizas, como la lechuga, arveja y zanahoria, pero además repele la presencia de chizas o gusano blanco en papa.
- El ajo inhibe el crecimiento y desarrollo de los cultivos de frijol y arveja, tanto en asocio como en rotación.

Se practica la asociación de cultivos buscando la siembra de asociaciones favorables, mutualistas y complementarias (Vandermeer, 1990) Según Gómez y Gómez (2016), se busca con ello obtener mejores resultados en las combinaciones de los cultivos. Para evitar efectos negativos en la asociación se deben conocer los efectos alelopáticos de los cultivos, las exigencias térmicas del cultivo y los hábitos de crecimiento de los cultivos en las diferentes épocas del año; así como evitar la ruptura del equilibrio nutricional en la composición de la asociación (Leyva y Pohlan, 2005).

Es parte del manejo de la fertilidad del suelo, la rotación continua de las especies sembradas en las camas de cultivo, de tal forma que no se extraigan los nutrientes de forma unilateral (Gómez y Gómez 2016).

II. PLANTAS REPELENTES

De este grupo se destaca la acción (aroma y exudación) que tienen algunas plantas para repeler insectos plaga, la disposición de estas depende del área o espacio que estemos manejando para la huerta, lo ideal es no sembrarlas en asociación en un mismo espacio (cama, o estructura para siembra). En la Tabla 3.8, se mencionan algunas plantas que tienen la capacidad de repeler ciertos insectos plaga.

TABLA 3.8 *Plantas repelentes*

Planta	En asociación potencia la acción	Insectos plaga que atrae
Eneldo	Rábano.	Gusanos tierreros.
Hiedra	Alrededor de la huerta o en las esquinas.	Chinches, ácaros.
Mostaza	En las esquinas dentro del cultivo.	Gusanos comedores de follaje.
Ruda	Zanahoria intercalada con la cebolla.	Moscas, polillas.
Tabaco	Fuera de la huerta en los laterales.	Mosca blanca.
Trébol	Salvia.	Mosca del repollo.
	Caléndula.	Pulgones.

Nota. Ecured y adaptado por Prada M.

Por lo general estas plantas deben estar en los laterales de la huerta, ya que sirven de cerca para evitar el ingreso de las plagas al cultivo, la mayoría de estas plantas deben ser sembradas en otro espacio diferente al sitio donde plantamos, debido a que las exudaciones de las raíces y la liberación de compuestos volátiles alelopáticos, hacen que se inhiba el crecimiento de las hortalizas, y nuestro objetivo es controlar los insectos plaga, que mejor repeler y aprender a convivir con ellos.

Por otra parte, (Sampietro, 2011), destaca que los residuos en descomposición de las plantas liberan una gran cantidad de agentes alelopáticos, indispensables para realizar biopreparados o incorporar al suelo sin ningún proceso de compostaje, los cuales permiten establecer otro tipo de herramientas valiosas para el control de plagas y enfermedades en las huertas agroecológicas.

III. PLANTAS TRAMPA

Sin lugar a dudas estas plantas cumplen una función muy puntual y es el hecho de retener los insectos plaga que pueden estar en la huerta. La naturaleza es perfecta para encontrar plantas que tengan estas propiedades de atraer y algunas por su acción pegajosa retener. En la Tabla 3.9, se mencionan algunas plantas que atraen insectos para su control.

TABLA 3.9 *Ejemplos de plantas trampa usadas como control de insectos*

Planta	En asociación potencia la acción	Insectos plaga que atrae
Eneldo	Rábano.	Gusanos tierreros.
Hiedra	Alrededor de la huerta o en las esquinas.	Chinches, ácaros.
Mostaza	En las esquinas dentro del cultivo.	Gusanos comedores de follaje.
Ruda	Zanahoria intercalada con la cebolla.	Moscas, polillas.
Tabaco	Fuera de la huerta en los laterales.	Mosca blanca.
Trébol	Salvia.	Mosca del repollo.
Caléndula		Pulgones.

Nota. Ecurad y adaptado por Prada M.

Estas plantas al igual que las repelentes, lo ideal es sembrarlas en los laterales de la huerta, dado que estas pueden servir de cerca viva para disminuir el ingreso de plagas al cultivo (Figura 3.13), los compuestos volátiles de algunas de ellas los atraen, como en el caso del tabaco; pero al llegar estos quedan pegados en las hojas del tabaco.

FIGURA 3.13 Huerta agroecológica Madrid Cundinamarca, acompañada de plantas trampa.



Fuente: Prada M.

3.3.4 HERRAMIENTAS PARA EL MANEJO AGROECOLÓGICO DE LA HUERTA

Hoy encontramos que nuestros campos son laborados de manera desmedida, el uso indiscriminado de fertilizantes de síntesis química y el acelerado afán por producir y no respetar el uso del suelo, han generado un caos en el ecosistema, alterando los procesos biológicos del suelo, pérdida de microorganismos y macrofauna; así como la estructura del suelo, la contaminación de los cuerpos de agua y la contaminación atmosférica, todo esto se reduce a la acelerada pérdida de los recursos naturales, el impacto negativo al medio ambiente y comprometer la salud humana.

Si se toman como referente los fertilizantes químicos fosfatados que se obtienen a partir de fuentes no renovables, cuya reserva se estima perdurará de 23 a 100 años (Aguado, 2012; Spångberg et al., 2011), pero su mecanismo de fijación en el suelo trae considerables pérdidas que son lixiviadas y desencadenan problemas ambientales, se debería considerar el uso racional de los recursos no renovables. Otros compuestos,

son los fertilizantes nitrogenados que sin lugar a dudas causan un fuerte impacto en el medio ambiente, bien sea por la volatilización o lixiviación.

Aguado (2012), menciona que los fertilizantes afectan la salud humana dando origen a diferentes enfermedades ante el consumo de agua y vegetales contaminados por altas concentraciones de nitratos provenientes de la lixiviación de los fertilizantes químicos hacia los mantos freáticos. Una vez que entran al cuerpo humano, los nitratos pueden ser reducidos a nitritos por bacterias y algunas enzimas presentes en el sistema digestivo. Estos nitritos pueden combinarse con aminos a amidas secundarias para dar origen a compuestos de N-nitroso (nitrosaminas y nitrosamidas), conocidos por sus potentes efectos carcinogénicos (Walker, 1990).

Una publicación reciente de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019), menciona que ningún plaguicida cuyo uso en alimentos comercializados a nivel internacional, causa efectos genotóxicos (es decir, no dañan el ADN de modo que puedan producirse mutaciones o cáncer). Los efectos adversos de estos plaguicidas solo se producen a partir de determinado nivel de exposición. Cuando una persona entra en contacto con grandes cantidades de uno de estos productos, puede presentar una intoxicación aguda y sufrir efectos adversos a largo plazo, entre ellos cáncer y trastornos de la reproducción.

De una u otra manera hay efectos en la salud humana, cuando estos productos de síntesis química son utilizados de manera indiscriminada como posiblemente sucede hoy en algunas partes del país y del mundo, bien sea por desconocimiento o simplemente porque hay una alteración en el sistema del suelo o un creciente descontrol de plagas y enfermedades, por lo que acuden a estas prácticas que cada vez que se utilicen de manera descontrolada traerá más problemas en el medio ambiente, generando resistencia de plagas, enfermedades y pérdida de las propiedades del suelo.

Actualmente, ha sido señalado que las malezas, las plagas y las enfermedades causan pérdidas anuales de 248 000 millones de dólares en la agricultura mundial (Lira, 2018), por tanto, no se trata de desconocer que para lograr el abastecimiento de alimentos se requieren fertilizantes y manejos pertinentes para el control de plagas y enfermedades, de allí la urgencia de repensar en recuperar costumbres y buenas prácticas amigables con el medio ambiente que a través del tiempo se han perdido; pero son herramientas fundamentales que como en todo proceso, la frecuencia, la interacción de varias propuestas, la aplicación de técnicas modernas y sobre todo el convencimiento que se puede trabajar en armonía.

De acuerdo con Ramírez (2004), existen algunos materiales que son fundamentales en el proceso de elaboración de biopreparados, como lo son:

1. Materia orgánica de origen animal (estiércol).
2. Agua, preferiblemente no potable, aguas lluvias con proceso de oxigenación.
3. Sulfatos, estos pueden ser utilizados en la agricultura orgánica y aunque son productos de procedencia química está permitido su uso, ya que el proceso de transformación es realizado por los microorganismos que están presentes en el estiércol y el suelo, se convierten en elementos que la planta asimila con facilidad en pequeñas cantidades, sin dejar residuos tóxicos en humanos y en la naturaleza. Sulfato de cobre, sulfato de manganeso, sulfato de zinc, sulfato de magnesio, sulfato de hierro, bórax agrícola, ácido bórico o boro (no es sulfato), sulfato de potasio, azufre (no es sulfato).
4. Plantas medicinales, se utilizan partes de plantas o algunos frutos que se tratan de acuerdo al biopreparado que se realizará, el fin es extraer los principios activos, ya sea para fortalecer a la planta, atacar alguna enfermedad o controlar algunos insectos. Ortiga, caléndula, sábila, ají, cola de caballo, manzanilla, diente de león, papaya entre otros (Mosquera et al., 2019).
5. Melaza, el objetivo principal es potenciar a los microorganismos, favorecer su multiplicación y su actividad microbiológica, además de aportar algunos nutrientes como potasio, calcio, magnesio y boro.
6. Cal agrícola, cal viva, cal apagada, dolomita, estas contribuyen con el calcio y otros nutrientes según su origen, su función más importante es regular la acidez que se presenta durante todo el proceso de la fermentación de abonos.
7. Leche, yogurt, suero y kumis ayudan a multiplicar a los microorganismos que se encuentran presentes en el biopreparado.
8. Cascarilla de arroz, es una fuente rica en sílice, lo que favorece mayor resistencia contra insectos y enfermedades de las plantas. También ayuda a mejorar las características físicas del suelo y los abonos (aireación).
9. Tierra, es fundamental para estimular la actividad microbiana en el compostaje, además por sus propiedades funciona como una esponja al retener, filtrar y liberar lentamente los nutrientes.
10. Roca fosfórica – calfos, Fosforita Huila, aporta nutrientes como el fósforo.

11. Ceniza de cocina, aporta potasio, además sirve para retener la humedad del compost, dado que lleva carboncillos pequeños que cumplen con esa función, por eso no es necesario cernirla cuando se va aplicar a la compostera.
12. Residuos de cosecha o residuos de hortalizas y pellejos en cocina, estos aportan un alto contenido de nutrientes y contribuyen con la actividad microbiana.

Conocedores de los materiales básicos y sus fines, damos paso a los tipos o procesos necesarios para la preparación de productos que aporten nutrientes al suelo y al cultivo o el manejo fitosanitario en el cultivo. Estas son sustancias y mezclas de origen vegetal, animal o mineral presentes en la naturaleza que tienen propiedades nutritivas para las plantas, repelentes y atrayentes de insectos, para la prevención y control de plagas o enfermedades (IPES / FAO, 2010).

De acuerdo con IPES / FAO (2010), los biopreparados corrigen los desequilibrios que se manifiestan en ataques de plagas y enfermedades, la agricultura urbana utiliza productos elaborados a partir de materiales simples, sustancias o elementos presentes en la naturaleza (aunque en algunos casos pueden incorporar productos sintéticos) que protegen y mejoran los sistemas productivos.

Esta iniciativa no solo se puede desarrollar en el sector rural, también lo podemos trabajar en las ciudades y generar prácticas donde no se pierda el foco que la materia orgánica, y los compuestos naturales son fundamentales para un proceso de producción, de allí que se presenten herramientas para obtener productos agroecológicos, que minimicen el impacto ambiental y brinden bienestar a la familia (Figura 3.14).

FIGURA 3.14 Manejo de huerta con biopreparados, huerta agroecológica Madrid Cundinamarca.



Fuente: Prada M.

3.3.4.1 BIOFERTILIZANTES Y BIOPREPARADOS

Existen compuestos que nos ayudan a enriquecer y a equilibrar las posibles deficiencias que tienen las plantas, así mismo conocer algunos productos que pueden suplir una necesidad o exigencia para la producción, el manejo de plagas y enfermedades en el cultivo, con base en ello, la agricultura agroecológica se apoya en la utilización de plantas, minerales y productos orgánicos de origen animal y vegetal, estos reciben el nombre de **biofertilizantes y abonos orgánicos líquidos; biopreparados** para control de plagas y enfermedades, y como lo hemos mencionado, estos tienen una finalidad y un mecanismo de acción, y por supuesto un método de preparación y utilización. Todo esto indica que en los procesos naturales nada se pierde, existe un equilibrio entre los procesos de crecimiento y de desintegración, es decir un reciclaje completo y bien engranado (Peña, 2002).

Altieri (1999), enfatiza que fomentar la biodiversidad abajo y arriba del suelo son fundamentales para activar la biología del suelo, de tal manera que la planta este provista de nutrientes generando un estado nutricional efectivo para resistir las condiciones climáticas, el ataque de plagas y enfermedades. Una mayor biodiversidad arriba del suelo contribuye a la salud del agroecosistema a partir de estimular la presencia de un mayor número de controladores biológicos, que favorecen el control biológico **in situ** de insectos plaga (Altieri, 1999). Los extractos son de síntesis orgánica que al momento de ingresar a la planta activa las fitoalexinas que son las defensas naturales en la planta (Hualcapi, 2012). El efecto de los extractos de las plantas sobre las enfermedades, más que deberse a algún tipo de toxicidad directa, se produce por el fortalecimiento estructural de la planta, incrementando su resistencia a la penetración de los micelios de los hongos y a las picaduras de los insectos chupadores como los pulgones (Hualcapi, 2012).

De acuerdo con la forma de preparación o elaboración de los biopreparados encontramos que como regla general lo ideal es trabajar con agua de nacedero, agua lluvia o agua potable para lo cual, por el contenido de cloro, debemos dejarla en reposo unas horas antes de usar, (IPES / FAO, 2010), asimismo se debe preparar la cantidad de producto que se requiera, cualquier tipo de biopreparado que se seleccione se debe manejar con precaución, porque a partir de la extracción de los aceites esenciales se obtiene el componente activo de la planta, el cual se concentra en cada una de las opciones que a continuación se presentan.

3.3.4.1.1 Biofertilizantes

Algunos referentes los etiquetan como biofertilizantes, fertilizantes orgánicos o abonos líquidos orgánicos, entre los más reconocidos, todos tienen una particularidad, debido a que son elaborados con insumos naturales, bien sean de origen animal o vegetal, la mezcla y la incorporación de microorganismos y minerales. Entre sus funciones está el suplir los elementos necesarios para los requerimientos nutricionales de las plantas (Figura 3.15).

FIGURA 3.15 Producción de bioabonos, biofertilizantes Cachipay Cundinamarca.



Fuente: Prada M.

El uso de biofertilizantes a base de residuos orgánicos es una solución efectiva para minimizar el daño ambiental, debido a que se transforma la basura orgánica en compost, que es el primer eslabón en la reducción, reutilización y reciclado (Marín, 2019). De este primer paso podemos obtener el beneficio del compostaje y un segundo producto que es el lixiviado que se puede enriquecer con microorganismos eficientes, que funciona como biofertilizante para mejorar las condiciones del suelo y contrarrestar o mitigar las enfermedades que se presenten en el cultivo.

Los microorganismos eficientes tienen numerosas aplicaciones agrícolas debido a que funcionalmente favorecen la germinación de semillas, incrementan la floración, aumentan el crecimiento y desarrollo de los frutos, incrementan la biomasa, garantizan una reproducción exitosa en las plantas, mejoran la estructura física de los suelos, incrementan la fertilidad química de los mismos y suprimen a varios agentes fitopatógenos causantes de enfermedades (Morocho y Mora, 2019).

Es un abono elaborado a base de estiércol de animales y residuos vegetales que pueden ser sólidos (compost) y líquidos (biol). El verdadero interés de los fertilizantes orgánicos es la incorporación de materia orgánica, pues las extracciones de los cultivos con las cosechas y rastrojos, y la meteorología con la mineralización, hacen disminuir los niveles de materia orgánica de los suelos, por lo que es necesario reponerla (Gómez, 2019). Partiendo de este hecho la invitación es a no esperar que los suelos estén agotados, por el contrario, suministrar materia orgánica y con frecuencia aplicar biofertilizantes que permitan que este se encuentre en buenas condiciones para la producción de los cultivos, mantenimiento de los árboles y la armonía entre el manejo de plagas y enfermedades (Figura 3.16).

FIGURA 3.16 Huerta periurbana agroecológica, bajo efecto de acondicionador orgánico.



Fuente: Prada M.

Dentro de los biofertilizantes más destacados por su acción que podemos manejar a campo abierto y en agricultura urbana, a continuación, se relacionan tomando como referente a Millán (2016) y Ramírez (2004):

I. Caldo de lombricompost:

Tomado del libro Agricultura orgánica y desarrollo rural, Ramírez (2004), y la implementación en huertas urbanas del Sena en Madrid, Cundinamarca (2014).

Materiales

- 1 envase no metálico de 20 litros.
- 1 kilo de miel de purga o melaza.
- 20 litros de agua.
- 5 kilos de lombricompost.
- 1 litro de leche.
- 500 c.c. de ME.

Preparación: se disuelven 5 kg de lombricompost en 20 L de agua, se adiciona 1 kg de melaza, 1 L de leche y 500 c.c. ME, se revuelve hasta dejar bien mezclado el producto, se tapa con una polisombra y este se ubica en un espacio fresco y aireado, se deja fermentar por espacio de 15 días, lo ideal es revolver todos los días.

Usos: se puede utilizar en cualquier clase de cultivo solo o en mezcla con otros caldos, semanalmente, se puede aplicar al suelo o en forma foliar. Este biopreparado funciona como abono foliar y edáfico, recuerde que este se debe diluir en una proporción de 2 L de producto por 20 L de agua para el área foliar, para el suelo puede ser 4 L de producto por 20 L de agua. Se puede utilizar en el sistema de organopónico-hidropónico sin manejo químico para la agricultura urbana.

II. Purín fermentado de ortiga

Tomado del programa de Agricultura Urbana de la Municipalidad de Rosario, CEPAR y el Programa ProHuerta/INTA, Rosario, Provincia de Santa Fe, Argentina y acoplado al manejo agroecológico de la huerta urbana los cerezos de Madrid, Cundinamarca.

Materiales:

Para preparar 10 litros se utilizan:

- 1 envase no metálico de 20 litros.

- 1 kilo de plantas frescas.
- 10 litros de agua de lluvia o reposada.
- 500 c.c. de ME. (Microorganismos Eficientes)

Preparación: tomar 1 kg de ortiga fresca, triturar sobre un plástico, luego sumergir en 10 litros de agua y adicionar 500 c.c. de Microorganismos Eficientes, dejar reposar durante dos semanas en un lugar fresco y aireado, por ser un proceso aeróbico se tapa con un anejo o polisombra, lo ideal es revolver todos los días. A las dos semanas el producto estará listo, tenga presente filtrar y si no se va a utilizar todo el producto se puede almacenar en un recipiente oscuro por seis meses.

Usos: estimulador de crecimiento, como fertilizante da fuerza vigor o energía a las plantas, se recomienda utilizar cada 15 días, tanto al suelo como al área foliar, en los periodos de brotación, floración, y fructificación después de la poda, del trasplante, de heladas, de sequía o de golpes de calor o cuando la planta es atacada por plagas o enfermedades, se recomienda reforzar el riego y la aplicación de este biopreparado, la ortiga es considerada como un vitalizador de las plantas. Recuerde diluir 2 litros del producto por 20 L de agua para aplicar en el área foliar (en floración 1litro/20 litros), y para el suelo 4 L de producto en 20 L de agua.

III. Purín revuelto fortificante:

Tomado del libro Agricultura orgánica y desarrollo rural, Ramírez (2004), y la implementación en huertas urbanas de Sena en Madrid, Cundinamarca (2014).

Materiales:

- 1 kilo de ortiga.
- 1 libra de caléndula (hojas y flores).
- 1 kilo de papunga (masequia – amor seco).
- 1 libra de hoja de sábila (2 hojas).
- 40 litros de agua.
- 200 gramos de silicato sódico (1 pocillo tintero).
- 1 kilo de melaza - miel de purga.

Preparación: macerar los manojos de ortiga, la caléndula y la masequia o amor seco en un plástico, colocar en una caneca plástica con 40 L de agua lluvia o si es agua potable dejar reposar por tres horas, adicionar la melaza y los 200 g de silicato sódico, tapar con un anejo o polisombra, por 15 días, dejar en un lugar fresco y aireado. Durante este tiempo revolver frecuentemente y cumpliendo el tiempo al momento de la aplicación,

adicionar el cristal de una hoja de sábila por 20 L de biopreparado, que estará listo para aplicar al suelo y al follaje. Recuerde que lo puede almacenar de 1 a 3 meses, lo ideal es aplicarlo en menos tiempo por las frecuencias de aplicación al cultivo.

Usos: de acuerdo con Ramírez (2004), y a la experiencia que se tiene de la implementación en las huertas urbanas de Madrid, Cundinamarca, se evidencia que el biopreparado es un vigorizante de los cultivos de hortalizas, asimismo se ha observado la disminución de la incidencia de enfermedades y la acción de repelente de plagas que frecuentan los cultivos. Otros biopreparados que se pueden elaborar para el manejo de huertas urbanas y que son de fácil consecución, los materiales y el manejo en lugares pequeños, son los lixiviados que se obtienen del proceso del compostaje o lombricultivo. El proceso de vermicompostaje produce lixiviados, debido a las actividades de los microorganismos y el drenaje de los lixiviados es importante para evitar la saturación del producto. Por lo tanto, los lixiviados derivados del vermicompost o Vermicompost Lixiviado (VL), se consideran beneficiosos y se pueden usar como fertilizantes líquidos, debido a la alta concentración de nutrientes de las plantas (Arecki et al., 2005; Gutiérrez et al., 2008; Tejada et al., 2008).

IV. Lixiviados de compost o lombricompost

Materiales

- 1 litro de lixiviado de compost o lombricompost.
- 500 c.c. Microorganismo Eficientes.
- 1 caneca de 5 galones.

Preparación: como se evidenció en la elaboración y manejo de la compostera o lombricultivo del proceso de transformación de la materia se genera un subproducto, el cual es un líquido que se debe recoger y devolver a la compostera para que humedezca y enriquezca el compost, esta recirculación se prevé que se realice entre 20 a 30 días, según el material que se esté compostando. El lixiviado que podemos utilizar debe presentar unas características como lo es indoloro y de color café oscuro, una vez se obtenga este producto, lo podemos enriquecer con Microorganismos Eficientes que potencializarán aún más el biofertilizante.

Usos: incrementa el vigor a las plantas, aporta nutrientes (NPK, entre otros), incrementa los microorganismos benéficos en el suelo y aumenta la resistencia frente al ataque de plagas y enfermedades en el cultivo. De acuerdo con Calero et al. (2019), las aplicaciones del lixiviado potencializado con los Microorganismos Eficientes constituyen una alternativa para incrementar la productividad de las plantas en el caso de estudio

del cultivo de habichuela. Desde lo que se ha evidenciado en la implementación de las huertas, la respuesta de los cultivos de diferentes especies frente a las aplicaciones es positiva.

V. Abono foliar de frutas

Tomado de Tencio y Ramírez (2017), y la implementación de las huertas urbanas de Bogotá. Biopreparado rico en fósforo y potasio que se encuentra en la melaza, y en las frutas maduras.

Materiales

- Un recipiente con capacidad para 10 kilos con tapa.
- 5 kilos de frutas bien maduras.
- 3 kilos de melaza.
- 1 litro de ME (microorganismos eficientes).

Preparación, dosis y aplicación: disponer en el recipiente plástico en capas 1 kg de fruta y adicionar 1 kg de melaza, así sucesivamente adicionar la cantidad referida, luego coloque la tapa y deje ocho días en reposo, al octavo día retire el material y filtre, el líquido que obtenga lo almacenará en botellas oscuras, máximo por dos meses, recuerde dejarlo en un lugar fresco, seco y aireado. Aplique 50 ml en 20 L de agua para hortalizas y de 250 a 500 mL en 20 L de agua para frutales. A este biopreparado se le pueden adicionar plantas aromáticas, verduras y pasto tierno, de esta manera puede actuar como fertilizante líquido por su alto contenido de nitrógeno, potasio y fósforo, y repelente de plagas por su efecto aromático.

VI. Vacunil gallego

Tomado del libro Agricultura orgánica y desarrollo rural, Ramírez (2004), de la experiencia realizada por el agricultor - investigador Cesar Augusto Gallego, Finca La Granja – Vereda Corsega Municipio de la Unión V., en cultivos de melón, pimentón, tomate y uva. La implementación en las huertas urbanas de Madrid, Cundinamarca.

Materiales:

- 500 gramos del hongo Trichoderma.
- 500 gramos del hongo Metarhizium.
- 500 c.c. de Humita (biofertilizante que se relaciona más adelante).
- 3 litros de caldo M4 con microorganismos eficientes.

- 3 litros de caldo súper magro. Si no lo tiene reemplace por sulfato de magnesio y bórax (1 kg).
- 2 kilos de melaza.
- 200 litros de agua limpia lluvia o agua reposada por más de 3 horas.

Preparación: se mezcla todo el mismo día, se revuelve y se cubre bien con un anejo o polisombra en un lugar fresco y aireado, luego al otro día está listo para aplicarlo al suelo cerca a la raíz de cada planta. Se aplica puro en dosis de 50 c.c. por cada planta de hortaliza a los 4 días de trasplantada. Se repite al mes y se aumenta la dosis a 80 c.c. por cada planta. En frutales se puede aplicar 500 c.c. por planta.

Usos: es caldo nutritivo con microorganismos protectores y revitalizador del suelo. Ramírez (2004), menciona que es una fórmula muy sencilla para vacunar y a la vez fertilizar las plantas. Sin lugar a dudas es una observación muy asertiva, ya que se aplica al inicio del cultivo, desde la experiencia se ha logrado evidenciar que potencia la actividad biológica del suelo, fundamental para la fertilización y actúa como protector frente al ataque de plagas y enfermedades.

3.3.4.1.2 Biopreparados

Los biopreparados pueden aplicarse puros o diluidos en agua, que cumple la función de vehículo de los principios activos. Se aplican a las hojas y tallo, con el riego al suelo de cultivo. Deben ser fáciles de preparar y adaptados a la realidad de cada agroecosistema, (IPES / FAO, 2010). Para cada cultivo y para cada preparado existe una dosis recomendada (Ramírez, 2004).

- I. **Extracto:** son preparaciones a base de plantas frescas, en esta técnica se puede utilizar cualquier parte de la planta, se considera que se obtiene mayor cantidad de líquido de la parte floral, su esencia es extraer a partir de prensar las partes de la planta, se aconseja que previo a ello se humedezca un poco y se dé paso al prensado que puede ser con un lienzo o un plástico, este se extrae y se almacena en una botella oscura preferiblemente, y en un lugar fresco y seguro, se debe etiquetar. Para su utilización se debe diluir en agua, preferentemente a razón de un vaso por litro de agua.
- II. **Infusión:** se puede utilizar cualquier parte de la planta de manera fresca, su esencia es extraer los aceites esenciales en agua hirviendo, para su preparación se pone a hervir agua y una vez hierva se baja del fuego y se sumergen las plantas, se deja reposar, se filtra y se utiliza según el tipo de control y la cantidad que se utilizó del material vegetal, esta se puede aplicar pura una vez esté fría o con

una dilución al 50 %. Preferiblemente utilizar lo más pronto posible, máximo 24 horas después de preparado.

- III. Té:** para esta preparación se utiliza cualquier parte de la planta que se encuentre seca, es decir que previo a ello se realizó el secado en un lugar fresco y aireado, no expuesto al sol, pues puede volatizar los aceites esenciales que contienen las propiedades. Para la preparación se coloca a hervir agua, una vez hierva se baja del fuego, se sumergen las partes de la planta y se tapa el recipiente, su esencia es extraer las sustancias activas de la planta. La ventaja de este biopreparado es debido a que, si tenemos bastante material vegetal que no se utilizará de inmediato, se puede secar y almacenar para cuando se requiera. Para su aplicación dejar reposar, filtrar y utilizar según el tipo de control y la cantidad de material vegetal que se utiliza, esta se puede aplicar pura una vez este fría o con una dilución al 50 %. Preferiblemente utilizar lo más pronto posible, máximo 24 horas después de preparado.
- IV. Hidrolato:** para este biopreparado se utiliza cualquier parte de la planta, su esencia es colocar las partes de la planta (s) en remojo un día antes de la preparación, luego se pica en trozos las partes en un recipiente con agua y se coloca a fuego lento, una vez inicie el hervor dejar hervir por 30 minutos, bajar del fuego, dejar reposar y filtrar, este biopreparado se puede aplicar de inmediato o se puede almacenar en un lugar fresco y oscuro; al igual que las otras formas de preparación se puede hacer la dilución al 50 %, esto dependerá de la cantidad de plantas que se utilice y el tipo de control que quiera realizar, este producto se puede mantener activo máximo 3 meses después de preparado, lo ideal es no almacenar por periodos superiores a 3 meses. Las aplicaciones del hidrolato de manzanilla es una alternativa de origen natural para el manejo de tizón tardío (*Phytophthora infestans*), que puede llegar a disminuir los impactos en el ambiente y conseguir productos más saludables de los que se produce con la agricultura convencional (Hualcapi, 2012).
- V. Purín:** los purines son fermentos preparados a partir de hierbas, restos vegetales o estiércoles (Franco, 2018). Los purines de fermentación se preparan a partir de estiércoles, plantas, hierbas o restos vegetales que pueden ser enriquecidos con algún compuesto mineral como, por ejemplo, cenizas. Los purines aportan enzimas, aminoácidos y otras sustancias al suelo y a las plantas, aumentando la diversidad y disponibilidad de nutrientes. También aportan microbios que actúan transformando la materia orgánica del suelo en nutrientes para las plantas, (IPES / FAO, 2010). Los purines son materiales carbonados de origen animal que cuando se utilizan como abono su función principal es la de aportar nutrientes para las plantas, principalmente nitrógeno, fósforo y potasio,

a la vez que aporta nutrientes secundarios (calcio, magnesio, sodio, azufre) y micronutrientes (hierro, manganeso, etc.)” (Interpoc, 2019). Los purines tienen una preparación especial, puesto que dependiendo del tipo de purín que se prepare puede tardar de 2 a 4 semanas para estar listo, este se hace de manera aeróbica, así mismo para facilitar y acelerar el proceso de fermentación se recomienda triturar las plantas en trozos, por lo cual se debe revolver de 3 a 5 veces a la semana para favorecer la dilución de los principios activos de las plantas, en algunos purines se utilizan las mezclas de material de origen vegetal, animal y mineral. Existen algunos purines que pueden tener dos propósitos, fertilizar y controlar plagas y enfermedades. Los purines conservan sus propiedades hasta por 6 meses, por lo cual se puede almacenar por largos periodos no mayores a 5 meses, lo ideal es activarlo con frecuencia.

VI. Caldo: en la agricultura ecológica se ha utilizado esta denominación principalmente para referirse a los caldos minerales. Es la forma de diluir en agua compuestos o elementos minerales, de manera de hacerlos solubles y aprovechables por las plantas. En su mayor parte poseen propiedades para actuar en el manejo de enfermedades transmitidas por hongos. El más conocido es el caldo bordelés (IPES / FAO, 2010). Pero también se utilizan los caldos microbiológicos, en este los microorganismos transforman y colocan a disposición de la planta minerales que esta necesita, ya sea por la raíz (que es la gran mayoría) o por las hojas (Ramírez, 2004). Los caldos se trabajan de manera similar a los purines, la diferencia es el tiempo de preparación, por lo general en 15 días ya se encuentra listos, se debe tener en cuenta que se deben utilizar lo más pronto a su preparación.

3.3.4.1.2.1. Ventajas y desventajas de los biopreparados

Los biopreparados son una alternativa de productos que ejercen un efecto positivo en el cultivo, pero como todo producto se deben considerar los beneficios y riesgo de su preparación y utilización. El IPES y la FAO, (2010), mencionan que es una alternativa para el manejo de plagas y enfermedades, así como la incorporación de nutrientes al suelo, pero se deben conocer las ventajas y desventajas, entre las que se relacionan:

Ventajas

- Se basan en el uso de recursos disponibles tanto el área urbana como rural, de allí que sea una alternativa tanto económica como amigable con el medio ambiente para el control de plagas y enfermedades.

- Algunos productos actúan rápidamente inhibiendo la alimentación del insecto, donde posiblemente no causan la muerte de este. Debido a su acción estomacal y rápida degradación pueden ser más selectivos con insectos plaga, y menos agresivos con los enemigos naturales, (IPES / FAO, 2010).
- Actúan de una manera más lenta, no generan resistencia como los insecticidas sintéticos, si en algún momento se presenta es por la no rotación de las aplicaciones, y esta se hace de manera muy lenta.

Desventajas

- Se degradan rápidamente por los rayos ultravioleta por lo que su efecto residual es bajo, aunque en muchos casos, no se han determinado con exactitud los límites máximos de residuos (IPES / FAO, 2010).
- En muchos casos no han sido validados con rigor científico, en especial en lo que refiere a las dosis y los momentos de aplicación. Como su uso está basado en la práctica, debemos recordar que las condiciones de producción o ecológicas pueden cambiar (IPES / FAO, 2010).
- Como todo producto requiere un manejo seguro, evitando la ingestión y el contacto con la piel y ojos (uso de guantes, tapabocas y gafas).

A continuación, se referenciará cada uno de ellos, con algunos ejemplos propicios y exitosos en la investigación que se ha realizado para el manejo de la huerta agroecológica urbana, estos se presentaran de acuerdo con el propósito en el cultivo.

3.3.4.1.2.2 Manejo de plagas y enfermedades a partir de biopreparados

En la actualidad nos enfrentamos a lograr suplir la necesidad de producir para la seguridad alimentaria, en la cual recurrimos a diversos productos para alcanzar los rendimientos esperados, en varios casos se enfrenta al patógeno, haciendo uso de diversos fungicidas, lo que ha ocasionado que se presente resistencia, haya impacto ambiental y riesgo hacia la salud pública (Adebayo et al., 2013). Nuestro interés va más allá de recopilar una serie de experiencias en la aplicación de productos y la entrega de unas herramientas que se puedan aplicar tanto en el área urbana como periurbana, es generar un alto en el camino, no podemos seguir conociendo que nos enfrentamos a un deterioro ambiental y continuar sin propiciar alternativas de producción que permitan disminuir el daño que por años hemos propiciado y aún más del cual somos conocedores, pero no actuamos.

Afortunadamente contamos con cientos de plantas que tienen bondades que muchas veces no conocemos; pero que son una herramienta fundamental para manejar problemas que se presentan en un cultivo, tanto para el control de plagas y enfermedades como para suplir una necesidad nutricional. Un sinnúmero de extractos vegetales puede alcanzar a ser inhibidores para una clase de hongo, pero a su vez puede ser un estimulador del desarrollo para otros hongos, en ciertos casos, tienen un resultado fungistático sobre algunos patógenos (Contreras et al., 2011).

Algunos principios activos de las plantas tienen dos o tres propósitos. En el caso del extracto de la hoja de moringa se utiliza comúnmente como potenciador de desarrollo de las plantas también como repelentes y fungicida orgánico para reemplazar a los convencionales (El-Mohamedy & Abdalla, 2014). Esta es una excelente alternativa para la producción, ya que se convierte en un producto que blinda al cultivo del ataque de plagas y enfermedades, y suple un requerimiento nutricional. En algunos casos se puede recurrir a la mezcla de minerales y plantas que potencien el producto. A continuación, presentamos algunos biopreparados que son alternativas amigables con el medio ambiente para el manejo de plagas y enfermedades:

I. Caldo sulfocálcico: este caldo fue válido en 1886 como insecticida en California y a partir de 1902 inició el uso más generalizado como insecticida y fungicida. El azufre ha sido utilizado en cultivos, según algunas referencias bibliográficas desde 3.000 años antes de Cristo y en Greciaregonado por Hesíodo (Ramírez, 2004).

Materiales:

- 20 kilos de azufre en polvo.
- 10 kilos de cal viva o hidratada.
- 100 litros de agua.
- 1 balde metálico u olla de barro.
- 1 fogón de leña.

Preparación: colocar agua a hervir, después que esté hirviendo, agregar azufre y simultáneamente la cal. Revolver constantemente la mezcla durante aproximadamente media hora, cuando se torne color vino tinto o color teja, color ladrillo, este estará listo. Dejarlo reposar y decantar, se saca el líquido, el residuo que queda en el fondo se puede utilizar en la compostera o como pasta cicatrizante para podas es muy bueno, se recomienda envasarlo en recipientes de vidrio y almacenarlo en sitio fresco y oscuro.

Aplicación y dosis: se puede diluir entre 40 a 80 c.c. de caldo sulfocálcico en una bomba de 20 L de agua, para el control de enfermedades en toda clase de cultivos, aunque también tiene un gran efecto para el control de araña roja, la aplicación se

recomienda hacer al caer la tarde, en días poco soleados para no generar estrés en las plantas y evitar la quemazón, no aplicar en floración. Para los árboles frutales se puede aplicar 200 c.c., en una bomba de 20 L de agua. Este se puede almacenar hasta por 6 meses en un lugar fresco, oscuro y bien aireado.

VII. Infusión de cola de caballo (*Equisetum arvense*): Validado por el Programa de Agricultura Urbana de la Municipalidad de Rosario, CEPAR y el Programa Pro Huerta/INTA en huertas urbanas de la ciudad de Rosario, Provincia de Santa Fe, Argentina, e implementado en las huertas agroecológicas en Madrid, Cundinamarca. De acuerdo con Kabisch (1972), Ramírez (2004), e IPES / FAO (2010), y la experiencia que se ha evidenciado en campo, las bondades de la cola de caballo por su alto contenido de sílice actúa principalmente para el control de enfermedades provocadas por hongos (mildiu, oídio, roya) de modo preventivo, fortalece los tejidos celulares evitando la infestación de la enfermedad y mejora la fotosíntesis de las plantas, estimula el crecimiento y en el suelo puede tener efectos de fertilizante y bioestimulante, aunque en algunos casos se ha evidenciado que una vez están iniciando los síntomas se puede llegar a controlar, lo ideal es realizar las aplicaciones para todo tipo de problema fitosanitario de manera preventiva.

Materiales:

- 1 kilo de cola de caballo parte aérea de la planta fresca.
- 10 litros de agua (lluvia o reposada).
- Olla o recipiente metálico.
- Recipiente plástico de 100 litros para diluir.

Preparación: macerar la planta en una bolsa plástica y colocar a hervir en 10 L de agua por una hora, (en este tiempo se considera que se han liberado los silicatos que actúan en la planta), se deja enfriar, se cuela y se deja reposar el biopreparado, está listo para aplicarlo al cultivo.

Usos y aplicación: se puede utilizar en suelo y planta, dado que tiene bondades de fertilizante y controlador de enfermedades. Para el tratamiento de semillas se deja en remojo medio día y luego se deja en un lugar aireado fresco y seco antes de sembrar, este tiene un efecto preventivo para la plántula en los primeros estadios de desarrollos de enfermedades y actúa como bioestimulante para el desarrollo radicular. Este biopreparado se puede aplicar durante todo el desarrollo de la planta y se aconseja aplicar en días cálidos y húmedos, tanto al suelo como a la planta, recuerde no aplicar a pleno rayo de sol, lo ideal es en horas de la mañana, se sugiere que la planta no duerma con humedad. En épocas de alta humedad causada por las lluvias se aconseja realizar aplicaciones cada 3 días y una vez atenué la lluvia, se realiza la aplicación. La

dilución del biopreparado se hace a razón de 1 L de este por 5 L de agua. Tenga presente que se puede almacenar hasta por dos semanas en un lugar fresco, oscuro y aireado. La cola de caballo por sus potenciales se puede utilizar en mezcla con otras plantas para el control inclusive de plagas en cultivo.

VII. Hidrolato de cola de caballo, caléndula, manzanilla y ortiga: Tomado de Ramírez (2004), adaptado de la experiencia de la implementación de huertas agroecológicas en Madrid, Cundinamarca.

Materiales:

- 500 gramos de planta de cola de caballo.
- 10 litros de agua.
- 200 gramos de silicato sódico (1 pocillo tintero - opcional).
- 1 manojo de flores de caléndula (200 gramos).
- 1 mano de manzanilla fresca (200 gramos).
- 1 mano de ortiga fresca (200 gramos).
- 20 cc de caldo sulfucálcico (opcional).
- 10 c.c. de aceite agrícola.

Preparación: se trituran o maceran las plantas en un plástico y se colocan a hervir durante 30 minutos. Luego se deja tapado y se deja reposar por espacio de tres días con el fin que la planta suelte los principios activos que tiene. Se cuela y se aplica al cultivo como preventivo. Al momento de la aplicación se añade el silicato, el caldo sulfucálcico (recuerde que es opcional) y el aceite agrícola en caso de no tener silicato sódico.

Usos: Kabisch (1972), menciona que la cola de caballo es una planta preciosa para el control de hongos, por su alto contenido de sílice entre 70 y 80 %. Este hidrolato sirve para estimular el crecimiento de la planta y prevenirla del ataque de ciertos hongos (mildium, la roya, la monilia, el chancro). De acuerdo con la experiencia en cultivos de tomate y papa ha dado buenos resultados en la prevención de la gota (*Phytophthora infestans*).

Dosis y aplicación: puede tomar del biopreparado entre 3 a 5 L y diluirlo en 17 a 15 L de agua, tener en cuenta que este también actúa como abono al suelo y preventivo para el ataque de enfermedades. Ideal aplicarlo entre 7 y 10 días, utilice otros biopreparados para rotar en el cultivo.

IX. Macerado Ajidol 6: Tomado de Ramírez (2004), y de la experiencia de la implementación de huertas agroecológicas en Madrid, Cundinamarca.

Materiales:

- 25 dientes de ajo (2 cabezas grandes).
- 3 cucharadas de ají picante.
- 10 cucharadas de alcohol.
- 4 cucharadas aceite agrícola.
- 2 cucharadas de jabón líquido o ¼ de barra jabón coco.
- 20 litros de agua.

Preparación: se maceran bien los ajos y el ají, se mezcla con el alcohol en 2 L de agua, se deja en reposo por 3 días. A los 3 días de manera independiente se mezcla el jabón con el aceite en 1 L de agua, se une la mezcla de estos, se cuele y está listo para aplicar en el cultivo.

Usos: según Ramírez (2004), y la experiencia en cultivo controla el ataque de piojos, pulgones, áfidos y mosca blanca en hortalizas, asimismo controla algunas enfermedades como el mildew y la roya en frijol.

Aplicación y dosis: la dosis recomendada es la mezcla del biopreparado que nos da 3 L de este y se diluye con 17 L de agua, se recomienda aplicar en horas de la tarde o días pocos soleados, cada 5 a 7 días, lo ideal es rotar con Jazmidol u otros biopreparados, según su experiencia, revisar la disminución de la plaga en el cultivo.

VII. Macerado de diente de león y aloe vera: Tomado de FAO, (2013). Programa Terrazas verdes Cemex – Agroambientalistas en huertos urbanos de la localidad de Usme, Bogotá, departamento de Cundinamarca, Colombia, e implementación de huertas periurbanas Mochuelo Alto Bogotá.

Materiales:

- Un kilo de hojas de diente de león.
- Un kilo de hojas de sábila para preparar cristal de sábila (2 hojas).
- 10 litros de agua.
- Un recipiente plástico.

Preparación: se maceran o trituran las hojas de diente de león en una bolsa plástica, se mezclan en 5 L de agua y se deja reposar por dos días en un recipiente plástico tapado, recuerde que sea un sitio fresco y aireado, no olvide revolver cada día. A los dos días, las hojas de sábila se licuan y se mezcla con el biopreparado de hojas de diente de león. Se agregan 5 L de agua lluvia o reposada y queda listo para aplicar al cultivo.

Utilización y dosis: el uso de la sábila potencia la mezcla. Las evaluaciones revelaron que el aloe vera contenía eficacia antimicrobiana, el principal activo del extracto de la planta de aloe vera es aloine, una antraquinona heterosida (Bajwa et al., 2007). El macerado funciona como vigorizante y protector de algunas enfermedades producidas por hongos. Se deben aplicar en una proporción de 1:1 es decir 1 L de biopreparado por 1 L de agua. La idea es realizar aplicaciones frecuentes dependiendo del clima, en época de invierno, aplicar en horas de la tarde cada cuatro días y en forma preventiva entre 8 y 10 días, ideal realizar rotación de productos.

XI. Hidrolato de caléndula con penicilina y ajo

Materiales:

- 1 libra de flores de caléndula.
- 1 libra de hojas de penicilina o calambombo.
- ½ libra de ajo.
- 50 litros de agua.
- Un recipiente metálico, limpio y con tapa.
- Un recipiente plástico limpio y con tapa.

Preparación: se maceran o trituran las hojas de penicilina o calambombo, se adiciona las flores de caléndula y se coloca a hervir a fuego lento en 10 L de agua durante 30 minutos, se tapa y luego se deja reposar por 3 días. En otro recipiente se coloca en agua el ajo molido por 3 días, tener en cuenta que este no se pone en agua caliente. Luego, se mezclan los biopreparados, se revuelven y se filtran, se le adiciona agua hasta completar 50 L y queda listo para aplicar.

Utilización y dosis: el hidrolato actúa como controlador de diferentes tipos de enfermedades producidas por hongos en los cultivos, se ha utilizado especialmente en papa y tomate con resultados muy eficientes, ideal realizar rotaciones con otros biopreparados. La Figura 3.17 representa huertas en espacios urbanos bajo aplicación de biopreparados.

FIGURA 3.17 Huerta urbana aplicaciones de biopreparados para control de hongos.



Fuente: Prada M.

XII. Hidrolato de salvia y barbasco: tomado de la FAO, (2013), adaptado e implementado en las huertas periurbanas Mochuelo Alto Bogotá.

Materiales:

- ½ libra hojas de salvia amarga o amarguera.
- 1 manojo de ramas de barbasco (200 gramos).
- 4 cucharadas de jabón líquido coco o ¼ barra de jabón azul.
- 1 cucharada de creolina.
- 100 c.c. de alcohol industrial.
- 20 litros de agua (lluvia o reposada).

Preparación: se maceran o trituran las plantas, se colocan a hervir en 10 L de agua por 30 minutos y se dejan en reposo hasta el día siguiente. El jabón, se deja en remojo en agua en trozos pequeños, ya que debe estar disuelto para mezclarlo con los otros

ingredientes. El alcohol y la creolina se adicionan, se revuelven y se filtra al momento de aplicar.

Aplicación y usos: se utiliza para control de araña roja, cogollero, mosca blanca, gusano de la col, mosco del botón floral entre otras. Mezclar 10 L de biopreparado en 10 L de agua. Aplicar una vez por semana rotando con otros biopreparados cuando el ataque de plagas es fuerte. Tener en cuenta que este puede llegar a ser toxico, si no se maneja adecuadamente, por tanto, en cultivos de lechuga no aplicar por el ciclo corto que tiene esta, o si se utiliza que sea un mes antes de cosechar.

3.3.4.1.2.3 Otros biopreparados de fácil manejo y efectivo control

Hidrolato para el control de plagas como el gusano del repollo y el cogollero del tomate

Materiales:

- ½ libra de hojas de salvia amarga.
- ½ libra de cebolla larga.
- ¼ de barra de jabón de lavar preparar en 20 L de agua (lluvia o reposada).

Preparación y aplicación: la cebolla y la salvia se maceran o trituran, y se dejan en reposo en agua por tres días por separado, así mismo el jabón se coloca a diluir, al cuarto día se filtran y se mezclan en la fumigadora y se aplica.

Hidrolato para control de hongos

Materiales:

- 250 g de ortiga.
- 250 g de manzanilla (flores y hojas).
- 150 g de hojas de eucalipto, 60 L de agua.

Preparación y aplicación: se macera la manzanilla y la ortiga, se dejan en remojo por un día en 10 L de agua, se hierve el eucalipto en 10 L de agua, se mezclan los ingredientes, se cuelean, se adicionan otros 40 L de agua y se aplica.

Se aplica sobre las plantas, en horas de la tarde o en la mañana (con poco sol), cada 5 a 7 días dependiendo si el problema persiste, recuerde rotar los biopreparados.

Macerado para control de pulgones y áfidos

Materiales:

- 2 ajís, ½ cebolla cabezona roja grande.
- 6 dientes de ajo. 20 c.c. de jabón de coco.
- 10 L de agua.

Preparación y aplicación: se maceran los ajís, la cebolla y los dientes de ajo, se mezclan en el agua y se le adiciona el jabón coco, se filtra y se aplica de inmediato.

Biopreparado para control de masticadores de hoja

Materiales:

- 250 g de polvo de ajo.
- 250 g de polvo de ají.
- 20 g de jabón de coco.
- 50 L de agua.

Preparación y aplicación: se mezcla el ajo, el ají y el jabón en el agua, se cuelean con un angeo y se aplica de inmediato. Tenga presente que usted puede manejar las proporciones según la cantidad que requiera.

Macerado para control de gusanos cogolleros

Materiales:

- 3 dientes de ajo.
- 3 cebollas cabezonas rojas.
- 1 cucharadita de pimienta negra.
- 20 c.c., de jabón de coco 10 L de agua.

Preparación y aplicación: se macera el ajo, la cebolla cabezona y se mezcla con el jabón y la pimienta en los 10 L de agua, se cuelean, se dejan en reposo por un día y se aplica de inmediato. En la Tabla 3.10, se presentan algunas plantas que se pueden utilizar para el control de plagas en la huerta.

TABLA 3.10 *Plagas y algunas recomendaciones para su control*

Plaga	Solución
Ácaros	Aceite de parafina, jabón de potasa, infusión de ortigas, infusión de ajeno e infusión de ajo.
Antracnosis	Bicarbonato sódico, infusión de ajo e infusión de cola de caballo.
Botritis	Jabón de potasa.
Caracoles y babosas	Cerveza, ceniza, naranja, cáscara de huevo.
Cochinillas	Aceite de parafina, aceite vegetal, ajeno, alcohol, jabón de potasa e infusión de orégano.
Hormigas	Azúcar, infusión de ajeno, infusión de tanaceto e infusión de tomate.
Mildíu	Bicarbonato sódico, caldo bordelés, jabón de potasa, infusión de manzanilla, infusión de cola de caballo e infusión de ajo.
Mosca blanca	Aceite de parafina, ajeno, pelitre, trampas cromáticas e infusión de tomate.
Negrilla	Jabón de potasa, infusión de cola de caballo.
Oidio	Azufre, bicarbonato sódico, jabón de potasa e infusión de cola de caballo.
Orugas	Bacillus thuringiensis e infusión de tomate.
Pulgones	Aceite de parafina, infusión de ajeno, infusión de cola de caballo, jabón de potasa, pelitre, infusión de tomate, infusión de ajo, infusión de alcachofa (solo algunas sp.), infusión de ortiga y trampas cromáticas.
Tizón	Bicarbonato sódico, infusión de ajo e infusión de cola de caballo.
Trips	Aceite de parafina, infusión de ajeno, infusión de tomate, jabón de potasa y trampas cromáticas.
Tijeretas	Trampas de cartón e infusión de tomate.

Nota. <https://ovacen.com/huerto-urbano/>

3.3.4.1.2.4. Recomendaciones para el manejo de biopreparados

Para todos los biopreparados para manejo de plagas y enfermedades, se debe tener cuidado en que no caigan en la piel ni en los ojos. Bañarse después de cada aplicación y se deben mezclar bien los productos. Es preferible aplicarlos bien temprano o en horas de la tarde, o en días pocos soleados y sin lluvia.

Los biopreparados que se han presentado, se pueden manejar de acuerdo con la necesidad de aplicación, tenga en cuenta que si la aplicación es preventiva se pueden

realizar los biopreparados en forma de hidrolatos, macerados y purines porque nos da el tiempo para preparar, pero si tengo un problema fitosanitario que no da espera, puedo realizar biopreparados inmediatos en forma de infusiones y té que son rápidos y eficientes dependiendo el grado de concentración.

Hasta este momento se ha recopilado información que se encuentra disponible en los medios y otra que a través del tiempo hemos logrado comprender como interactúan en el ecosistema. A partir de este momento se ilustrará una forma de lograr implementar una huerta agroecológica en casa, considerando los aspectos que se mencionaron anteriormente y proporcionando otras herramientas, y recomendaciones esenciales para lograr la armonía y la producción sana de alimentos, siempre respetando la convivencia y la interrelación con la naturaleza, como regla esencial en este proceso se aprende a convivir, no puede pretender destruir para lograr sus objetivos.

Hasta este momento se ha recopilado información que se encuentra disponible en los medios y otra que a través del tiempo hemos logrado comprender como interactúan en el ecosistema.

3.4 IMPLEMENTACIÓN DE LA HUERTA AGROECOLÓGICA URBANA

Los huertos familiares orgánicos y biodiversos trabajados bajo los principios agroecológicos son una opción viable para incrementar substancialmente el grado de seguridad alimentaria en las zonas agrícolas, e incluso en áreas urbanas y periurbanas; al ofrecer alimentos sanos, variados, ricos en minerales y vitaminas para la familia, que además permiten con el huerto, un espacio de retroalimentación y trabajo para toda la familia, así como aportar en la generación de ingresos para la familia, al comercializarse los excedentes. (Gómez y Gómez, 2016). En la Figura 3.18 se evidencia la calidad y sanidad de los productos cosechados en las huertas.

FIGURA 3.18 *Productos sanos de calidad, resultado de las huertas urbanas.*



Fuente: Prada – Montoya.

El primer paso es disponer de una terraza, patio pequeño o un espacio aireado donde ingrese un poco de luz, para ello tenemos que definir primero cual será nuestro propósito, por lo general el objetivo es producir para autoconsumo, aclarando que también se puede para comercializar los productos, un ingreso adicional para el sustento del hogar, de acuerdo con esta elección se ilustrarán varias opciones para el montaje de una huerta urbana sencilla, la cual se puede adaptar a las necesidades o espacio del que se disponga. Los huertos urbanos se disponen casi en cualquier recipiente que pueda soportar una cantidad de tierra mínima para el sustento de la especie que se desea plantar (Navas y Peña, 2012).

3.5 ESTRUCTURAS DE HUERTAS URBANAS Y PERIURBANAS AGROECOLÓGICAS

En la Tabla 3.11, se presentarán diferentes estructuras que se pueden utilizar para la producción de hortalizas y algunos cultivos transitorios, cada una de las estructuras busca optimizar el espacio, conservando la armonía y la estética del proceso productivo; en la Figura 3.19 se evidencia una estructura productiva y un ejercicio cotidiano en algunos hogares de Bogotá.

TABLA 3.11 *Sistemas de producción de huertas urbanas*

Sistema de siembra	Descripción y ventajas	Materiales	Especies a cultivar
Tubulares (recipientes verticales)	Bolsa plástica negra que contiene el sistema de riego internamente, así como el sustrato. Es ideal para sembrar hortalizas y algunos frutales. Esta es ideal por el espacio que ocupa, puede estar suspendida de un soporte, dentro de las ventajas se ha evidenciado que disminuye las labores de cultivo, así como el ataque de plagas y enfermedades.	Bolsa plástica negra de 100 cm de largo x 26 cm de ancho, calibre 6. Alambre calibre 12 o 10 (grueso y resistente). Tubo de PVC de 1 pulgada de ancho y 80 cm de largo. Botella plástica 2 litros con tapa y 80 cm de altura. El sustrato en mezcla en una proporción de 8 kg de tierra, 7 kg de cascarilla quemada al 40 % y 15 kg de abono orgánico. En un metro cuadrado se pueden ubicar hasta 12 tubulares, pero lo ideal por entradas de luz es 8 tubulares.	Acelga (16), apio (12), cilantro (16), espinaca (16), fresa (12), lechuga (16), menta (16), perejil (16), tomillo (16), las cantidades pueden variar dependiendo de la frondosidad de las plantas.
Cojín (recipientes horizontales)	Bolsa plástica negra en cuyo interior se encuentra el sustrato en mezcla, ideal para hortalizas. Dentro de las ventajas minimiza las labores del cultivo como el deshierbe y disminuye los riesgos de ataque de plagas, enfermedades y distribución de la humedad.	Bolsa plástica negra, calibre de 80 cm de largo x 30 cm de ancho. 2 Botellas plásticas de litro. Sustrato en mezcla en una proporción de 12 kg de tierra, 8 kg de cascarilla quemada al 40 % y 25 kg de abono orgánico. En un metro cuadrado se pueden colocar tres cojines y otras estructuras para aprovechar el espacio.	Ajo (10), cebolla cabezona (10), rábano(16), remolacha (10), zanahoria (12).

Sistema de siembra	Descripción y ventajas	Materiales	Especies a cultivar
Botellas materas (recipientes individuales pequeños)	Las botellas plásticas son una buena opción, estas se pueden utilizar tanto verticales como horizontales, dependiendo de la planta que se siembre. Mejor que estas conserven la estética y la armonía con la producción agroecológica, estas se pueden disponer de diferentes maneras, lo cual permite ambientar los espacios, dentro de sus ventajas está la optimización de los espacios, la reutilización de un material reciclado, el manejo del riego, la minimización, las labores culturales, el ataque de plagas y enfermedades.	Botellas plásticas, galones reutilizables o materas. Sustrato en mezcla 500 g de tierra, 500 g de cascarilla quemada al 40 % y 1 kg de abono orgánico.	Ajo (1), caléndula (1), cebolla (1), cilantro (1), coliflor (1), espinaca (1), lechuga (1), perejil (1), rábano (1), remolacha (1), zanahoria (1), tener en cuenta el tamaño de las raíces para poder disponer la botella horizontal o vertical.
Camas formadas, guacales de madera o canastillas plásticas (recipientes horizontales)	La idea es disponer la cama con relación al sol, para captar ampliamente los rayos del sol. Las camas pueden ser construidas con tablas usadas o nuevas; el largo y ancho son variables, se sugiere que se adapte a 2 metros de largo x 1,20 metros de ancho y una profundidad entre 20 y 30 cm, depende de la disponibilidad de espacio. Sustrato en mezcla en una proporción de 1 de tierra por 2 de abono orgánico y 1/2 de cascarilla quemada al 40 %.	Tablas viejas o nuevas, las tablas deben tener 15 cm de ancho, clavos de 1½ pulgada, plástico negro calibre 4, se debe tener en cuenta el espacio para realizar el montaje. Sustrato, mezcla de tierra, abono orgánico y cascarilla quemada al 40 %.	Arveja, caléndula, cebolla cabezona, cilantro, coliflor, espinaca, lechuga, manzanilla, menta, perejil, hierbabuena, ortiga, rábano, remolacha, tomillo, toronjil, zanahoria.
Estibas de madera	Las Estibas en madera es una excelente opción para realizar un cultivo vertical, se pueden ubicar de forma vertical en paredes, donde reciban el sol, este tipo de estructuras ambientan los espacios, se puede decorar la madera para que estéticamente sea más llamativa y de esta manera darle un toque especial al sistema de producción.	Estibas de madera de cualquier tamaño, fieltro, grapadora, puntillas pequeñas aceradas y los materiales que deseen para ambientar la madera. Sustrato en mezcla en una proporción de 7 kg de tierra, 5 kg de cascarilla quemada al 40 % y 12 kg de abono orgánico.	Espinaca, lechuga, acelga, rúgula, perejil.

Sistema de siembra	Descripción y ventajas	Materiales	Especies a cultivar
Canecas plásticas de pintura, baldes las canecas de 200 L	Ideal por optimización del espacio y reutilización de materiales reciclados. En este caso una caneca plástica, con drenaje en la parte inferior, brinda las dimensiones necesarias para el volumen de sustrato requerido y las especies de raíz profunda.	Canecas plásticas de 20 L, 200 litros (puede mantenerse completa o dividirla en 2 partes tipo batea). Sustrato en mezcla tierra, abono orgánico y cascarilla quemada al 40 %.	Arveja, papa, tomate, repollo, brócoli, coles, especies de raíz pivotante.
Canales plásticos	Ideal por optimización del espacio y reutilización de materiales. Se pueden suspender en un muro o un soporte dispuestos en varias posiciones donde ingrese la luminosidad.	Canales plásticas recicladas de diferentes tamaños, Sustrato en mezcla tierra, abono orgánico y cascarilla quemada al 40 %.	Espinaca, lechuga, acelga, rúgula, perejil.

Nota. Cuadro adaptado tomado de Agricultura urbana en América Latina y Colombia: perspectivas y elementos agronómicos diferenciadores (Gómez, 2014). Cartilla para el manejo integrado de la fertilización, las plagas y las enfermedades en las unidades integrales de agricultura urbana de Bogotá D.C. (Garzón, 2011).

FIGURA 3.19 A. Estructura productiva urbana. B. Huerta urbana de Bogotá.



Fuente: Prada M.

Para complementar y poner en consideración la implementación de la huerta agroecológica urbana, a partir de las herramientas declaradas anteriormente, se relacionan algunas ideas útiles, de fácil manejo que ambientan los espacios con varios propósitos, producción agroecológica para la seguridad alimentaria familiar, reutilización de materiales, reciclaje de nutrientes y materia orgánica, minimización del impacto ambiental, y la posibilidad de comercializar hortalizas agroecológicas y tener una entrada adicional de dinero que mejore las condiciones de vida de manera integral. En el Anexo 3.1, se evidencian algunas estructuras de huertas agroecológicas urbanas y periurbanas, tanto en espacios abiertos como cerrados que podrán servir como referente de implementación.

3.6 CONSIDERACIONES FINALES

La implementación de huertas agroecológicas urbanas y periurbanas es una práctica con grandes beneficios principalmente para el fortalecimiento de la seguridad alimentaria y puede abordarse con estructuras de fácil alcance tanto en espacios abiertos como cerrados, sin embargo este es un proceso que requiere por lo menos en sus inicios acompañamiento técnico para que los resultados sean fructíferos, en este sentido en el presente capítulo se han entregado diversas herramientas basadas en experiencias nacionales con resultados promisorios, que podrán contribuir técnicamente en el inicio de implementación de huertas para autoconsumo.

Las huertas agroecológicas urbanas y periurbanas son una estrategia para la seguridad alimentaria desde el proveer alimentación de productos sanos y limpios para la familia, como llegar a generar un ingreso adicional y un beneficio para la comunidad.

La implementación de huertas agroecológicas tanto en las ciudades como en el área rural se constituye como una herramienta fundamental para minimizar el impacto ambiental, considerando los beneficios en su implementación y manejo que circulan en la reutilización, optimización de recursos y aprender a convivir con la naturaleza.

Más allá de la seguridad alimentaria, el impacto ambiental y la dinamización que se logra con la implementación de las huertas, es una estrategia que impacta a la sociedad, a nivel cultural y psicológico, porque cultiva en la comunidad el sentido de pertenencia y la armonía en desarrollar una actividad que despierta la sensibilidad de la vida.

Por último y no menos importante, el verdadero aprendizaje en este ejercicio es aprender a convivir con todo lo que hace parte de la huerta y entender que solo siendo parte de este ejercicio se llega a ser conocedor de este magnífico mundo que podemos tenerlo en un mínimo espacio.

3.7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adebayo, O., Dang, T., Belanger, A., & Khanizadeh, S. (2013). Antifungal studies of selected essential oils and a commercial formulation against *Botrytis cinerea*. *Journal of Food Science*, 2(1), 217–226.

Aguado, G. (2012). Introducción al uso y manejo de los biofertilizantes en la agricultura. *Capítulo 1. Impacto económico y ambiental del empleo de fertilizantes químicos*. Instituto Nacional de Investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias. Celaya, Gto.

Alpízar, L. (2008). *Hidroponía cultivo sin tierra, técnica simple*. 1ª. ed. Editorial Tecnológica.

Altieri, M. (2009). El estado del arte de la agroecología: Revisando avances y desafíos. En *Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA). Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones* (pp. 69-94). SOCLA.

Altieri, M. (1999). *Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable* (pp. 15-29).

Arecki, M. K., Chong, C., & Voroney, R. P. (2005). Evaluation of compost leachates for plant growth in hydroponic culture. *Journal of Plant Nutrition*, 28(4), 651- 667.

Arroyo, F. y Galván, D. (2012). *Manual de organoponía - técnica adecuada a la agricultura urbana*.

Bajwa, A., Shafique, S. y Shafique, S. (2007). Evaluación de la actividad antifúngica de aloe vera. *Mycopath*, 5-9.

Bastida, F., Moreno, J. L., Hernandez, T., & Garcia, C. (2007). Microbial activity in non-agricultural degraded soil exposed to semiarid climate. *Science of the Total Environment*, (378), 183-186.

Bernal-Vicente, A., Ros, M., Titarelli-Intrigliolo, F., & Pascual, J. A. (2008). Citrus compost and its water extract for cultivation of melon plants in greenhouse nurseries. Evaluation of nutriactive and biocontrol effects. *Bioresource Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.04.019>

Beltrano, J. y Giménez, D. (2015). *Cultivo en hidroponía*. Editorial de la Universidad de la Plata.

Calero, A., Pérez, Y., González-Pardo, Y., Yanes, L., Peña, K., Olivera, D. y Meléndrez, J. (2019). *Respuesta agroproductiva de la habichuela a la aplicación de vermicompost lixiviado y microorganismos eficientes*, 9(1), 112-124.

Calero, A., Quintero E., Pérez Y., González-Pardo, Y. y González, T. (2019). Microorganismos eficientes y vermicompost lixiviado aumentan la producción de pepino. *Revista U.D.C.A.*, 22(2), e1167.

Cayambe, J., Montesdeoca, F. y Andrade-Piedra, J. L. (2011). Producción de semilla prebásica de papa en el sistema aeropónico en Ecuador: evaluación de soluciones nutritivas. *En IV Congreso Ecuatoriano de la Papa, Memorias (Vol. 28)*.

Contreras, M., Hernández, F., Sánchez, A., Gallego, G. y Jasso, D. (2011). Actividad fungicida de extractos de *Cowania plicata* D. Don. contra *Fusarium oxysporum* Schlechtend. Fr. y de *Pistacia lentiscus* L. contra *Colletotrichum coccodes* Wallr. *Hunghes. Revista Agraria*, 1-8.

Duran, J., Martínez, E. y Navas, L. (2000). Los cultivos sin suelo: de la hidroponía a la aeroponía (I). *Revista Vida Rural*, (101), 40-43.

Escobar, I., & Schafer, A. (2010). *Sustainable Water for the Future: Water Recycling versus Desalination*. Elsevier. Sustainability Science and Engineering, Volume 2.

El-Mohamedy, R. S., & Abdalla, A. M. (2014). Evaluation of antifungal activity of Moringa oleifera extracts as natural fungicide against some plant pathogenic fungi in vitro. *Journal of Agricultural Technology*, 10(4), 963-982.

Feijoo, M. (2016). Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Científica Agroecosistemas*, 4(2), 31-40.

Fernández-Juárez, E., Navarro-Rodríguez, M., Landero-Torres, I., Gómez-Merino, F., & Pérez-Sato, J. (2019). Rustic aquaponics: an alternative to contribute to food sovereignty in rural communities. *Revista Agro Productividad*, 12(12), 93-98.

Francis, C. A. (1990). Potential of multiple cropping systems (p. 137-150). En: M.A. Altieri and S.B. Hecht (Eds.). *Agroecology and Small Farm Development*. CRC Press Boca Raton.

Franco, J. (2018). Los purines orgánicos: que son, como actúan, elaboración y su conservación. Huertas Urbanas de la Reina. <http://huertasurbanasdelareina.cl/los-purines-organicos-que-son-como-actuan-elaboracion-y-su-conservacion/>

Garzón, E. (2011). *Cartilla para el manejo integrado de la fertilización, las plagas y las enfermedades*. Jardín José Celestino Mutis. Bogotá - Colombia: Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.

García, M. (2005). *Manual de cría de la lombriz de tierra: una alternativa ecológica y rentable*. Editorial taller de San Pablo.

Giardini-Bonfim., Torres, G., de Oliveira J., Aparecida, D., Solano J. y de Souza, N. (2018). Alelopatía: el potencial de las plantas medicinales en el control de especies espontáneas. *Centro Agrícola*, 45(1), 78-87.

Gómez, R. (2019). Fertilizantes orgánicos, órgano-minerales y enmiendas orgánicas. Fertinagro Nutrientes. Departamento de comunicación de AEFA. <https://aefa-agronutrientes.org/fertilizantes-organicos-organo-minerales-y-enmiendas-organicas>

Gómez, T. y Gómez, C. (2016). ECORFAN producción, comercialización y medio ambiente. *Cap.11 El huerto familiar orgánico, diversificado y agroecológico: la experiencia del módulo jurásico en Chapingo, estado de México* (pp. 131-140).

Gómez, O. y Zavaleta, E. (2001). La Asociación de cultivos una estrategia más para el manejo de enfermedades, en particular con *Tagetes* spp. *Revista Mexicana de Fito patología*, 19(1), 94- 99.

Gomide, M. B. (1993). *Potencial alelopático de los restos culturales de dos cultivares de caña de azúcar (Saccharum sp.)*, en el control de algunas malezas [Tesis de doctorado, Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba] (p. 96).

González, E. y Torres, C. (2014). La sustentabilidad agrícola de las chinampas en el Valle de México: caso Xochimilco. *Revista Mexicana de Agronegocios*, (34), 699-709.

Gopinath, P., Vethamoni, I., & Gomathi, M. (2017). Aeroponics Soilless Cultivation System for Vegetable Crops. *Chemical Science Review and Letters*, 6(22), 838-849.

Gutiérrez, F. A, García, R. C., Rincón, R., Abud, M., Oliva, M. A., Cruz, M. J., & Dendooven, L. (2008). Formulation of a liquid fertilizer for sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) using vermicompost leachate. *Bioresource Technology*, 99(11), 6174-6180.

Guzmán, L., Díaz J., & Calero, B. (2019). Effect of three organic fertilizers in Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) growth under nursery conditions, Nueva Guinea, RACCS, 2017. *Ciencia e Interculturalidad*, 24(01), 203-214. <https://doi.org/10.5377/rci.v24i01.8016>

Hernández, L. (2006). La agricultura urbana y caracterización de sus sistemas productivos y sociales, como vía para la seguridad alimentaria en nuestras ciudades. *Cultivos Tropicales*, 27(2),13-25.

Hualcapi, F. (2012). *Combate de tizón tardío (Phytophthora infestans) con activadores de defensas naturales en el cultivo de papa (Solanum tuberosum) c.v. Superchola*. Universidad Técnica de Ambato.

Interpoc. (2019). *El uso responsable de los purines como parte fundamental de una ganadería moderna y sostenible*.

IPES / FAO. (2010). Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. *Par América del Sur*, 24-45. <http://www.fao.org/3/a-as435s.pdf>

Juárez, J. A. (2005). *Producción de lombricompost con residuos de frigorífico y polvo de tabaco*.

Kabisch, H. (1972). *Guía práctica para los preparados biodinámicos*. Asociación de Agricultura Biodinámica de España.

Lavelle, P., Brussaard, L., & Hendrix, P. (Eds.). (1999). Earthworm management in tropical agroecosystemes. *CABI Publishing*, 300.

Leyva, G. A. y Pohlan, J. (2005). *Agroecología en el trópico- ejemplos de Cuba*. Editorial Shaker Verlag, (p. 198).

Lira, S. (2018). Potencial de la nanotecnología en la agricultura. *Acta univ*, 28(2).

Marín, D. (2019). Impacto del uso de biofertilizantes a base de residuos orgánicos en los suelos. *Fundación Dialnet*, (58), 47-50.

Martín-López, B., González, J. A., Vilardy, S. P., Montes, C., García-Llorente, M., Palomo, I. y Aguado, M. (2012). *Guía docente ciencias de la sostenibilidad*. Universidad del Magdalena, Instituto Humboldt y Universidad Autónoma de Madrid.

Millán, Y. P. (2016). *Evaluación del lixiviado agroecológico como acondicionador del suelo en el cultivo de lechuga (lactuca sativa) variedad crespa verde del municipio de Madrid departamento de Cundinamarca*. (Doctoral dissertation, Universidad de Manizales).

Montenegro, S. P., Barrera, S. E., Chiriví, J. S., Pulido, S. Y., Sepúlveda, Y. A., Vinasco, M. C. y Palomino, M. L. (2019). Capítulo 9. Prevención de la erosión y conservación de la fertilidad del suelo. En S.P. Montenegro-Gómez y J. Ángel-Osorio. (Eds.), *Servicios Ecosistémicos: un enfoque introductorio con experiencias del occidente colombiano* (pp. 172-187). Sello editorial UNAD. <https://doi.org/10.22490/9789586516358.09>

Moraes-Boldini, J., Prada-Millán, Y., Padilla-Osorio, J. C., Montenegro-Gómez, S. P., Fonseca-Lara, M. R., Mosquera-Mena, R. A. y Pulido-Pulido, S. Y. (2019). Capítulo 11. Control Biológico. En S.P. Montenegro-Gómez y J. Ángel-Osorio. (Eds.), *Servicios ecosistémicos: un enfoque introductorio con experiencias del occidente colombiano* (pp. 201-211). Sello editorial UNAD. <https://doi.org/10.22490/9789586516358.11>

Morocho, M. y Mora, M. (2019). Microorganismos Eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93-103.

Mosquera-Mena, R. A., Carmona-Cadavid, M. E., Pulido-Pulido, S. Y., Vinasco-Guzmán, M. C., Moraes-Boldini, J., Barrera, S. E. y Montenegro-Gómez, S. P. (2019). Capítulo 4. Recursos medicinales: la etnobotánica de plantas medicinales como alternativa de estudio de los servicios ecosistémicos en el occidente de Colombia. En S.P. Montenegro-Gómez y J. Ángel-Osorio. (Eds.), *Servicios ecosistémicos: un enfoque introductorio con experiencias del occidente colombiano* (pp. 70 – 88). Sello editorial UNAD. <https://doi.org/10.22490/9789586516358.04>

Navas, N. y Peña, T. (2012). Los diseños verticales y la agricultura unidos para la producción de alimentos en los módulos para huertas urbanas verticales. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, (3), 2.

Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2020). *Asuntos que nos importan: una población en crecimiento*. <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/population/index.html>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2020). *Principios de la agricultura de conservación*. <http://www.fao.org/conservation-agriculture/overview/principles-of-ca/es/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2013). *Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe*. <http://www.fao.org/3/i3247s/i3247s.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2013). *Los biopreparados para la producción de hortalizas en la agricultura urbana y periurbana*. <http://www.fao.org/3/a-as435s.pdf>

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2019). *Residuos de plaguicidas en los alimentos*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>

Overland, L. (1966). The role of allelopathic of substances in the smother crop barley. *American Journal of Botany*, 53(5), 423-432.

Paco, G., Loza-Murguía, M., Mamani, F., & Sainz, H. (2011). Effect of the californian red worm (*Eisenia foetida*) during the composteo and vermicomposteo in properties of the Experimental Station of the Academic Rural Unit Carmen Pampa. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 2(2), 24-39.

Peña, E. (2002). *Manual de abonos orgánicos para la agricultura urbana en Cuba*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Peña, C. (2011). Efecto de los extractos etanólicos de orégano silvestre (*Lippia origanoides* K.) y matarratón (*Gliricida sepium* (Jacq.) Kunth ex. Griseb) sobre la candelilla temprana en céleri (*Apium graveolens* L.) [Tesis de pregrado, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado]

Pérez, H. (1994). Producción de biofertilizantes con la cría de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), utilizando cuatro tipos de sustratos diferentes en condiciones semicontroladas. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología* (12), 88.

Portugez, J. (2015). *Cultivos hidropónicos y organopónicos: opciones para la producción de alimentos*. Universidad Earth. <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/Documentos%202015/Cultivos%20hidrop%C3%B3nicos%20y%20organop%C3%B3nicos.pdf>

Quispe, Y. y Chávez, C. (2017). Evaluación del efecto que tienen los Microorganismos Eficientes (EM), en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), municipio de Achocalla. *Apthapi*, 3(3), 652-666.

Ramírez, C. (2004). *Agricultura Orgánica y desarrollo rural, un principio de vida*. 7ª Edición. Semillas de vida.

Saccá, M. L., Caracciolo, A. B., Di Lenola, M., & Grenni, P. (2017). Ecosystem services provided by soil microorganisms, Chapter 2. En: M., Lukac, P., Genni. & M., Gamboni. (Ed.), *Soil biological communities in ecosystems resilience* (pp. 9-24). Switzerland: Springer International Publishing AG.

Sampietro, A. (2011). *Alelopatía: concepto, características, metodología de estudio e importancia*. Cátedra de Fitoquímica. Instituto de Estudios Vegetales “Dr. Antonio R. Sampietro” Facultad de Bioquímica. Química y Farmacia. Universidad Nacional de Tucumán.

Selles, G. (2019). *El riego y el cambio climático*. [Curso] INIA.

Sindoni, V., Hidalgo, L., Marcano., & Salcedo, A. (2009). Effect of vermicompost as an organic amendment on the initial growth of papaya (*Carica papaya* L.) cv. ‘Mara-dol Amarilla’ plants. *Revista Udo Agrícola*. <https://tspace.library.utoronto.ca/handle/1807/45470>

Schiedeck, G. (2006). Aproveitamento da biodiversidade regional de plantas bioativas para a sustentabilidade dos agricultores de base ecológica na região sul do RS. Pelotas: EMBRAPA clima Temperado. http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/arquivos_publicacoes/Projeto%20bioativas.pdf

Spångberg, J., Hansson, P. A., Tidåkerb, P., & Jönsson, H. (2011). Environmental impact of meat meal fertilizer vs. chemical fertilizer. *Resources Conservation and Recycling*, (55), 1078-1086.

Stevenson, F. J. (1982). *Humus chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. Wiley Interscience Publications. John Wiley and Sons. Chapter 2, (pp. 26-54).

Tejada, M., González, J., Hernández, M., & García, C. (2008). Agricultural use of leachates obtained from two different vermicomposting processes. *Bioresource Technology*, 99(14), 6228-6232.

Tencio, R. C. y Ramírez, L. (2017). *Guía de elaboración y aplicación de bioinsumos para una producción agrícola sostenible*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. (p. 24).

Vandermeer, J. H. (1990). Intercropping. En C.R. Carroll, J. H. Vandermeer and P. Rosset (Eds.). *Agroecology* (pp. 481-516). McGraw-Hill Publishing Company.

Van Miegroet, H., & Johnson, D. W. (2009). Feedbacks and synergism among biogeochemistry, basic ecology, and forest soil science. *Review Forest Ecology and Management*, (258), 2214–2223.

Vásquez, J. (2007). *Determinación del efecto de cuatro fuentes y tres dosis diferentes de fertilización orgánica en el cultivo de papa (Solanum tuberosum) en San Carlos Sija, Quetzaltenango* [Tesis de pregrado, Universidad Rafael Landívar, Guatemala].

Véliz, P. H. (2014). *Efecto de tres abonos orgánicos sobre el rendimiento y precocidad de la cosecha en el cultivo de sábila*. Guastatoya, el progreso.

Villegas-Cornelio, V. y Laines, J. (2017). Vermicompostaje: I avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(2), 393-406.

Walker, R. (1990). Nitrates, nitrites and N-nitroso compounds: a review of the occurrence in food and diet and the toxicological implications. *Food Additives and Contaminants* (7), 717-768.

World Water. (2015). *Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo 2015*. http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015Facts_Figures_SPA_web.pdf

Zugravu, G. A., Turek, M. M., Stanciu, S., & Laura, A. C. (2019). Entrepreneurial management in aquaponics. Religación. *Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(15), 57-64. <http://revista.religacion.com/index.php/religacion/article/view/274>

ANEXO 3.1

Estructuras de huertas urbanas y periurbanas implementadas en espacios abiertos y cerrados. Agradecimiento a los productores urbanos de Bogotá, Madrid, Cota y Anolaima.











CAPÍTULO

AGRICULTURA DIGITAL URBANA EN COLOMBIA: TENDENCIAS Y DESAFÍOS



Yulian Adalberto Sepúlveda Casadiego
yulian.casadiego@unad.edu.co

Ramón Antonio Mosquera
ramon.mosquera@unad.edu.co

4.1 INTRODUCCIÓN

La humanidad ha estado vinculada a la tierra desde su origen, inicialmente a manera de alimentación de sus frutos naturales, seguida de su producción controlada a través de la agricultura desde sus primeros asentamientos, la información más antigua que al día de hoy se tiene, data de Mesopotamia y Egipto con las primeras técnicas agrícolas y de riego, seguida de la ciudad de Empúries, Roma en el 575 A.C, donde tenían jardines utilizados para cultivos de plantas medicinales, aromáticas, flores y árboles frutales, dentro de espacios amurallados de castillos, monasterios y ciudades, conocidos como huertos (Rodríguez, 2017). La agricultura entonces ha tenido lugar dentro de la ciudad (urbana) y sus periferias (periurbana), la primera haciendo referencia a pequeñas superficies dentro de una ciudad y la segunda a unidades agrícolas cercanas a la ciudad con fines principalmente comerciales o semicomerciales (Clavijo y Cuvi, 2017).

Observando la dinámica actual de las ciudades y regiones urbanas, existe una tendencia a la expansión urbana, hacia el paisaje rural circundante, causando desafíos y conflictos que mediante la planificación se pueden manejar de manera estratégica, en diferentes contextos de desarrollo y regulación (Nilsson et al., 2014).

Los huertos urbanos han empezado a tener mucho peso e importancia en relación con la soberanía alimentaria, mejora la calidad de vida, educación ambiental, transformación y regeneración urbana, el término “Agricultura Urbana y Periurbana” o AUP, fue propuesto por la FAO, precisamente como esas prácticas que contribuyen a mejorar la calidad de vida, concientización y seguridad alimentaria (Zaar, 2011).

Conforme a la definición de la FAO (2011), se entiende por seguridad alimentaria al “acceso físico, social y económico permanente a alimentos seguros, nutritivos y en cantidad suficiente para satisfacer sus requerimientos nutricionales y preferencias alimentarias, y así poder llevar una vida activa y saludable”. Los cultivos urbanos sostenibles son considerados entonces una alternativa para la seguridad alimentaria, en América Latina y el Caribe, se han venido impulsando distintas estrategias para la erradicación del hambre y la pobreza a través de esta perspectiva, recuperando los saberes ancestrales en términos de cultivos sostenibles.

Según Ávila (2019), la consideración de la AUP es muy variable, en sociedades de mayor desarrollo ha sido impulsada por grupos sociales o ciudadanos que fomentan su práctica por medio de espacios vacíos o subutilizados, los cuales se han mantenido como ámbitos de resistencia a la continua pérdida de áreas verdes y a la producción de alimentos sanos, generando un fuerte impacto para la reconstitución y reforzamiento del tejido

social, y a pesar de su poco alentador escenario en la planificación territorial, en países latinoamericanos existen grandes esfuerzos para que sean consideradas como uno de los actores centrales en el contexto actual de las dinámicas territoriales. Según Valoyes y Castillo (2016), la garantía del derecho a la Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN), implica no solo el logro de un derecho, sino de un conjunto de derechos, por lo cual es necesario intervenir en esferas del desarrollo económico, social y humano.

Los principales sistemas de cultivo utilizados en la agricultura urbana y periurbana varían un poco según su finalidad específica y área disponible, los agricultores urbanos en su mayoría buscan mejorar la alimentación de la familia, los agricultores periurbanos que cuentan con extensiones más amplias, con una finalidad, además de subsistencia y de posible comercialización (Zaar, 2011). Aun así, los sistemas de cultivo utilizados son generalmente bajo prácticas ecológicas, con bajo porcentaje de sustancias químicas. En América Latina y el Caribe los sistemas utilizados se sintetizan en la Tabla 4.1.

TABLA 4.1 Cuadro adaptado de agricultura urbana: algunas reflexiones sobre su origen e importancia actual

Sistema utilizado	Localización	Base tecnológica	Usuarios	Orientación potencial
Huertos intensivos	Periurbano	Manejo orgánico e inorgánico	Familias en trabajo colectivo	Comercial
Huertos organopónicos	Periurbano	Manejo y sustrato orgánico	Individual o colectivo	Autoconsumo/comercial
Microhuertos hidropónicos	Urbano	Soluciones nutritivas, control y reciclaje de materiales	Familiar	Autoconsumo
Huertos caseros y comunitarios	Urbano	Manejo agronómico convencional	Escuelas o colectivos familiares	Autoconsumo/comercial
Huertos integrales	Periurbano	Según modelo productivo, generalmente convencional que incluye especies animales	Granjas escolares o colectivos familiares	Autoconsumo/comercial
Empresa hidropónica de mediana escala	Periurbano	Solución nutritiva recirculante	Empresa familiar	Comercial

Nota. <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-944.htm>

De acuerdo con la Sociedad de Agricultores de Colombia, el país no cuenta con suficiente conocimiento y aplicación de tecnologías digitales útiles para monitoreo de cultivos, lo cual a nivel global está siendo de gran utilidad en el sector agropecuario, desde el punto de vista preventivo y productivo (Erasso, 2019).

4.2 AGROECOLOGÍA Y AGROBIODIVERSIDAD

La inserción de la naturaleza en las ciudades ayuda en el ciclo del metabolismo urbano con factores como el agua, la energía y la materia, y ayudar a recuperar variedades locales, aumenta la biodiversidad (Zaar, 2011). La agrobiodiversidad comprende los recursos genéticos de organismos como plantas, animales y microorganismos para la producción de alimentos, teniendo entonces que entre más diversos sean los sistemas productivos, habrá mayor estabilidad, mayores mecanismos de autorregulación, por ende, mayor será el equilibrio de los sistemas (Hernández, 2006).

Por esto entonces, es necesaria la inclusión en la planificación y en la práctica de la agroecología, según la FAO, puede ser entendida como una disciplina, ciencia, práctica y movimiento social que estudia cómo los diferentes componentes del agroecosistema interactúan, busca sistemas agrícolas sostenibles que optimicen y estabilicen la producción, persiguiendo papeles multifuncionales para la agricultura, promoviendo la justicia social, nutriendo la identidad y la cultura, y reforzando la viabilidad económica de zonas rurales. De acuerdo con la FAO (2014) Simposio Internacional en Agroecología para la Seguridad Alimentaria y Nutrición, celebrado en septiembre en Roma, se define la agroecología como “el estudio integrador de la ecología de todo el sistema alimentario, que abarca dimensiones ecológicas, económicas y sociales. Se centra en trabajar y comprender las interacciones entre plantas, animales, humanos y el medio ambiente dentro de los sistemas agrícolas. Al aplicar los principios ecológicos en los agroecosistemas, a través de la intensificación ecológica, se pueden identificar enfoques de gestión novedosos, basándose en interacciones clave y fortaleciendo ciclos virtuosos en la producción agrícola que de otro modo no se consideran” (p.1). Las principales interacciones para tener en cuenta en la agroecología son: la polinización, el control natural de plagas, la integración de los cultivos y animales, la biodiversidad del suelo, la fijación de nitrógeno, la resistencia a la sequía, la agrosilvicultura, el manejo del agua, acuicultura, los cultivos de superficie y rotación, los cultivos perennes, la energía y la construcción de comunidades (FAO, 2013).

4.2.1 PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA PERIURBANA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA: COLOMBIA

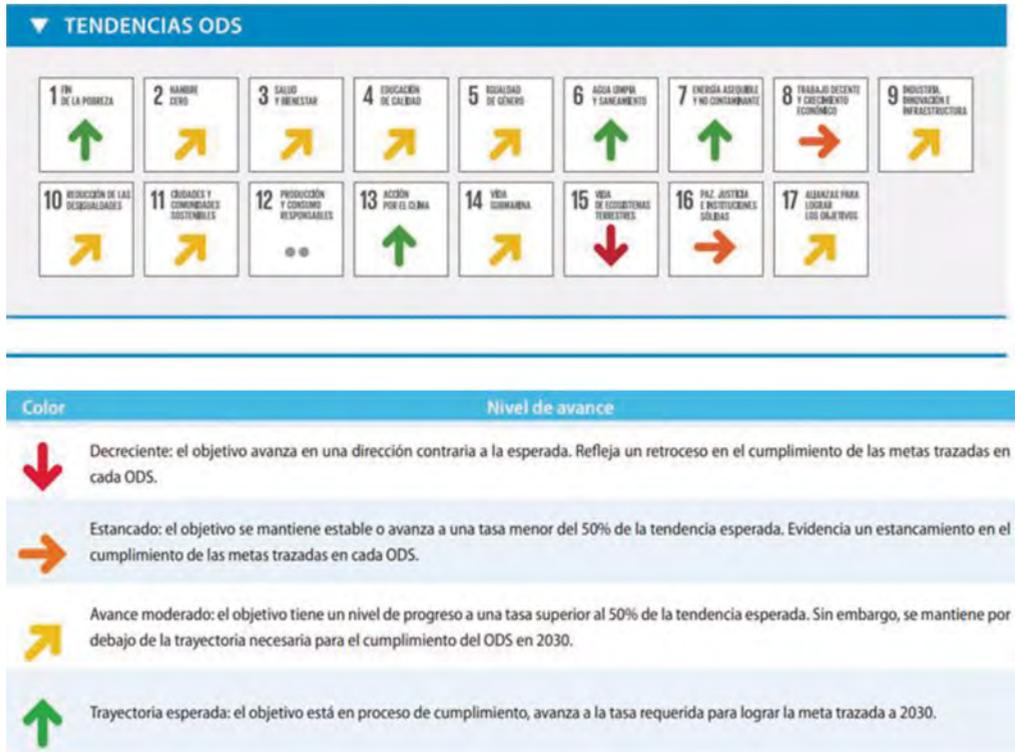
Actualmente la población latinoamericana ha sido marcada por un alto crecimiento poblacional, una acentuada migración del campo y un acelerado proceso de urbanización. En Colombia esto ha venido acompañado de un establecimiento de miseria en los alrededores de las ciudades, motivados por la pobreza y la violencia, combinadas con emergencias climáticas y macroeconómicas, que repercuten en la accesibilidad a suministros alimentarios adecuados y buenas condiciones de crecimiento (Marulanda, s.f.). Por esto, las prácticas agrícolas urbanas y periurbanas han tomado una fuerte importancia como estrategias socioeconómicas y ecológicas de economía sostenible (Gil y Ricardo, 2019).

La capacidad de transformar la ruralidad en Colombia, es incidida por acontecimientos internacionales como es la agenda 2030 con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, el Foro Rural Mundial y movimientos sociales como la Vía Campesina (Acevedo y Jiménez, 2019), y nacionales como es el posconflicto y la Política de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PSAN), de la cual surge el Plan de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PNAN), que abarca un conjunto de objetivos, metas y estrategias desde el Estado y la sociedad civil para asegurar el acceso a los alimentos y así proteger a la población del hambre y la mala alimentación (Monroy, 2016).

La situación de Colombia frente a los ODS, que influyen como un todo en la seguridad alimentaria, es presentada en la Figura 4.1, extraída del índice ODS 2019 para América Latina y el Caribe, realizado por el Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina y el Caribe (CODS, 2020), Colombia se encuentra entre los casos más críticos de desigualdad en la región.

Según Torres-Vivas (2018), la agricultura urbana en la actualidad permite las prácticas para la seguridad alimentaria, la biodiversidad, minimiza los efectos del cambio climático y da las herramientas para el desarrollo sostenible de una comunidad. Aumentar la disponibilidad y producción de alimentos en áreas urbanas y periurbanas a través de la agricultura, así como su acceso físico, permite un mayor consumo y comercialización de hortalizas, frutas, tubérculos, cereales y leguminosas, lo cual contribuye a la calidad de vida por medio del proceso alimentario (Monroy, 2016).

FIGURA 4.1 Tendencia de los ODS para Colombia. Cuadro inferior presenta las convenciones para el nivel de avance.



Fuente: <https://cods.uniandes.edu.co/wp-content/uploads/2020/06/%C3%A8ndice-ODS-2019-para-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe-2.pdf>

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), viene trabajando la temática de la AUP, con el objetivo de dar soluciones tecnológicas al campo colombiano, promoviendo la innovación y desarrollo, para así contribuir a la seguridad alimentaria (Arce y Forero, s.f.). Cifuentes (2015), resalta la importancia del capital humano y la promoción del acceso a la información y a la capacitación, siendo fundamental que niños, jóvenes y adultos empiecen a practicar la agricultura urbana como estrategia de seguridad alimentaria, la necesidad de implementar huertas de aprendizaje, huertas familiares productivas e implementar talleres de cocina para conocer la información nutricional de los alimentos producidos y maximizar sus beneficios.

Para alcanzar los ODS, se requiere una transformación urgente del sistema agroalimentario actual, con tecnologías móviles, servicios de teledetección y procesamiento distribuido, el sector agrícola y alimentario está creando nuevas oportunidades para integrar a los pequeños agricultores en un sistema agroalimentario de base digital,

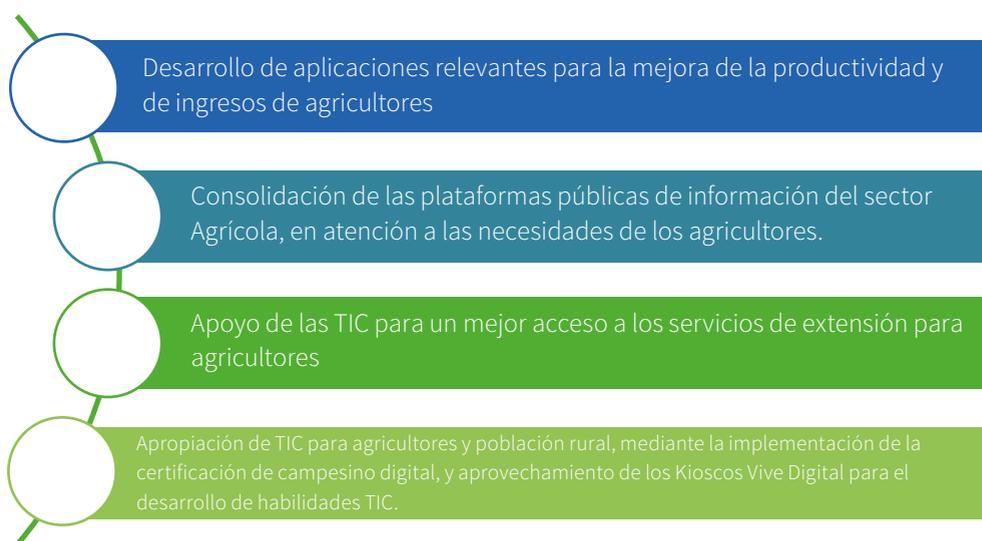
todo esto de la mano de la cuarta revolución industrial, la cual está causando una rápida transformación con tecnología de la cadena de bloques, la Internet de las cosas, inteligencia artificial y la realidad inmersiva (Trendov et al., 2019).

4.3 AGRICULTURA DIGITAL EN COLOMBIA

La agricultura digital tiene el potencial de generar beneficios económicos, incrementando la productividad agrícola, con eficiencia en costos y oportunidades de mercado, logrando también beneficios sociales y culturales incrementando la comunicación e inclusividad, y ambientales a través de la optimización del uso de los recursos y adaptación al cambio climático, contribuyendo así a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Trendov et al., 2019).

El Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (MinTIC), resalta la importancia del sector agrícola por su carácter productivo, contribución al PIB y generación de empleo, liderando el crecimiento de la economía en los últimos años, teniendo retos en cuanto a competitividad y productividad. Por esto, junto con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, se ha trabajado en la definición e implementación de un Plan de TIC para el sector agrícola, cuyas líneas principales son mostradas en la Figura 4.2.

FIGURA 4. 2 Líneas principales Plan TIC para el sector agrícola.



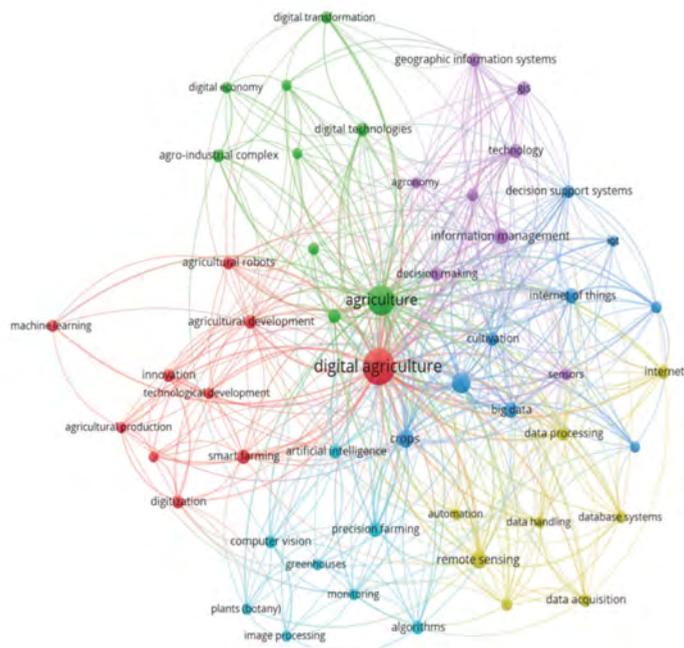
Fuente: Elaboración propia, acoplado de: <https://mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-article-19492.html>

La Sociedad de Agricultores de Colombia, expresa que en Colombia (en términos del cultivo de papa), no se tiene conocimiento del uso de tecnologías como análisis de algoritmos de big data, o WatchITgrow, plataforma belga de monitoreo digital de los cultivos.

La Sociedad de Agricultores de Colombia, expresa que en Colombia (en términos del cultivo de papa), no se tiene conocimiento del uso de tecnologías como análisis de algoritmos de big data, o WatchITgrow, plataforma belga de monitoreo digital de los cultivos, sin embargo existen tecnologías de monitoreo satelital, que aunque tienen un alto costo, “pueden servir a los productores si estos se unen por regiones para contratar el servicio”, pudiendo así mejorar el monitoreo de los cultivos, y así actuar de manera preventiva para incrementar y mejorar la producción (Erasso, 2019). Trendov et al. (2019), expresan esta brecha digital del sistema agroalimentario, siendo evidente el riesgo de la distribución desigual de los beneficios de la digitalización entre las zonas rurales y urbanas, además entre edad, género y aptitudes digitales; también listan las condiciones para lograr la transformación digital, dentro de las cuales están: la disponibilidad, conectividad, asequibilidad, alfabetización electrónica, TIC en la educación digital, políticas y programas favorables, como condiciones básicas, y como condiciones propicias el uso de internet, teléfonos móviles y redes sociales, aptitudes digitales y apoyo a la cultura agroempresarial y de innovación.

La Figura 4.3, brinda información básica de la concurrencia de la palabra clave en agricultura digital, reporte obtenido en la categoría de visualización de la red de trabajo para un universo de 2654 entre artículos y revistas científicas, consultados en la base de datos especializada, (Scopus, 2020) (<https://www.scopus.com/>), se observa entonces en este reporte como esta palabra clave se está movilizandando en este escenario de consulta, sus redes y nodos de interés, esta palabra clave se conecta a su vez con otras palabras clave a través de nuevos artículos y revistas científicas. Construyéndose entonces un ecosistema dinámico en agricultura digital promisorio en el mundo y en Colombia.

FIGURA 4.3 Análisis de concurrencia de palabras clave en agricultura digital.



Fuente: Scopus (2020).

4.4 AGRICULTURA DE PRECISIÓN (AP)

Este concepto se basa en aplicar la cantidad correcta de insumos, en el momento y lugar adecuados y exactos, involucrando uso de sistemas de posicionamiento global (GPS) y demás medios electrónicos, permitiendo que el análisis de resultados se pueda realizar en diferentes sectores dentro del mismo lote permitiendo ajustar el manejo diferencial (García y Flego, s.f.). Un esquema general de la AP se presenta en la Figura 4.4.

FIGURA 4.4 Agricultura de Precisión.



Fuente: <https://croipaia.com/blog/precision-agriculture-what-is-it/>

En Colombia el panorama general muestra que las prácticas de manejo de cultivos siguen siendo muy tradicionales y poco tecnificadas, por eso en los últimos años utilizar imágenes satelitales con la Agricultura de Precisión han sido propuestas novedosas, sin embargo tiene inconvenientes no solo en costos, sino en la calidad de las imágenes, por esto utilizar Vehículos Aéreos no Tripulados (UAV's) con capacidad de volar a baja altura y adquirir imágenes con alta resolución, al estar equipados con sensores son una solución innovadora y con varios retos a cumplir (Fajardo, 2014). Frattini (2019) enfatiza en que, si bien existen amplios y diversos beneficios con la AP, en el país parece aún estar bastante restringida la adopción del cambio tecnológico, existiendo algunas empresas como Identidad IoT que ha realizado pruebas piloto para demostrar su efectividad y así promover su uso a nivel nacional.

La Agricultura de Precisión (AP) es la aplicación de tecnologías y principios para el manejo de la variabilidad espacial y temporal asociada a todos los aspectos de la producción agrícola con el propósito de mejorar la productividad del cultivo y la calidad ambiental (Pierce & Nowak, 1999). La Agricultura de Precisión proporciona la capacidad de recopilar, interpretar y aplicar información específica de las explotaciones, transformando datos e información en conocimiento y rentabilidad. Estos sistemas además permiten aumentar la precisión de las labores y la eficiencia de los equipos (Kreimer, 2003).

La principal característica de la Agricultura de Precisión es la adquisición de datos de todas las posiciones del terreno, de esta forma se puede trabajar con más detalle. Al tener información exacta de cada posición se pueden comparar las características de distintas coordenadas introduciendo la variabilidad; en este tipo de agricultura se tienen en cuenta las variaciones temporales, espaciales e históricas o predictivas.

También está la Sociedad General de Supervisiones S.A. (SGS), que ofrece servicios de Agricultura de Precisión entre los que están el mapeado químico de suelo, toma de muestras de hojas, inspecciones e interpretación de datos de cosechas, análisis de elementos macro y trazabilidad, análisis de agua, imágenes por satélite, potencial de los suelos para la gestión de la variabilidad en los campos, métodos de cultivo de labranza, profundidad de la raíz efectiva y gestión de zona para fertilización VRT, asegurando un total acceso a la información necesaria para producción y sostenibilidad de cultivos. FLYNORTH ofrece servicios basados en la AP (técnicas de fotogrametría multiespectral e hiperespectral), como índices de vegetación para el monitoreo de la salud de las plantas, manejo de la compactación del suelo y modelos de riego más eficientes, logrando detección de estrés, plagas y enfermedades, asesorías nutricionales, conteo de individuos y distribución de cultivos. Otra empresa que ofrece servicios de optimización de la producción agrícola a través del manejo de la variabilidad de los factores de producción de cultivo es SIMBIOT, mediante plataforma WEB, analítica de suelos, imágenes multiespectrales, mediciones meteorológicas, mediciones del suelo y análisis foliar, ofreciendo también equipos de medición y de respuesta inmediata.

Ochoa et al. (2012), concluyen que la AP constituye una estrategia para fortalecer la actividad agrícola de manera integral, que su progreso se debe orientar a la automatización, que es necesario investigar más en el manejo de la información geográfica y para que se consolide exitosamente en Colombia se debe brindar una mejor y actualizada educación a los actores del sector productivo.

Ibarra (2012), diseñó e implementó un sistema de adquisición de datos, el cual evidenció una mejor lectura del comportamiento del cultivo y del clima, señala que la comunicación mediante protocolo ZigBee presenta grandes ventajas al permitir la conexión entre dos dispositivos con un gasto de energía menor, manteniendo un sistema autónomo por más tiempo y disminuyendo costos; también concluye que la tecnología desarrollada para el sector agrícola debe ser robusta, asequible y de bajo costo para alcanzar a los pequeños productores, puesto que si bien están los desarrollos tecnológicos, en el campo práctico se debe pensar en su factible implementación para los agricultores.

Parody y Zapata (2015), tras una extensiva revisión de aplicaciones de la Agricultura de Precisión en Colombia, concluyen que la teledetección con imágenes de alta

resolución provenientes de drones es la más utilizada, al ser más económica y ofrecer una alta resolución espacial y temporal, y a diferencia de la tecnología satelital no se afecta por factores como la nubosidad. Igualmente concluyen que las imágenes aéreas obtenidas a partir de UAV's han sido utilizadas principalmente para monitoreo de labores agronómicas, determinación de índices de vegetación, de enfermedades e identificación de características de vegetación. En cuanto al cultivo de banano, Alcaraz & Jiménez (2018) concluyen, que fertilizar bajo un enfoque de AP, permite obtener una producción más sostenible, usando de manera más racional los recursos, ahorrando en costos de operación, además de disminuir el efecto de la contaminación al limitar de manera parcial los insumos químicos, expresan también que es clave identificar la aplicación de la AP para que sus beneficios se extiendan y compartan de forma transversal.

El productor, mediante estas herramientas podrá cuantificar fácilmente la variabilidad natural de su campo para luego realizar los ajustes de manejo oportunos, evaluar el resultado de nuevas técnicas, el comportamiento de diferentes materiales genéticos, las recomendaciones de su consultor o proveedor de insumos, los errores de manejo que pueden haber cometido por decisiones equivocadas u omisión, etc. (Kreimer, 2003).

Siguiendo a Plant (2001), el uso de la Agricultura de Precisión está supeditado a los beneficios económicos y define tres criterios para que esto se cumpla:

- (1) Que la variabilidad de los factores dentro del área de cultivo influya en la producción final.
- (2) Que las causas de la variabilidad puedan ser identificadas.
- (3) Que la información obtenida pueda ser usada para mejorar las prácticas de manejo del cultivo y mejorar la productividad.

Con este enfoque, las ventajas de la Agricultura de Precisión sobre la tradicional son claras y contundentes, debido a la posibilidad de utilizar los insumos de forma cada vez más criteriosa con dosis adecuadas y de acuerdo con la real necesidad del cultivo. Este manejo del ambiente permite la aplicación de insumos solo en las áreas en las que resulta necesario y en donde la respuesta de esta intervención tendrá un claro beneficio económico.

La Figura 4.5 brinda información básica de la concurrencia de la palabra clave en Agricultura de Precisión, reporte obtenido en la categoría de visualización de la red de trabajo para un universo de 2654 entre artículos y revistas científicas, consultados en la base de datos especializada, (Scopus, 2020) (<https://www.scopus.com/>), se observa entonces en este reporte como, esta palabra clave se está movilizand

a través de la energía solar fotovoltaica, no solo contribuye a crear una agricultura sustentable, sino también soluciona el problema que puede acarrear la sustitución del uso del espacio agrícola para instalación de paneles solares (Chile desarrollo sustentable, 2020). La agrovoltaica entonces, en el contexto del cambio climático, tiene una doble función, generando energía limpia y reduciendo efectos negativos sobre los cultivos, puede ser aplicada en soluciones sencillas hasta en grandes campos con soluciones más potentes e innovadoras (“Agro-Voltaica: sumando agricultura y electricidad solar”, s.f.). Un ejemplo de organización e implementación de agrovoltaica se presenta en la Figura 4.6.

FIGURA 4.6 *Planta agrovoltaica.*



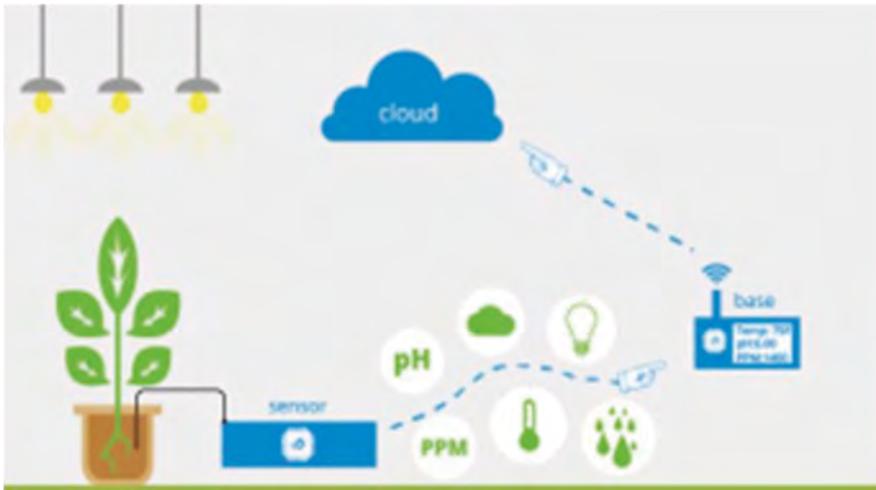
Fuente: <https://www.chiledesarrollosustentable.cl/noticias/noticia-pais/que-son-las-plantas-agrovoltaicas/>

Según el estudio realizado por Amaducci et al. (2018), implementar la agrovoltaica, incide en la temperatura media del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio hídrico del suelo, favoreciendo así las condiciones para el crecimiento de la planta, en comparación a su crecimiento bajo luz solar directa. Se consigue entonces una mayor producción de cultivos alimentarios, se ahorra agua, ya que la sombra de los paneles aporta temperaturas diurnas más frías y nocturnas más cálidas y abren una nueva vía económica para el agricultor (Segui, 2019).

La Figura 4.7, brinda información básica de la concurrencia de la palabra clave en agricultura fotovoltaica, reporte obtenido en la categoría de visualización de la red de trabajo para un universo de 640 entre artículos y revistas científicas, consultados en la

procesos, predecir situaciones e incluso mejorar muchas actividades en tiempo real (Tzounis et al., 2017). El IoT involucra una red de sensores, actuadores, equipos de comunicación, internet, dispositivos digitales, varios software y hardware con conectividad entre ellos para brindar facilidad de control para los usuarios, los WSN al ser dispositivos de detección autónomos inteligentes, pueden pasar sus datos de forma cooperativa a una ubicación remota (Sharma et al., 2019). Un ejemplo del IoT en la agricultura se presenta en la Figura 4.8.

FIGURA 4.8 *IoT en la agricultura.*



Fuente: <https://iotworm.com/agriculture-internet-of-things-iot-technology-applications>

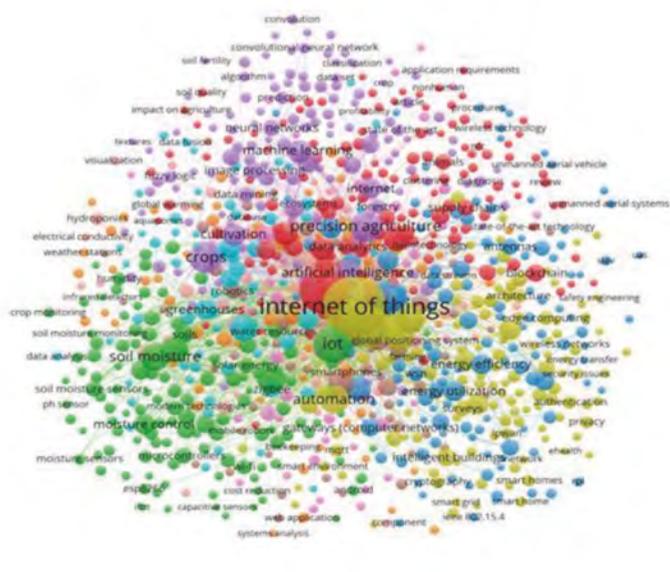
El Internet de las cosas en la agricultura ayuda a aumentar la productividad de los cultivos, manejando y controlando actividades como la gestión del agua de los cultivos, integrando el servicio de mapas web (WMS) y el servicio de observación de sensores (SOS), analizando de manera inteligente los requerimientos de agua del cultivo y utilizando los recursos hídricos disponibles de manera sostenible (“Agriculture Internet of Things (IoT) Technology | Applications”, 2015). El diagrama de bloques del monitoreo inteligente de la agricultura, integra los sensores, los cuales envían los datos medidos al módulo Wi-Fi, siendo enviados al IoT en la nube, y seguido a esto se envían al móvil GSM o al enrutador Wi-Fi, siendo observable para el usuario por una aplicación de monitoreo y control que se ejecuta bien sea en el teléfono móvil o en la computadora (Sharma et al., 2019).

El IoT para la agricultura, garantiza entonces una comunicación precisa y oportuna de información en tiempo real, relacionada con procesos agrícolas dinámicos y pronósticos meteorológicos, la calidad del suelo, la disponibilidad y el costo de la mano de

obra requerida por los agricultores de antemano. Los agricultores con disponibilidad de información importante en tiempo real por adelantado pueden planificar su curso de actividades previamente y tomar medidas correctivas / preventivas para futuras contingencias (“Agriculture Internet of Things (IoT) Technology | Applications”, 2015). En este orden de ideas, IoT es un poderoso impulsor para la agricultura y alimentación, mejorando drásticamente la productividad y la sostenibilidad, las granjas y cadenas de suministro de alimentos pueden convertirse en sistemas autoadaptativos, inteligentes y autónomos, que pueden operar, decidir o aprender sin una intervención in situ (Verdouw et al., 2016).

La Figura 4.9 brinda información básica de la concurrencia de la palabra clave en Internet de las cosas (IoT) en la agricultura, reporte obtenido en la categoría de visualización de la red de trabajo para un universo de 2251 entre artículos y revistas científicas, consultados en la base de datos especializada, (Scopus, 2020) (<https://www.scopus.com/>), se observa entonces en este reporte como esta palabra clave se está movilizándose en este escenario de consulta, sus redes y nodos de interés, esta palabra clave se conecta a su vez con otras palabras clave a través de nuevos artículos y revistas científicas. Esto construye entonces un ecosistema dinámico en Internet de las cosas (IoT) en la agricultura promisorio en el mundo y en Colombia.

FIGURA 4.9 Análisis de concurrencia de palabras clave en Internet de las cosas (IoT) en la agricultura.



Fuente: Scopus (2020).

4.7 CIBERFÍSICA DE SENSORES

Los sistemas ciberfísicos (CPS) están compuestos por objetos, electrónica y software, son el eslabón tecnológico para lograr fusionar el mundo real con el virtual, estos se utilizan cada vez que se necesita poner un sistema físico complejo en comunicación con el mundo digital, para optimizar su rendimiento y mejorar su eficiencia (“Los intermediarios entre el mundo real y el virtual: sistemas ciberfísicos, el esqueleto del IoT”, s.f.).

Los sensores son ese dispositivo que permite cuantificar un parámetro físico, basándose en principios de transducción, los cuales son muy variados y dependen del tipo de variable física que deba cuantificar el sensor, se presentan en la Figura 4.10 (Corona et al., 2014).

FIGURA 4.10 Principios de traducción y principales características de cada uno.



Fuente: Elaboración propia, <https://books.google.com.co/books?id=wMm3BgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=sensores&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiK6fbFxcrcqAhUvTd8KHxgkAOIQ6AEwAXoECAMQAg#v=onepage&q=sensores&f=true>

Como ya ha sido previamente expuesto, la Agricultura de Precisión abarca aspectos como el monitoreo, bien sea del suelo, de los cultivos o el clima, para esto juegan un papel esencial los sensores, las principales variables para las cuales se implementan son:

- **Conductividad eléctrica:**
El valor de la conductividad eléctrica es influenciado por la concentración y composición de las sales disueltas, a mayor valor de la conductividad eléctrica, mayor será la conductividad, ya que la salinidad afecta el cre-

cimiento de las plantas, menor será el rendimiento (Rebolledo, 2014). Un muy bajo nivel de conductividad eléctrica puede también indicar que la solución no contiene nutrientes suficientes para la planta (Amaya y Cruz, s.f.). Se mide en el medio en el cual crecen las plantas, bien sea en sustrato sólido o líquido como en cultivos hidropónicos.

- **Tensión del suelo:**

Los métodos y sistemas de medición de la tensión interna del suelo (estado tensional volumétrico del suelo), permiten determinar diferentes grados de compactación y humedad del suelo. A medida que disminuye la humedad del suelo para los mismos niveles de tensión interna, se incrementa la resistencia a la penetración (Ramos et al., 2015).

- **Humedad relativa del aire:**

La humedad relativa es el porcentaje de vapor de agua en el aire en comparación con la cantidad total que podría contener el aire de estar saturado, es la manera más común de expresar los niveles de humedad, mas no expresa la pérdida de agua de la planta. El déficit de presión de vapor o DPV, es la diferencia de presión dentro de la hoja con comparación con la presión de vapor del aire, un DPV alto genera pérdida de agua por las hojas conocida como transpiración, si el DPV es bajo las estomas se cierran y la planta consume poca agua y poco fertilizante. Para programar riegos, es importante conocer el DPV, para así determinar si se necesita intercambio de aire o un aumento de la temperatura del aire para mantener más humedad (Peery, 2017).

- **Humedad del suelo:**

Para realizar un manejo eficiente del riego, se tienen parámetros como la capacidad de campo que se logra cuando toda el agua gravitacional se ha drenado, el punto de marchitez permanente es el contenido de agua en el suelo, el cual las plantas no pueden recuperar, el agua disponible para la planta que es el contenido de agua retenido entre la capacidad de campo y el punto de marchitamiento permanente, el contenido gravimétrico de agua es como tal la medida directa de la humedad del suelo, densidad aparente, capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, déficit permitido en el manejo del riego y la profundidad de la raíz. La tensión de la humedad del suelo es el método más utilizado para programar el riego, esta varía depende del tipo de suelo y la profundidad a la cual se coloque el sensor de humedad, lo cual es importante revisar los anteriores parámetros (Enciso et al., 2007).

- **Oxígeno disuelto:**

En el suelo existen espacios porosos con un contenido determinado del oxígeno molecular o disuelto, el cual está disponible para la respiración de las raíces y por ende el crecimiento de las plantas, tanto la temperatura como la pureza del agua afectan los niveles de oxígeno disuelto (“Oxígeno disuelto para un mejor crecimiento: Parte I: ¿Qué es y por qué las plantas lo necesitan?” - “Clima de la misión”, s.f.).

- **Sólidos disueltos:**

Es un parámetro relacionado a la conductividad eléctrica, al no contar con un conductímetro se utiliza el parámetro de sólidos disueltos totales para estimar la concentración de sales disueltas.

- **pH:**

Conocer el pH del suelo, permite entender procesos químicos, la génesis del suelo, la fertilidad y disponibilidad de nutrientes para la planta. El pH no tiene efecto directo, más si efectos indirectos, tanto el ion H^+ como el OH^- , influenciando en los equilibrios de los hidróxidos, carbonatos, sulfuros, fosfatos y silicatos, así como ser medio óptimo (o no) para los microorganismos del suelo bien sean bacterias u hongos, los cuales ponen igualmente en disponibilidad los nutrientes para las raíces de la planta (Zapata, s.f.).

El monitoreo del contenido de agua, fertilizante y acidez en el suelo es esencial para ayudar a los agricultores a optimizar la producción, conservar agua y fertilizante, reducir los impactos ambientales y ahorrar dinero. El monitoreo la humedad, los nutrientes y la acidez del suelo le puede ayudar al agricultor a tomar mejores decisiones en la programación del riego, tales como determinar la cantidad de agua y fertilizante soluble que precisa aplicar y cuándo aplicarlos. También le puede ayudar a igualar los requerimientos de agua y fertilizante del cultivo con la cantidad aplicada con el riego, y así evitar pérdidas de agua excesivas por percolación profunda o por escurrimientos o bien evitar aplicar una cantidad insuficiente.

El exceso de irrigación puede incrementar el consumo de energía y los costos de agua, aumentar el movimiento de fertilizantes por debajo de la zona radicular, producir erosión y transporte de suelo, y partículas de químicos a los canales de drenaje. Por esta razón los sensores nos permiten tener información en tiempo real de lo que está pasando en el suelo, y así tomar decisiones prontas que harán más eficiente la actividad agrícola y reducir los costos al no tener que enviar muestras a los laboratorios.

La palabra clave sensores en la agricultura, reporte obtenido en la categoría de visualización de la red de trabajo para un universo de 54 entre artículos y revistas científicas, consultados en la base de datos especializada, (Scopus, 2020), (<https://www.scopus.com/>), muestra que esta palabra clave se está movilizandando en este escenario de consulta, sus redes y nodos de interés, esta palabra clave se conecta a su vez con otras palabras clave a través de nuevos artículos y revistas científicas. Construyéndose entonces un ecosistema dinámico en Internet de las cosas (IoT) en la agricultura promisorio en el mundo y en Colombia.

4.8 SISTEMA DE INFORMACIÓN Y AGROMEDICIÓN

Según la patente sobre el Sistema de Información y Agromedicación Remoto | Ciab Móvil Versión 2.0, el cual se desarrolló bajo lenguaje de programación PHP: Hypertext Pre-processor, utiliza un sistema de gestión de base de datos relacional RDBMS de código abierto basado en lenguaje de consulta estructurado MySQL como sistema de gestión de bases de datos relacional desarrollado bajo licencia dual: Licencia pública general/ Licencia comercial por Oracle Corporation y un servidor web HTTP Apache de código abierto, para uso en plataformas Unix, Microsoft Windows, Macintosh y otras, que implementa el protocolo HTTP/1.1 y la noción de sitio virtual, según la normativa RFC 2616. Su diseño se realizó a partir de la metodología en cascada como modelo lineal de diseño de software que emplea un proceso de diseño secuencial o ciclo de vida de un programa, es el enfoque metodológico que ordena rigurosamente las etapas del proceso para el desarrollo de software, de tal forma que el inicio de cada etapa debe esperar a la finalización de la etapa anterior. Al final de cada etapa, el modelo está diseñado para llevar a cabo una revisión final, que se encarga de determinar si el proyecto está listo para avanzar a la siguiente fase a saber: análisis de requisitos, diseño del sistema, diseño del programa, codificación, pruebas, implementación o verificación del programa y mantenimiento.

La concurrencia de las palabras claves sistema de información y mediciones agrícolas, son reportadas en la categoría de visualización de la red de trabajo para un universo de 2054 entre artículos y revistas científicas, consultados en la base de datos especializada, (Scopus, 2020), (<https://www.scopus.com/>), se observa en este reporte como esta palabra clave se está movilizandando en este escenario de consulta, sus redes y nodos de interés, esta palabra clave se conecta a su vez con otras palabras clave por medio de nuevos artículos y revistas científicas. Construyéndose entonces un

ecosistema dinámico y en crecimiento en sistema de información y mediciones agrícolas promisorio en el mundo y en Colombia.

4.9 RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN EN AGRICULTURA DIGITAL URBANA EN COLOMBIA

El Centro de Investigación en Agricultura y Biotecnología (CIAB) (<https://campounad.unad.edu.co/investigacion>) de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), gracias a su grupo de investigación, categorizado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias), viene adelantando a partir del proyecto: Sistema de Información y Agromedición, desde el año 2017, el desarrollo de tecnologías de software, de fácil acceso, bajo costo y de alto impacto en las comunidades, pequeños y medianos agricultores, a partir de criterios basados principalmente en su empoderamiento en los territorios y el arraigo regional de sus pobladores. Permitiendo el desarrollo y la incorporación de tecnologías para uso en pequeños y medianos cultivos.

Es importante mencionar que la baja inversión en investigación agrícola siguiendo a la OECD (2011), así como la baja implementación de tecnologías agrícolas en la mayoría de nuestros cultivos en Colombia, depende en gran medida de la capacidad de proporcionar de manera escalada acceso a nuestras tecnologías a bajo costo, de fácil uso y que aumenten la productividad en los cultivos de nuestros campesinos, por este motivo es necesario implementar tecnologías que nos permitan gestionar información y datos para la toma inmediata de decisiones en beneficio de nuestros cultivos y su producción.

Siguiendo a la SAC (2016), “el comportamiento negativo de la producción de los cultivos, de ciclo corto en su mayoría, está asociado a la reducción de áreas sembradas por los bajos precios en el momento de las siembras y condiciones climáticas desfavorables provocadas por el intenso fenómeno de El Niño, un panorama que ha causado pérdidas en siembras, disminución en rendimientos por hectárea y baja calidad en los productos. Cabe señalar que la devaluación y el fenómeno de El Niño afectaron algunos productos agrícolas y sus consecuencias se vieron reflejadas en una inflación de alimentos que a noviembre, contando los últimos 12 meses, ascendió a 9,81 %”, de acuerdo al contexto anterior es necesario implementar tecnologías que permitan

a bajo costo, obtener información oportuna que beneficie al agro colombiano, así como el uso efectivo y eficiente del agua en los sistemas de riego es de importancia vital para el desarrollo de una agricultura sostenible, la seguridad alimentaria y el crecimiento económico en general, sobre todo teniendo en cuenta el aumento de la población mundial, el cambio climático y la competencia por el uso del agua de otros sectores económicos, por este motivo los Planes Nacionales de Desarrollo (PND) 2010-2014 y 2014-2018 han destacado, grosso modo, la importancia de contar con modelos productivos competitivos y sostenibles que tomen como punto de partida la implementación de agendas de investigación, innovación y tecnología por cadenas productivas priorizadas, haciendo énfasis en la gestión eficiente de los recursos naturales como el agua y uso racional de fertilizantes y agroquímicos.

La falta de sistemas de información y de agromedición a escala de pequeños agricultores, así como la ausencia de implementación de estos sistemas de información y de agromedición a bajo costo, y a su vez se adapten a cualquier cultivo es de vital importancia para el desarrollo del agro colombiano, la productividad de los cultivos y el crecimiento económico de nuestros agricultores, permitiendo mantener informados a nuestros pequeños agricultores con datos e información sensible de sus cultivos, y así generar capacidades de toma de decisiones en tiempo real y sin requerir estar presencialmente en sus cultivos.

De modo general, la mayoría de los agricultores colombianos, no cuentan con herramientas tecnológicas para tomar decisiones frente a factores asociados a la productividad agrícola como la variabilidad climática y el estado del suelo en sus cultivos, lo que no les permite tener la capacidad para reaccionar a tiempo y tomar la decisión correcta en su cultivo, poniendo en grave riesgo la seguridad alimentaria de las familias en las diferentes regiones del país, por lo tanto, es de vital importancia la implementación de tecnologías que garanticen una agricultura sustentable en el país.

En las Figuras de la 411A a la 411K, se presenta el sistema de información de datos abiertos climatológicos, resultado del proyecto código 2018/00060/001: Sistema de Información y Agromedición Remoto | CiabMóvil, producto de innovación y desarrollo tecnológico, reconocido por la Dirección Nacional de Derechos de Autor de MinInterior, a través del certificado de registro de soporte lógico Libro:13 Tomo: 80 Partida: 346 fecha obtención: 03 de agosto de 2020. Producto de innovación que se dispone para el uso de las comunidades en la República de Colombia.

FIGURA 4.11A Sistema de información de datos abiertos climatológicos, interfaz de acceso.



Fuente: <http://190.128.117.163/sdarcprofv1/login.php>

Gracias al uso de esta interfaz, se logra acceder al sistema de información de datos abiertos climatológicos, usando las credenciales de: usuario: invitado y clave: invitado. Esta plataforma ha sido diseñada, programada e implementada con el uso de la infraestructura de investigación y desarrollo del Centro de Investigación en Agricultura y Biotecnología (CIAB) de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) con datos abiertos a toda la comunidad nacional en el país.

Por intermedio del uso de esta interfaz, se logra acceder a los datos almacenados en el sistema de información de datos abiertos climatológicos, respecto al comportamiento de las variables.

FIGURA 4.11E *Sistema de información de datos abiertos climatológicos.*



Fuente: <http://190.128.117.163/sdarcprofv1/login.php>

Con la ayuda del uso de esta interfaz, se logra acceder a los reportes por fechas y horas almacenados en el sistema de información de datos abiertos climatológicos.

FIGURA 4.11F *Sistema de información de datos abiertos climatológicos.*



Fuente: <http://190.128.117.163/sdarcprofv1/login.php>

Mediante el uso de esta interfaz, se logra acceder a los datos almacenados en el sistema de información de datos abiertos climatológicos, respecto a la variable de lluvia acumulada día (mm).

FIGURA 4.11G Sistema de información de datos abiertos climatológicos.



Fuente: <http://190.128.117.163/sdarcprofv1/login.php>

A través del uso de esta interfaz, se logra acceder a los datos almacenados en el sistema de información de datos abiertos climatológicos, respecto a la variable de lluvia acumulada mes (mm).

FIGURA 4.11H Sistema de información de datos abiertos climatológicos.



Fuente: <http://190.128.117.163/sdarcprofv1/login.php>

Mediante el uso de esta interfaz, se logra acceder a los datos almacenados en el sistema de información de datos abiertos climatológicos, respecto a la variable de punto de rocío.

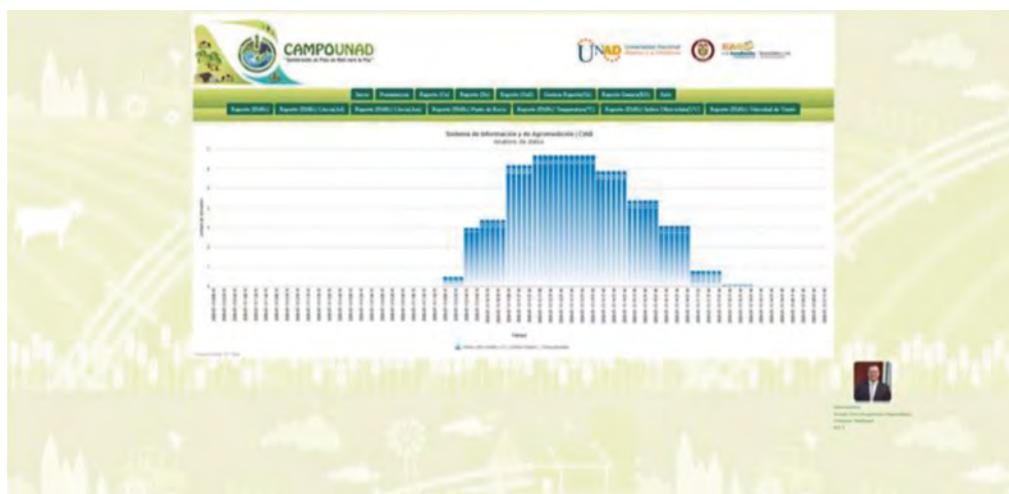
FIGURA 4.11I Sistema de información de datos abiertos climatológicos.



Fuente: <http://190.128.117.163/sdarcprofv1/login.php>

Por intermedio de esta interfaz, se logra acceder a los datos almacenados en el sistema de información de datos abiertos climatológicos, respecto a la variable de temperatura (°C).

FIGURA 4.11J Sistema de información de datos abiertos climatológicos.



Fuente: <http://190.128.117.163/sdarcprofv1/login.php>

Gracias al uso de esta interfaz, se logra acceder a los datos almacenados en el sistema de información de datos abiertos climatológicos, respecto a la variable de índice ultravioleta (UV).

FIGURA 4.11K Sistema de información de datos abiertos climatológicos.



Fuente: <http://190.128.117.163/sdarcprofv1/login.php>

Mediante el uso de esta interfaz, se logra acceder a los datos almacenados en el sistema de información de datos abiertos climatológicos, respecto a la variable de velocidad del viento (Km).

4.10 CONSIDERACIONES FINALES

La investigación agrícola en Colombia aún es muy incipiente y esta debe ser por ende, un ejercicio cotidiano que beneficie directa y permanentemente a nuestras comunidades, pequeños y medianos agricultores, así como su productividad, por este motivo debemos generar más investigación aplicada en el marco del desarrollo tecnológico, así como financiar proyectos de esta índole, ya que como lo indica la OECD (2011), “sobre la productividad en la agricultura se identifica que la fuente principal de crecimiento de esta es la investigación agrícola. El gasto en investigación se utiliza como el indicador principal de la importancia que se le otorga a dicha actividad. La medida utilizada usualmente es la intensidad del gasto en investigación y transferencia de tecnología con relación al Producto Interno Bruto (PIB) del país en referencia”. Este indicador debe ser coherente con nuestras expectativas de obtención de productos de calidad y mejora en el agro colombiano.

4.11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, Á. y Jiménez, N. (comps). (2019). Agroecología. *Experiencias comunitarias para la agricultura familiar en Colombia*. Corporación Universitaria Minuto de Dios (Uniminuto), Editorial Universidad del Rosario.

Agricultura de Precisión. (s.f.). <http://flynorthgroup.com/es/agricultura-de-precision/>

Agricultura de Precisión. (s.f.). <https://www.sgs.co/es-es/agriculture-food/seed-and-crop/soil-leaf-and-water-services/precision-farming>

Agricultura de Precisión. (s.f.). <https://simbiot.com.co/>

Agriculture Internet of Things (IoT) Technology | Applications. (2015). <https://ioworm.com/agriculture-internet-of-things-iot-technology-applications/>

Agrovoltaica: Sumando agricultura y electricidad solar. (s.f.). http://www.nuevomodeloenergetico.org/pgs2/files/5115/8996/0315/Px1NME_Agrovoltaica_SumandoAgriculturaYElectricidadSolar.pdf

Alcatraz, J. y Jiménez, J. (2018). *La aplicación de la Agricultura de Precisión en el proceso de fertilización: un caso de estudio para el sector bananero del Urabá-Antioqueño*. https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/12581/JuanGonzalo_JimenezTrespacios_JohnJames_AlcarazRestrepo_2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Amaducci, S., Yin, X., & Colauzzi, M. (2018). Agrivoltaic systems to optimize land use for electric energy production. *Applied Energy*, (220), 545-561. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.081>

Amaya, A. y Cruz, L. (s.f.). *Diseño e implementación de un control de pH, conductividad y monitoreo del nivel de agua para el cuidado cultivos hidropónicos de uso doméstico*. U. Distrital. <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3811/1/CruzVel%C3%A1squezLeonardo2016.pdf>

Arce, B. y Forero, C. A. (s.f.). *Agricultura urbana y periurbana en la seguridad alimentaria*. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1734/45412_62069.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ávila, H. (2019). Agricultura urbana y periurbana. Reconfiguraciones territoriales y potencialidades en torno a los sistemas alimentarios urbanos. *Investigaciones Geográficas*, (98). <https://doi.org/10.14350/rig.59785>

Chile Desarrollo Sustentable. (2020). *¿Qué son las plantas agrovoltaicas?* <https://www.chiledesarrollosustentable.cl/noticias/noticia-pais/que-son-las-plantas-agrovoltaicas/>

Cifuentes, M. (2015). *La agricultura urbana como alternativa sostenible y de seguridad alimentaria en Nariño*. <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/90839.pdf>

Clavijo, C. y Cuvi, N. (2017). La Sustentabilidad de huertas urbanas y periurbanas con base agroecológica en Quito. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, (21), 68. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.21.2017.2608>

CODS. (2020). Índice ODS 2019 para América Latina y el Caribe. Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina y el Caribe.

Corona, L. G., Ramírez, G. S., & Jiménez, A. (2014). J. M. Carreño. Grupo Editorial Patria, Technology & Engineering, (p. 317).

Enciso, J., Porter, D. y Périès, X. (2007). *Uso de sensores de humedad del suelo para efficientizar el riego*. <http://riograndewater.org/media/1080/e-618s-irrigation-monitoring-with-soil-water-sensors-spanish-version.pdf>

Erasso, M. (2019). *Nuevas tecnologías de agricultura digital para producción de papa - SAC - Sociedad de Agricultores de Colombia*. <https://sac.org.co/nuevas-tecnologias-de-agricultura-digital-para-produccion-de-papa/>

Fajardo, J. (2014). *Apoyo a la Agricultura de Precisión en Colombia a partir de imágenes adquiridas desde vehículos aéreos no tripulados (UAV'S)*. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/16484/FajardoJuncoJuanCamilo2014.pdf?sequence=1>

FAO. (2014). *Simposio Internacional en Agroecología para la Seguridad Alimentaria y Nutrición*. <http://www.fao.org/3/i4729s/i4729s.pdf>

Frattini, S. (2019). *Agricultura de precisión: el futuro del agro colombiano - ANEIA-Universidad de Los Andes*. <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2019/08/31/agricultura-de-precision-el-futuro-del-agro-colombiano/>

García, E. y Flego, F. (s.f.). *Agricultura de Precisión*. <https://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/pdfwebc&T8/8CyT12.pdf>

Gil, M. y Ricardo, M. (2019). *Huertas urbanas como alternativa de desarrollo económico sostenible*. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/33278/mdricardor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hernández, L. (2006). La agricultura urbana y caracterización de sus sistemas productivos y sociales, como vía para la seguridad alimentaria en nuestras ciudades. *Cultivos Tropicales*, 27(2), 13-25 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1932/193215872002>

Ibarra, L. (2012). *Diseño e implementación de un sistema de adquisición de datos con sensores: 808H5V5, MCP9700A, WATERMARK, MPX4115A, SQ-110, Comunicación mediante protocolo zigbee y mysql, para un cultivo de tomate en Sutamarchán, Boyacá (Colombia)*. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2288/lbarraluis2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Kreimer, P. (2003). Las TIC en la Agricultura de Precisión, Ceditec (Centro de Difusión de Tecnologías ETSIT-UPM).

Los sistemas ciberfísicos son el esqueleto del IIoT. (s.f.). <https://www.hbm.com/es/6267/sistemas-ciberfisicos-el-esqueleto-del-iiot/>

Marulanda, C. (s.f.). *La Agricultura urbana y periurbana en América Latina y el Caribe: Compendio de estudios de casos* (pp. 37-40). FAO. <http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/pdf/Compendium.pdf>

Monroy, K. (2016). *Agricultura urbana como alternativa de seguridad alimentaria y nutricional. Familias de la upz marruecos, localidad Rafael Uribe Uribe, Bogotá*. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/20398/MonroyQuevedoKatherinMayerli2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Nilsson, K. T., SickNielsen, C., Aalbers, S., Bell, B., Boitier, J. P., Chery, C., Fertner, M., Groschowski, D., Haase, W., Loibl, S., Pauleit, M., Pintar, A., Piore, J., Ravetz, M., Ristimäki, M., Rounsevell, I., Tosics, J., Westerink, I., & Zasada. (2014). Strategies for Sustainable Urban Development and Urban-Rural Linkages, Research briefings. *European Journal of Spatial Development*. https://www.academia.edu/31640766/Strategies_for_Sustainable_Urban_Development_and_Urban-Rural_Linkages

OECD. (2011). *Fostering Productivity and Competitiveness in Agriculture*. OECD Publishing.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2011). *Una introducción a los conceptos básicos de la seguridad alimentaria*. <http://www.fao.org/3/al936s/al936s00.pdf>

Ochoa, A., Forero, A. y Cangrejo, L. (2012). *Actualidad y tendencias de la Agricultura de Precisión*. https://www.researchgate.net/publication/324156309_Actualidad_y_tendencias_de_la_Agricultura_de_Precision

Oxígeno disuelto para un mejor crecimiento: Parte I: ¿Qué es y por qué las plantas lo necesitan? - Clima de la misión. (s.f.). <https://www.questclimate.com/es/dissolved-oxygen-better-growth-part-plants-need/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2013). *Manual técnico para la implementación de huertas periurbanas*. <http://www.fao.org/3/a-i3551s.pdf>

Parody, A. y Zapata, E. (2015). Agricultura de Precisión en Colombia utilizando tele-detección de alta resolución. *Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo*, (0562-5351).

Peery, J. (2017). ¿Cómo influye la humedad en la calidad de los cultivos? | PRO-MIX. <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/como-influye-la-humedad-en-la-calidad-de-los-cultivos/>

Pierce, F. J., & Nowak, P. (1999). Aspects of Precision Agriculture. *Advances in Agronomy*, 67, 1-85.

Plant, R. E. (2001). Site-specific management: the application of information technology to crop production. *Computers and Electronics in Agriculture*, 30, 9-29.

Ramos, E., Martínez, A., Brito, A. y Batista, J. (2015). Determinación de la tensión del suelo, su correlación con la densidad e índice de cono. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24, 7-11. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=932/93243475002>

Rebolledo, S. (2014). *Conductividad eléctrica y salinidad*. <https://www.redagricola.com/cl/conductividad-electrica-salinidad/#:~:text=La%20salinidad%20de%20un%20suelo,composici%C3%B3n%20de%20las%20sales%20disueltas>

Rodríguez, J. (2017). *Evolución y cambios en las dinámicas de agricultura urbana: comprendiendo el origen de algunas estrategias medioambientales*. <https://arquitecturayciudades.wordpress.com/2017/07/11/evolucion-y-cambios-en-las-dinamicas-de-agricultura-urbana-comprendiendo-el-origen-de-las-estrategias-medioambientales/>

SAC. (2016). *Balance preliminar de 2015 y perspectivas de 2016*. <http://www.sac.org.co/es/estudios-economicos/balance-sector-gropecuario-colombiano/290-balance-y-perspectivas-del-sector-agropecuario-2012-2013.html>

Sanmartín, P., Ávila, K., Vilora, C. y Jabba, D. (2016). Internet de las cosas y la salud centrada en el hogar. *Revista Salud Uninorte*, 32(2), 337-351.

Schindele, S., Trommsdorff, M., Schlaak, A., Obergfell, T., Bopp, G., & Reise, C. et al. (2020). Implementation of agrophotovoltaics: Techno-economic analysis of the price-performance ratio and its policy implications. *Applied Energy*, 265, 114737. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114737>

Segui, P. (2019). Agrofotovoltaica: combinar paneles solares con agricultura. <https://www.farmlandgrab.org/post/view/29249-agrofotovoltaica-combinar-paneles-solares-con-agricultura>

Sharma, H., Haque, A., & Jaffery, Z. (2019). Smart Agriculture Monitoring using Energy Harvesting Internet of Things (EH-IoT). https://www.researchgate.net/publication/334729611_Smart_Agriculture_Monitoring_using_Energy_Harvesting_Internet_of_Things_EH-IoT

Torres, D. M. (2018). *Inclusión de la agricultura urbana sostenible en Bogotá dentro del posacuerdo colombiano. estudio de caso: ensayo de producción técnica de lulo a escala urbana*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Tzounis, A., Katsoulas, N., Bartzanas, T., & Kittas, C. (2017). Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges. *Biosystems Engineering*, 164, 31-48. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.09.007>

Trendov, N., Varas, S. y Zeng, M. (2019). *Tecnologías digitales en la agricultura y las zonas rurales documento de orientación*. FAO. <http://www.fao.org/3/ca4887es/ca4887es.pdf>

Valoyes, E. y Castillo, S. (2016). *Construyendo caminos hacia la garantía de la seguridad alimentaria y nutricional en Colombia* (Cap. 1).

Verdouw, C., Wolfert, S., & Tekinerdogan, B. (2016). Internet of Things in agriculture. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 11(035). <https://doi.org/10.1079/pavsnnr201611035>

Zaar, M. H. (2011). Agricultura urbana: algunas reflexiones sobre su origen e importancia actual. *Revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales*, 15, 944. <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-944.htm>

Zapata, R. (s.f.). *Casos especiales de acidez*. <http://bdigital.unal.edu.co/1735/7/9583367125.7.pdf>



CAPÍTULO

PERSPECTIVAS DE LA AGRICULTURA URBANA Y PERIURBANA PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN COLOMBIA



Sandra Patricia Montenegro Gómez
sandra.montenegro@unad.edu.co

Yulian Adalberto Sepúlveda Casadiego
yulian.casadiego@unad.edu.co

5.1 INTRODUCCIÓN

En Colombia la falta de oportunidades en la zona rural ha incrementado la migración de personas del campo a la ciudad aumentando los índices de pobreza en los últimos años. De acuerdo con CEPAL (2019), los países en mejor situación sudamericana hasta el año 2018 son Uruguay y Chile con tasas de pobreza total por debajo del 15 % y con incidencias de pobreza extrema menor al 5 %, por su parte Bolivia y Colombia son los países con la mayor tasa de pobreza en la región (pobreza total y extrema 33.2 %, 14.7 % y 29.9 %, 10.8 % respectivamente). Entre 2017 y 2018, Colombia incrementó en 0.1 % la pobreza monetaria, equivalente a 190 000 personas (DANE, 2018).

De acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo de 2015, los grupos más pobres se encuentran en zonas rurales y periferias urbanas, en los que el consumo y la disponibilidad de alimentos se ven afectados por el comportamiento de la producción de la canasta básica, y los factores que determinan su sostenibilidad y suficiencia. En este sentido, un camino para contribuir en el mejoramiento de estos indicadores sería la producción de alimentos para el autoconsumo y con ello disminuir factores de riesgo acarreados por el hambre. En el caso de las zonas urbanas y periurbanas, la adopción de la agricultura contribuye a la construcción de ciudades más saludables, prósperas, equitativas y sostenibles (Mougeot, 2006). El presente capítulo brinda información básica sobre posibilidades que la agricultura urbana y periurbana podrían brindar para mitigar la inseguridad alimentaria en habitantes ciudadanos.

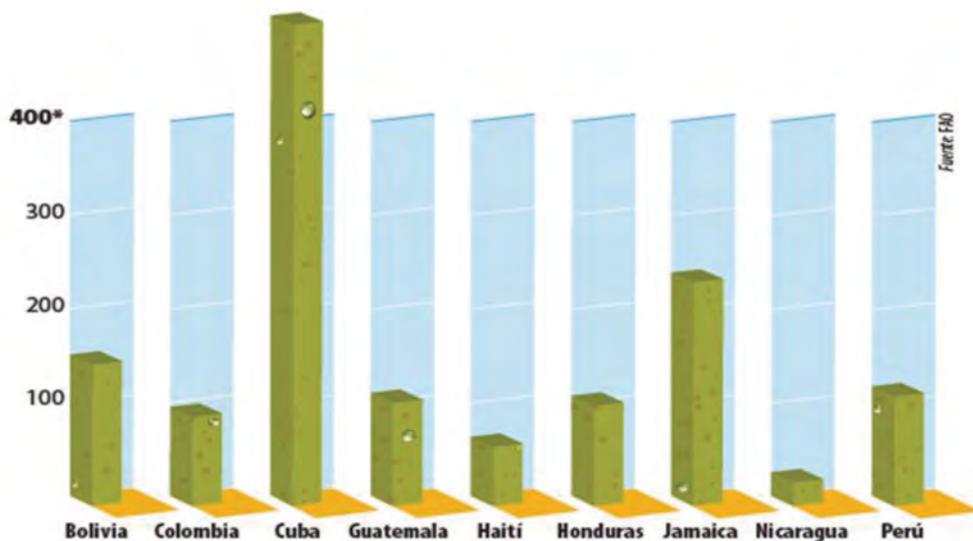
5.2 AGRICULTURA URBANA Y PERIURBANA: BENEFICIOS Y DESAFÍOS

Las experiencias de agricultura urbana y periurbana han demostrado lograr el fomento de producción local y el favorecimiento para el acceso a los vegetales a un bajo costo económico asociado a mitigación de gasto en transporte desde zonas rurales, beneficios ambientales por mitigación en emisión de dióxido de carbono por combustible, disminución de temperatura en las ciudades, descontaminación de acuíferos etc., sin embargo para que estos proyectos sean exitosos deben contar con apoyo gubernamental para superar limitaciones, principalmente de costos de implementación y conocimiento técnico (MinSalud, 2015).

En América Latina, los gobiernos de Argentina, Cuba y Brasil han adoptado planes nacionales y políticas para promover activamente la horticultura urbana y periurbana (FAO, 2015a). Mientras tanto en Colombia, no se reconoce en las políticas agrícolas ni en la planificación urbana y aunque en la ciudad de Bogotá desde la década de los 90, la Alcaldía y la Presidencia de la República, han financiado proyectos de acción social a través de un programa llamado “Red de Seguridad Alimentaria” (ReSA), entre ellos la “Promoción de la Seguridad Alimentaria y Nutricional” (PROSEAN), aún no existen políticas públicas encaminadas a desarrollar la agricultura urbana y periurbana en el país (FAO y Fedesarrollo, 2010a; Torres-Vivas, 2018)

En Cuba, se promueve la Horticultura Urbana y Periurbana (HUP) desde principios del decenio de 1990, este sector representa el 60 % de la producción hortícola, y el consumo per cápita de los cubanos de fruta y hortalizas supera el mínimo recomendado por la FAO y la Organización Mundial de la Salud (OMS), tal como se refleja en la Figura 5.1 (FAO, 2015b; FAO, 2010), con reporte de datos hasta el año 2005, donde Colombia se ubica muy por debajo de los 400 g requeridos de acuerdo con la FAO y la OMS, y a pesar de haber incrementado en los últimos años un poco el consumo de frutas y hortalizas, aún la suma de los dos es menor a 200 g al día por persona (MinSalud, 2020).

FIGURA 5.1 Consumo diario de frutas y hortalizas en algunos países de América Latina y el Caribe, 2005 *g/persona/día.



Fuente: FAO (2010).

De acuerdo con la publicación realizada por Izquierdo et al. (2004), Cuba ha trabajado fuertemente para poner a disposición de la población la cantidad de hortalizas per cápita que garantice una buena salud con altas producciones y tecnologías de bajos insumos. Las distintas formas de producción utilizadas en Cuba son las siguientes: patio familiar, huertos escolares, huertos en centros de trabajo, huertos intensivos, tienen carácter comercial, producen más cantidades, organopónicos, sistemas más avanzados, estructuras hechas de concreto, casas y tapados. Se producen hortalizas de mayor calidad y se aíslan del medio, patios productivos, se ha demostrado que se puede sembrar en macetas.

Teniendo en cuenta la diversidad de producciones necesarias para contribuir a la satisfacción de las necesidades alimentarias de la población cubana, el programa de sistemas de producción de agricultura urbana se encuentra organizado en 28 subprogramas, de ellos 12 de cultivos, 7 pecuarios y 9 de apoyo (Cuba, MinAgri, Grupo Nacional de Agricultura Urbana, 2003; Hernández, 2006). A continuación, se relacionan los 12 de cultivos: hortalizas y condimentos frescos, plantas medicinales y condimentos secos, plantas ornamentales y flores, frutales, cultivo protegido, arroz popular, forestales, café y cacao, plátano popular, raíces y tubérculos tropicales, oleaginosas, frijoles, maíz y sorgo.

La experiencia cubana ubica este país a nivel latinoamericano junto con Brasil y Uruguay entre los de menor inseguridad alimentaria crónica en un contexto global (Figura 5), representa un referente para el fortalecimiento de prácticas en agricultura ecológicamente sostenible, que permitan mitigar la inseguridad alimentaria en Colombia (Monsalve et al., 2019, Barrera et al., 2019) y pese a que el país aún no cuenta con políticas públicas encaminadas a desarrollar la agricultura urbana y periurbana, la iniciativa de pobladores en diversas ciudades del país se ha ido fortaleciendo y merece ganar terreno en la lucha contra los problemas nutricionales, de tal forma que la evidencia de sus resultados estimule su inclusión en planes nacionales.

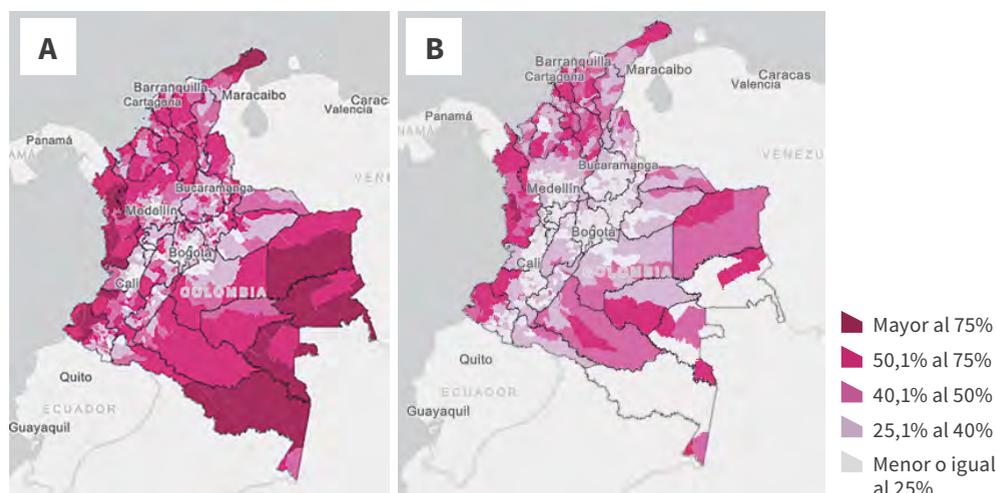
Para que la implementación de huertas urbanas se proyecte hacia equilibrados aportes nutricionales con efectos positivos en la salud de los pobladores, se debe tener presente la proyección del abastecimiento necesario del número de beneficiarios, es decir el consumo diario de 400 gramos. Al tomar la decisión de cultivo, debe recurrirse a orientación técnica para optimizar los resultados; una herramienta para ello entre otras, es la Biblioteca Agropecuaria de Colombia, esta es la biblioteca digital de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) y puede accederse en el siguiente enlace: <https://www.agrosavia.co/biblioteca>. Entre otros, se sugiere para consulta los siguientes portales: Ecohortum: <https://ecohortum.com/>, huertos urbanos ecológicos: <https://www.infoagro.com/>.

5.3 RETOS Y OPORTUNIDADES DE AGRICULTURA PARA AUTOCONSUMO EN ESPACIOS URBANOS Y PERIURBANOS

5.3.1 MITIGACIÓN DE LA POBREZA

Como se observa en la Figura 5.2, de acuerdo con el DANE (2018), en su informe sobre pobreza multidimensional a nivel municipal calculado con base en el Censo Nacional de Población y Vivienda 2018, las **zonas rurales colombianas (A)** presentan en su mayoría porcentajes de pobreza por encima de 50 % y 75 %, las **zonas urbanas (B)**, presentan intensidades menores, sin embargo fluctúan alrededor del 50 %, un porcentaje que merece atención hacia alternativas de mitigación, teniendo en cuenta las constantes migraciones desde las zonas rurales, sumado a falta de oportunidades económicas que pueden incrementar este porcentaje. En este sentido en los espacios urbanos pueden aprovecharse diversas capacidades de sus pobladores para proyectar alternativas que mejoren la seguridad alimentaria, por ejemplo, las huertas urbanas para autoconsumo.

FIGURA 5.2 Medida de pobreza multidimensional municipal en Colombia: A. Zonas rurales - centros poblados y rural disperso. B. Zonas urbanas- cabecera municipal.



Fuente: DANE (2018).

La implementación de huertas urbanas y periurbanas contribuye: primero, al suministro de productos frescos, nutritivos, disponibles durante todo el año. Segundo, mejora el acceso económico de los sectores urbanos pobres a los alimentos, dado que la producción familiar de frutas y hortalizas reduce sus gastos en alimentos, y aún más, cuando los productores obtienen ingresos de la venta (FAO, 2015c). No obstante, este es un proceso que, para dar frutos requiere de una proyección planeada, incluyendo el área destinada para el cultivo y el fortalecimiento en conocimientos básicos de agricultura; de lo contrario es posible no obtener los resultados esperados en términos de autoabastecimiento de vegetales que suplan los niveles recomendados por la OMS, como tampoco generación de ingresos, tal como lo indica un estudio realizado por Amaya (2018), en las comunas 3 y 13 de Medellín-Colombia.

5.3.2 ESPERANZA DE VIDA Y NUTRICIÓN

De acuerdo con la OMS, Japón lidera la clasificación de la esperanza de vida en el mundo entre los países con expectativa mayor a 80 años. Por su parte, Colombia hace parte de los países agrupados entre 70 y 75 años. El promedio de vida en Japón oscila entre 81 y 87 años, y Colombia entre 72 y 79 años para hombres y mujeres respectivamente. La Figura 5.3, muestra la amplia diferencia entre las posibilidades de morir por cada 1 000 nacidos antes de los 5 años y entre 16 y 60 años en cada país.

De acuerdo con la OMS, Japón lidera la clasificación de la esperanza de vida en el mundo entre los países con expectativa mayor a 80 años.

La esperanza de vida de la población japonesa ha aumentado en las últimas décadas, si bien es cierto que existen varios factores, como el socioeconómico, cultural o cobertura en seguros de salud; se ha prestado especial atención a la dieta en términos de equilibrio nutricional. En este sentido, han cobrado relevancia estudios clínicos que asocian la dieta de la población japonesa y el riesgo de mortalidad (Kurotani et al., 2016). Es importante resaltar que su dieta es diversa e incluye grandes y variadas porciones de vegetales en su alimentación diaria (Takahashi, 2017).

FIGURA 5.3 Esperanza de vida de número de pobladores colombianos por millón de habitantes vs Japón.

Datos estadísticos (OMS, 2016)	 Japón	 Colombia
Población total (millones de habitantes, 2016)	127,749,000	48,653,000
Esperanza de vida al nacer h/m (años, 2016)	81/87	72/79
Probabilidad de morir antes de alcanzar los cinco años (por 1000 habitantes nacidos vivos, 2018)	2	14
Probabilidad de morir entre los 15 y los 60 años, h/m (por 1000 habitantes, 2016)	65/36	182/92

Fuente: OMS (2016).

A nivel mundial, la nutrición está pasando al primer plano como un determinante importante de enfermedades crónicas y no cesa de crecer la evidencia científica en apoyo al criterio que el tipo de dieta tiene una gran influencia, tanto positiva como negativa, en la salud a lo largo de la vida (OMS/FAO, 2003). Las enfermedades cardíacas, los infartos, el cáncer, las enfermedades respiratorias y la diabetes son las principales causas de mortalidad en el mundo, siendo responsables del 63 % de las muertes (OMS, 2020a). Según datos presentados en el informe sobre salud en el mundo, cada año podrían salvarse millones de vidas si hubiera un consumo mundial suficiente de frutas y verduras. Se calcula que su ingesta insuficiente, causa en todo el mundo aproximadamente un 19 % de los cánceres gastrointestinales, un 31 % de las cardiopatías isquémicas y un 11 % de los accidentes vasculares cerebrales (OPS et al., 2020).

En Colombia las enfermedades cardiovasculares y cánceres son las causas más comunes de mortalidad por enfermedades no transmisibles, con 30 % y 20 % respectivamente (Colombia-World Health Organization, 2018). El consumo de frutas y hortalizas suman entre los dos, menos de 70 k por persona al año, esto implica que se consume menos de 200 g al día por persona (MinSalud, 2020), cuando la OMS y la FAO recomiendan

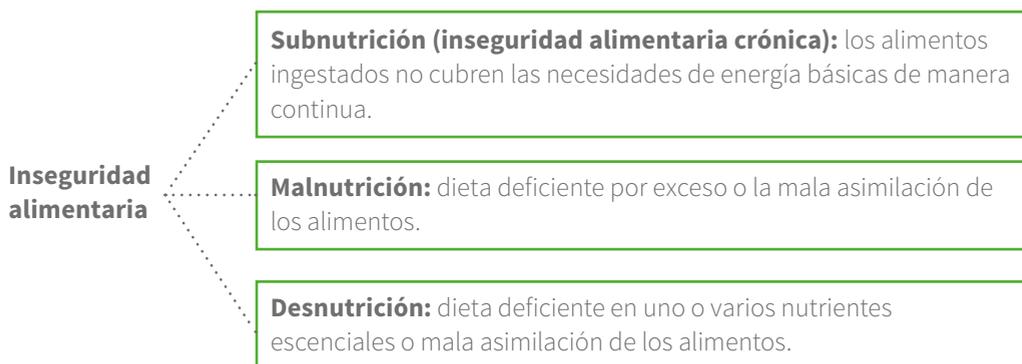
la ingesta de un mínimo de cinco porciones de frutas y verduras diarios, tres verduras y dos frutas, equivalentes a 400 g diarios (excluidas las papas y otros tubérculos feculentos), para prevenir enfermedades crónicas como cardiopatías, cáncer, diabetes u obesidad, así como para prevenir y mitigar varias carencias de micronutrientes (OMS, 2020b). La selección e inclusión en la dieta de todo tipo de alimento, con prioridad por frutas y verduras por su contenido en carbohidratos, fibra, vitaminas y minerales, contribuyen al adecuado funcionamiento del organismo, mantienen el equilibrio ácido básico y contienen sustancias especiales que eliminan o detienen el desarrollo de microorganismos patógenos (Izquierdo et al., 2004).

Tomando como referente los efectos del consumo equilibrado de frutas y verduras sobre la salud y el consumo colombiano por debajo a lo requerido (Montenegro-Gómez y Rosales-Escarria, 2015), surgen retos para contribuir en el fortalecimiento nutricional de los pobladores colombianos, por ejemplo una orientación básica de diversas formas de producción urbana de frutas y verduras, junto con información nutricional que pueda contribuir con el autoconsumo de nutrientes fundamentales para el fortalecimiento de la salud.

5.3.3 FORTALECIMIENTO DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

La seguridad alimentaria, se consigue cuando todas las personas en todo momento, tienen acceso físico y económico a suficiente alimento, seguro y nutritivo, para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias, con el objeto de llevar una vida activa y sana (FAO, 1996). En contraste, la disminución drástica del acceso a los alimentos, niveles de consumo o aprovechamiento biológico, conducen a la inseguridad alimentaria que puede estar asociada a subnutrición, malnutrición, desnutrición (Figura 5.4).

FIGURA 5.4 *Inseguridad alimentaria y aprovechamiento biológico de la ingesta de alimentos.*

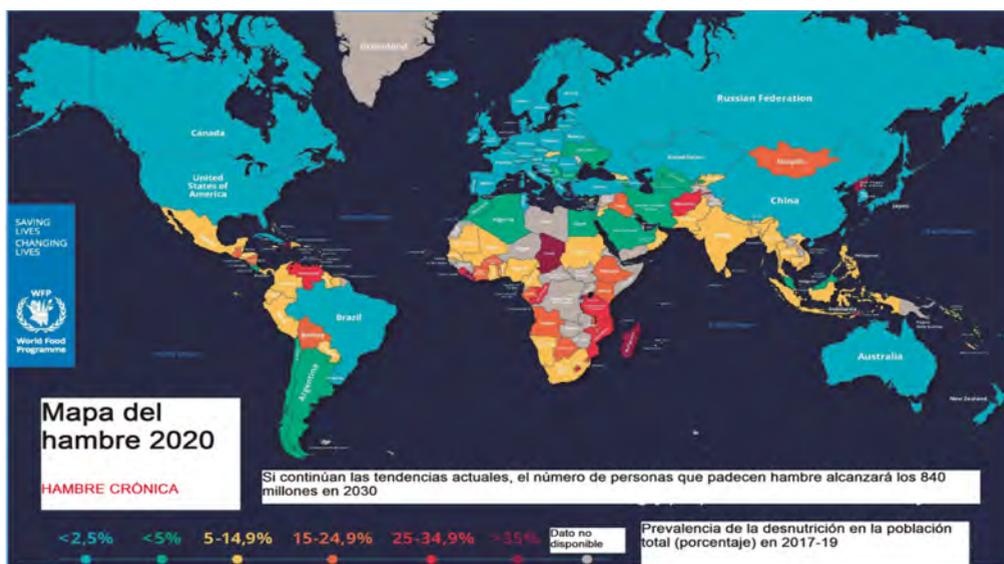


Fuente: Para la seguridad alimentaria (2011).

Se calcula que el número de personas del mundo afectadas por subalimentación o carencia crónica de alimentos se ha incrementado y múltiples formas de malnutrición son evidentes en muchos países. Un escaso acceso a los alimentos y, especialmente, a alimentos saludables, contribuye a la desnutrición, así como al sobrepeso y la obesidad (FAO et al., 2017). En países como Colombia con alto porcentaje de pobreza, los costos económicos limitan el acceso a una alimentación nutritiva para una gran parte de sus pobladores.

Según la **Encuesta Nacional de la Situación Nutricional de 2015**, (ENSIN, 2015), para ese año, 54.2 de cada 100 hogares colombianos se encontraba en inseguridad alimentaria. En términos globales Colombia se ubica entre los países donde prevalece la subalimentación (inseguridad alimentaria crónica) entre 5-14.9 % de la población total (Figura 5.5), esto indica que en comparación al año 2019 el país ha desmejorado, ya que en ese año el reporte fue menor del 5 % (WFP, 2019, 2020).

FIGURA 5.5 Mapa del hambre 2020. Adaptado del Programa Mundial de Alimentos WFP, (2020).



Fuente: <https://www.wfp.org/publications/hunger-map-2020>

5.3.4. MITIGACIÓN DE MALNUTRICIÓN O DESNUTRICIÓN OCULTA

La malnutrición o desnutrición oculta está asociada a la carencia de micronutrientes, vitaminas y minerales (Ferreya y Vallejos, 2003). Un reciente informe del Instituto Nacional de Salud (2019), reveló que entre los años 2010 y 2015 incrementó el estado de malnutrición de algunas sectores poblaciones en nutrientes como vitamina A, hierro y zinc, atribuyendo esta situación principalmente a tres factores: primero: disponibilidad, se come lo que está disponible; segundo: precio o acceso, se come lo que está al alcance del bolsillo; tercero: elección, se elige comer lo que se supone es sano y nutritivo; o por el gusto y atracción por ciertos alimentos. En general el informe indica que la malnutrición o la desnutrición oculta son consideradas un riesgo presente en toda la población colombiana y su prevalencia es mayor en grupos vulnerables incluyendo indígenas, afrocolombianos y con factores como la pobreza y la ubicación geográfica en zonas rurales dispersas.

La Figura 5.6 refleja las consecuencias de salud pública que la malnutrición oculta acarrea para el país y sus pobladores.

FIGURA 5.6 *Malnutrición oculta.*



Fuente: Instituto Nacional de Salud (2019).

Algunas deficiencias nutricionales que afronta actualmente la población colombiana se reflejan en la Figura 5.7 obtenida del informe de Instituto Nacional de Salud (2019), el cual entre sus conclusiones manifiesta que todavía hay muchas familias sin una alimentación suficiente, digna y adecuada desde el punto de vista nutricional, y nutrientes claves como calcio, hierro y zinc son inalcanzables para las familias más pobres o de origen étnico, el informe también hace referencia a las carencias de vitamina A donde a diferencia de hierro y zinc, la deficiencia afecta más a poblaciones urbanas que rurales.

FIGURA 5.7 Poblaciones colombianas más vulnerables a deficiencia de hierro, vitamina A y Zinc.



Fuente: Instituto Nacional de Salud (2019).

5.3.5 ALIMENTACIÓN SALUDABLE

El requerimiento de un nutriente se define como la cantidad necesaria para el sostenimiento de las funciones corporales del organismo, dirigidas hacia una salud y rendimiento óptimos (Hernández, 2004). El plato para comer saludable, creado por expertos en nutrición de la Escuela de Salud Pública de Harvard y los editores en Publicaciones de Salud de Harvard, indica la importancia de enfocarse en la calidad de la dieta, tal como se refleja en la Figura 5.8. En lo que respecta a frutas y verduras indica que deben ocupar la mitad del plato, donde debe incorporarse color y variedad (Universidad de Harvard, 2011). Esto último está asociado a la diversidad nutricional que aportan los alimentos.

FIGURA 5.8 *El plato para comer saludable.*



Fuente: Universidad de Harvard (2011). https://cdn1.sph.harvard.edu/wpcontent/uploads/sites/30/2014/11/Spanish_General_HEP_Feb2015.jpg

5.4 INFORMACIÓN NUTRICIONAL DE ALGUNOS VEGETALES DE REFERENCIA PARA HUERTOS URBANOS

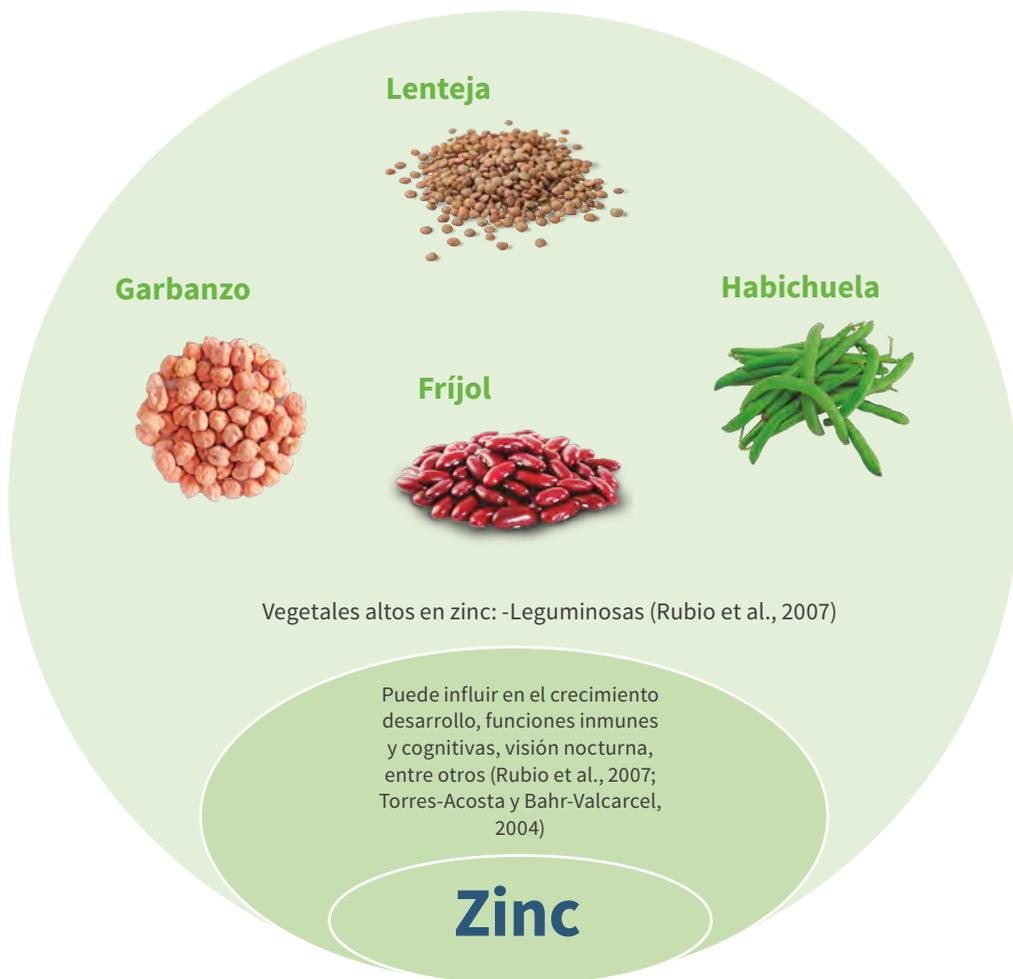
En general, no se requieren grandes cantidades de vitaminas y minerales, si se compara con proteínas y carbohidratos. Sin embargo, no obtener estos nutrientes en proporciones adecuadas afecta negativamente la salud, por ejemplo, procesos de crecimiento, producción de energía, control de enfermedades, reparación de tejidos dañados e incluso en la regulación genética (Brown y Challem, 2007).

En esta publicación se describen de modo general los micronutrientes zinc, hierro, calcio, magnesio, selenio, precursores de vitaminas A, complejo B (vitaminas B1-Tiamina, B2-Riboflavina, B3-Niacina, B9-Ácido fólico), vitamina C, su influencia sobre la salud humana y algunas fuentes vegetales de fácil acceso para cultivo en huertos urbanos, no obstante la gama de vegetales que pueden contribuir nutricionalmente es mayor y esta información podrá ampliarse en los referentes bibliográficos soporte de cada nutriente u otras fuentes.

De otra parte, es importante mencionar que los nutrientes seleccionados obedecen a su relevancia en la salud humana y frecuentes carencias poblacionales (Latham, 2002), esta selección también responde a resultados presentados en deficiencias nutricionales de zinc, hierro, calcio, vitamina A, cotidianas de la población colombiana (Instituto Nacional de Salud, 2019).

La Figura 5.9 brinda información básica sobre el zinc como nutriente, su influencia sobre la salud humana y algunas fuentes vegetales que podrán ser cultivadas en huertos urbanos.

FIGURA 5.9 Fuentes de zinc de algunos vegetales alimenticios e importancia de consumo.



Fuente: Montenegro (2020).

La Figura 5.10 aporta información básica sobre el hierro como nutriente, su influencia sobre la salud humana y algunas fuentes vegetales que podrán ser cultivadas en huertos urbanos.

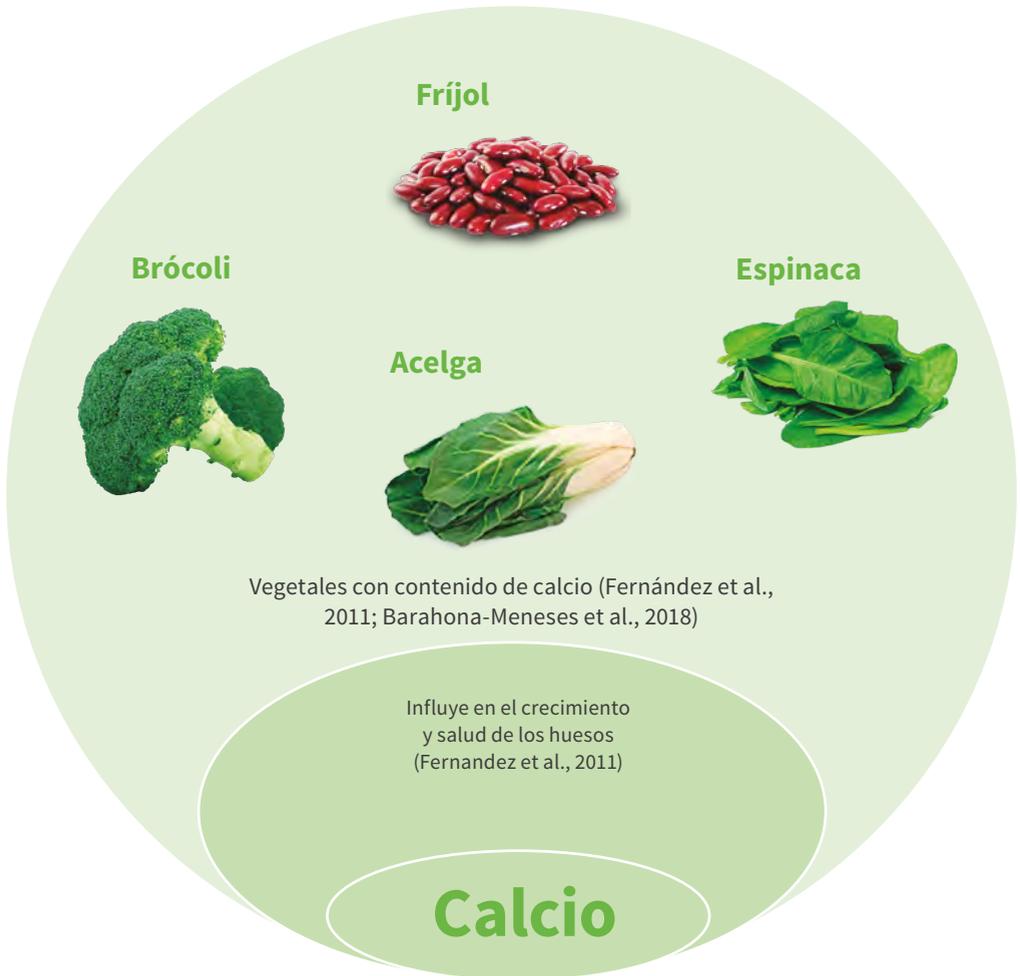
FIGURA 5.10 Fuentes de hierro de algunos vegetales alimenticios e importancia de consumo.



Fuente: Montenegro (2020).

La Figura 5.11 proporciona información básica sobre el calcio como nutriente, su influencia sobre la salud humana y algunas fuentes vegetales que podrán ser cultivadas en huertos urbanos.

FIGURA 5.11 Fuentes de calcio de algunos vegetales alimenticios e importancia de consumo.



Fuente: Montenegro (2020).

La Figura 5.12 da información básica sobre el magnesio como nutriente, su influencia sobre la salud humana y algunas fuentes vegetales que podrán ser cultivadas en huertos urbanos.

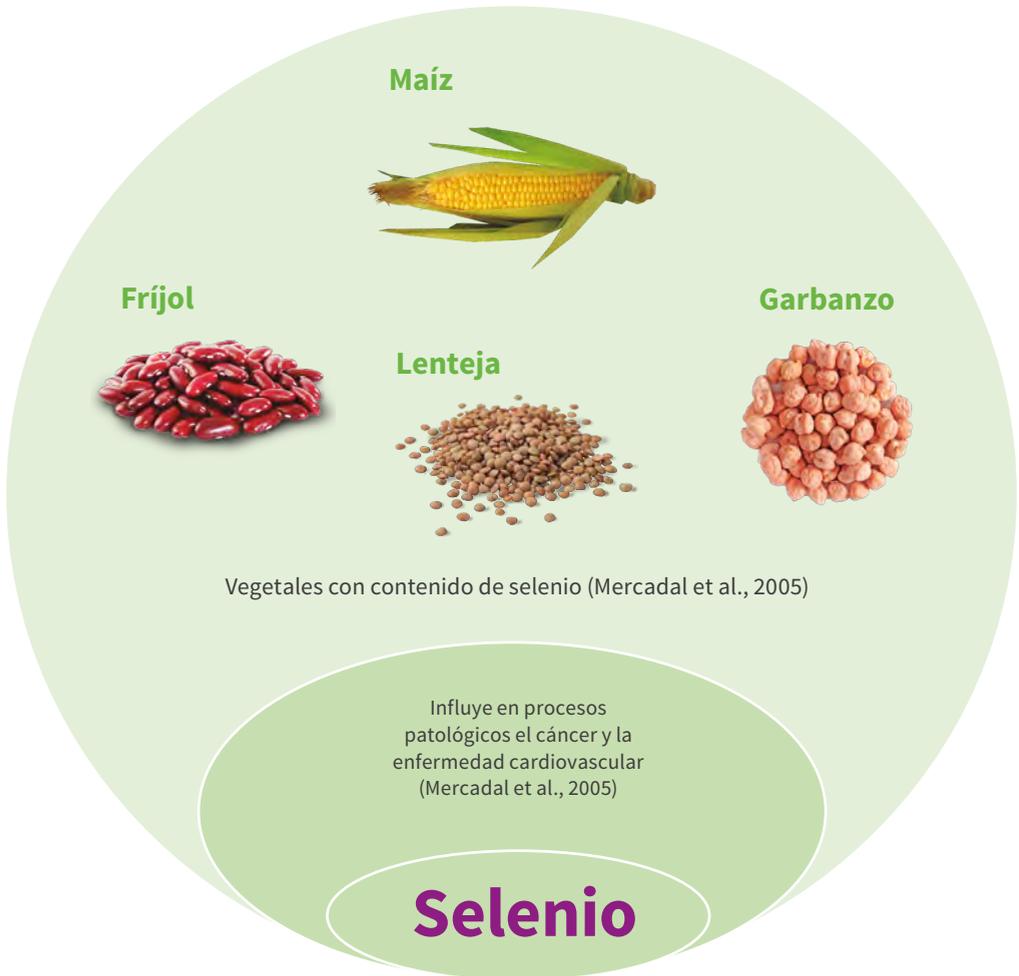
FIGURA 5.12 Fuentes de magnesio de algunos vegetales alimenticios e importancia de consumo.



Fuente: Montenegro (2020).

La Figura 5.13 brinda información básica sobre el selenio como nutriente, su influencia sobre la salud humana y algunas fuentes vegetales que podrán ser cultivadas en huertos urbanos.

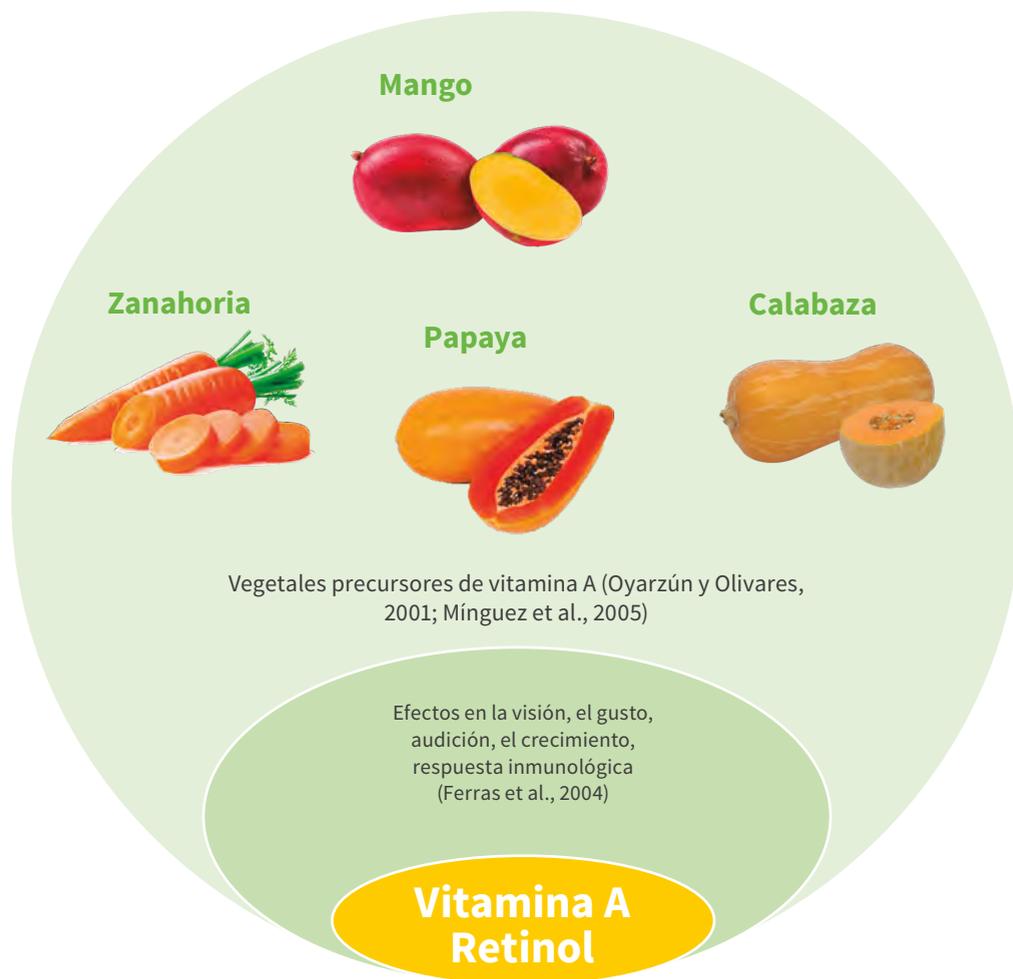
FIGURA 5.13 Fuentes de selenio de algunos vegetales alimenticios e importancia de consumo.



Fuente: Montenegro (2020).

La Figura 5.14 proporciona información básica sobre fuentes vegetales precursoras de vitamina A (carotenoides) como nutriente, su influencia sobre la salud humana y algunas fuentes vegetales que podrán ser cultivadas en huertos urbanos.

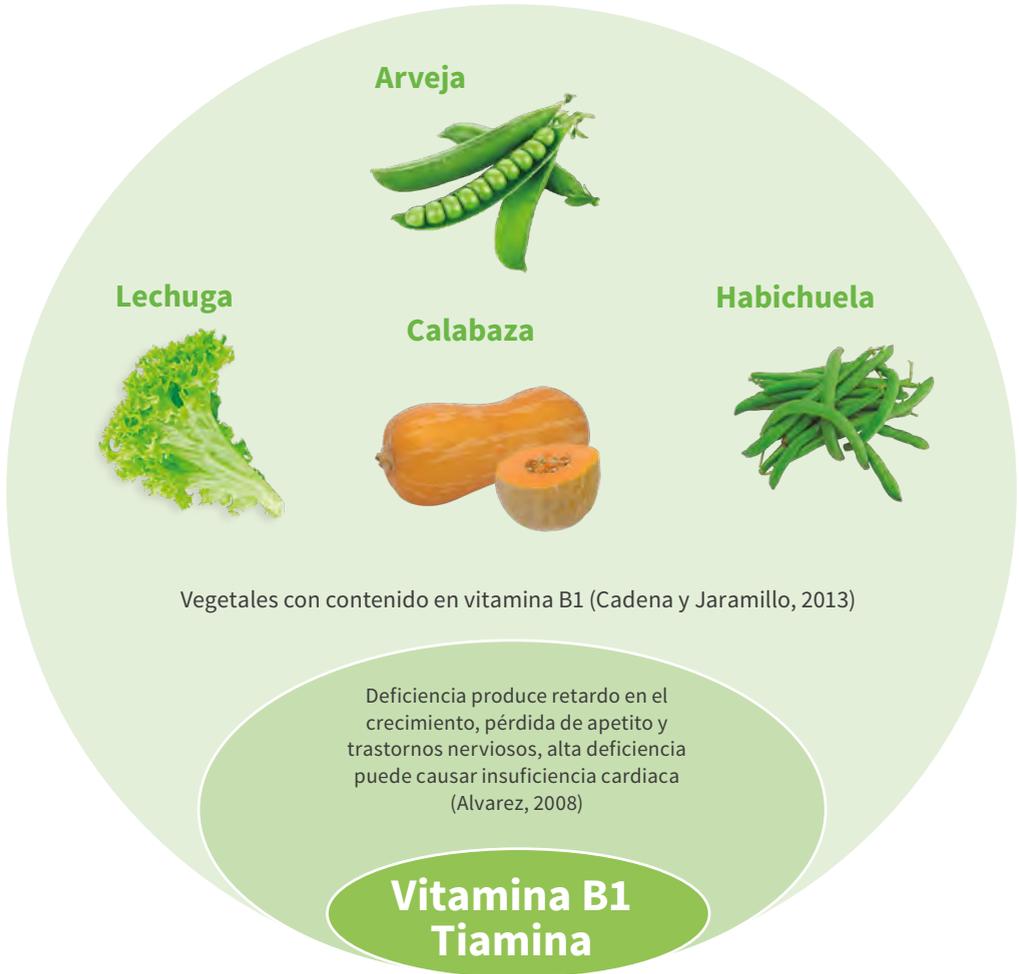
FIGURA 5.14 Fuentes vegetales precursoras de vitamina A de algunos vegetales alimenticios e importancia de consumo.



Fuente: Montenegro (2020).

Las Figuras 5.15-5.18 corresponden al complejo B. La Figura 5.15 aporta información básica sobre la vitamina B1 como nutriente, su influencia sobre la salud humana y algunas fuentes vegetales que podrán ser cultivadas en huertos urbanos.

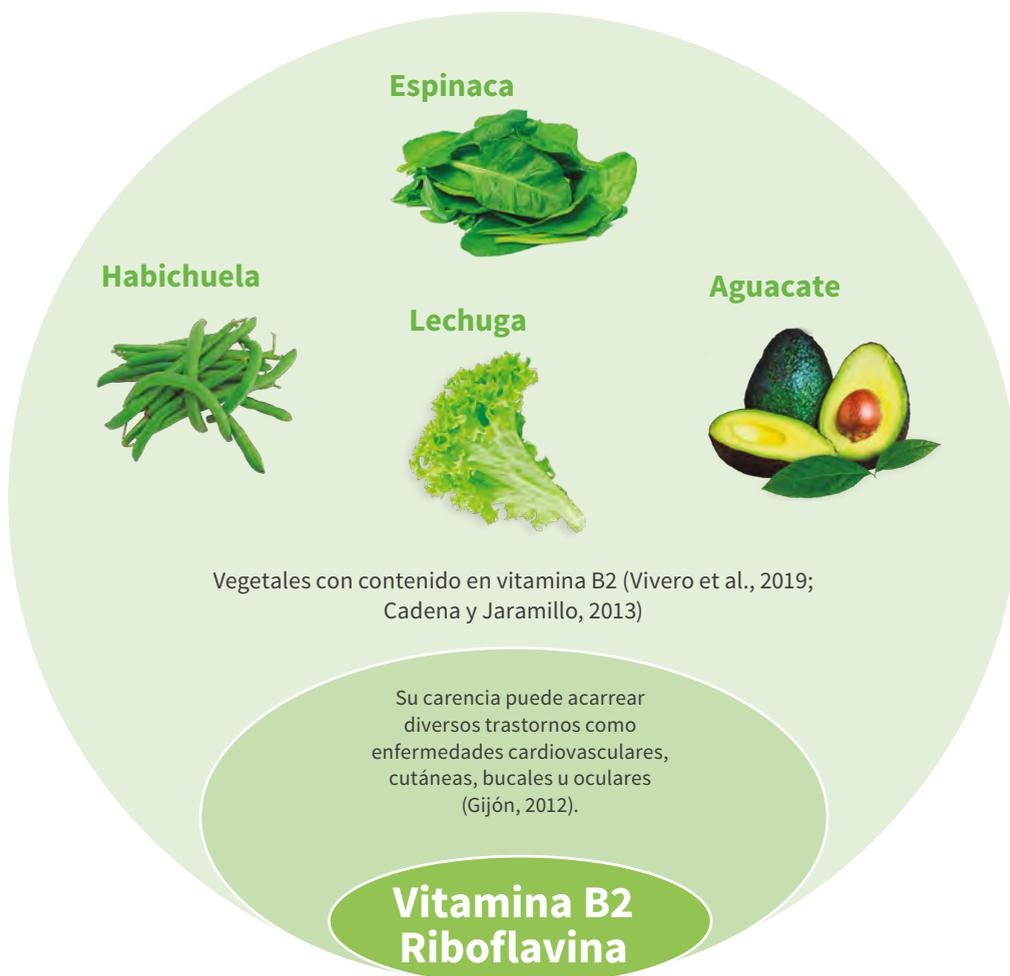
FIGURA 5.15 Fuentes de vitamina B1-Tiamina de algunos vegetales alimenticios e importancia de consumo.



Fuente: Montenegro (2020).

La Figura 5.16 da información básica sobre la vitamina B2 como nutriente, su influencia sobre la salud humana y algunas fuentes vegetales que podrán ser cultivadas en huertos urbanos.

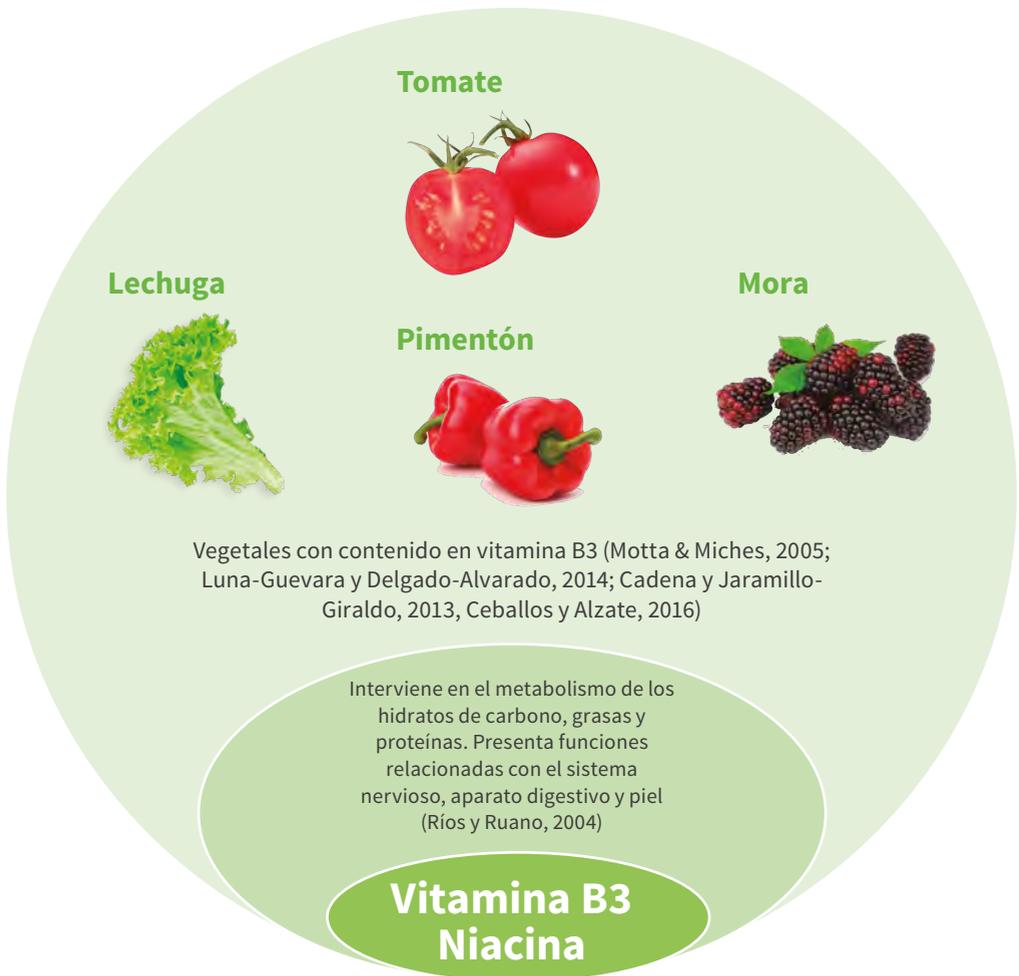
FIGURA 5.16 Fuentes de vitamina B2-Riboflavina de algunos vegetales alimenticios e importancia de consumo.



Fuente: Montenegro (2020).

La Figura 5.17 brinda información básica sobre la vitamina B3 como nutriente, su influencia sobre la salud humana y algunas fuentes vegetales que podrán ser cultivadas en huertos urbanos.

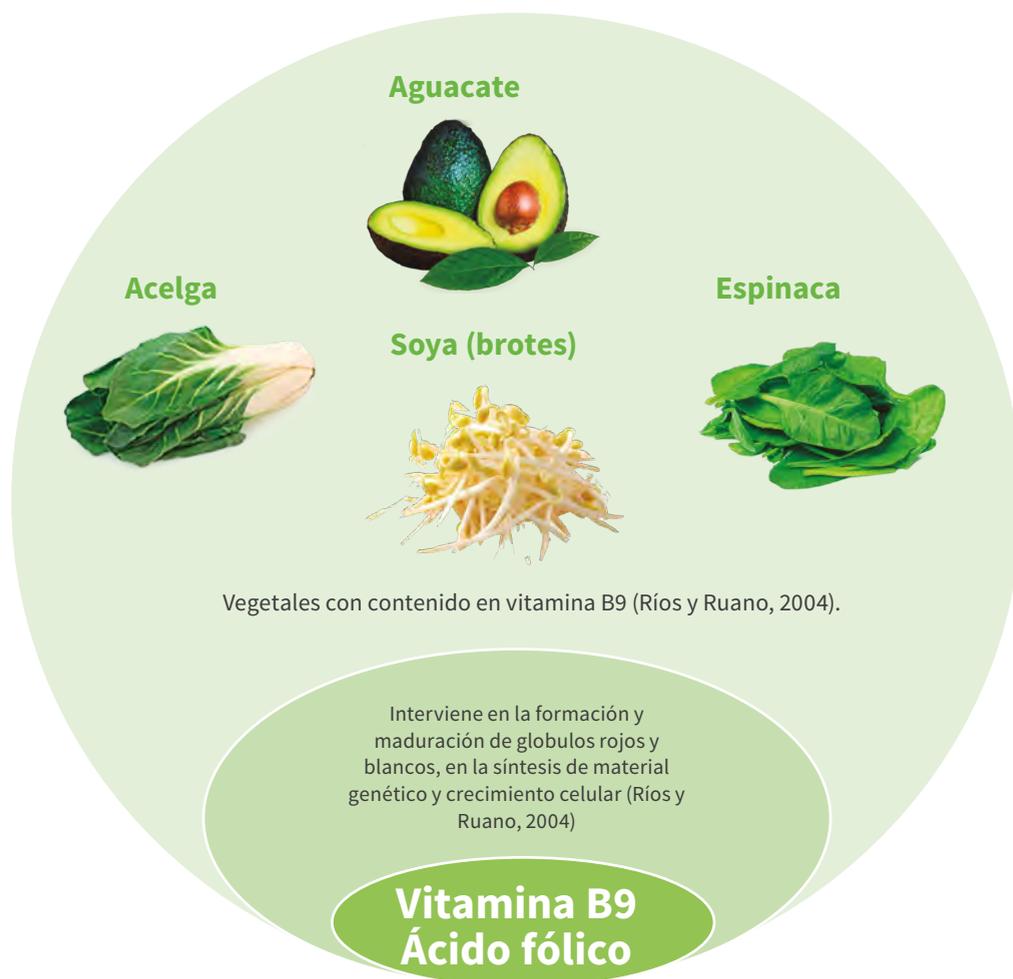
FIGURA 5.17 Fuentes de vitamina B3-Niacina de algunos vegetales alimenticios e importancia de consumo.



Fuente: Montenegro (2020).

La Figura 5.18 proporciona información básica sobre la vitamina B9 como nutriente, su influencia sobre la salud humana y algunas fuentes vegetales que podrán ser cultivadas en huertos urbanos.

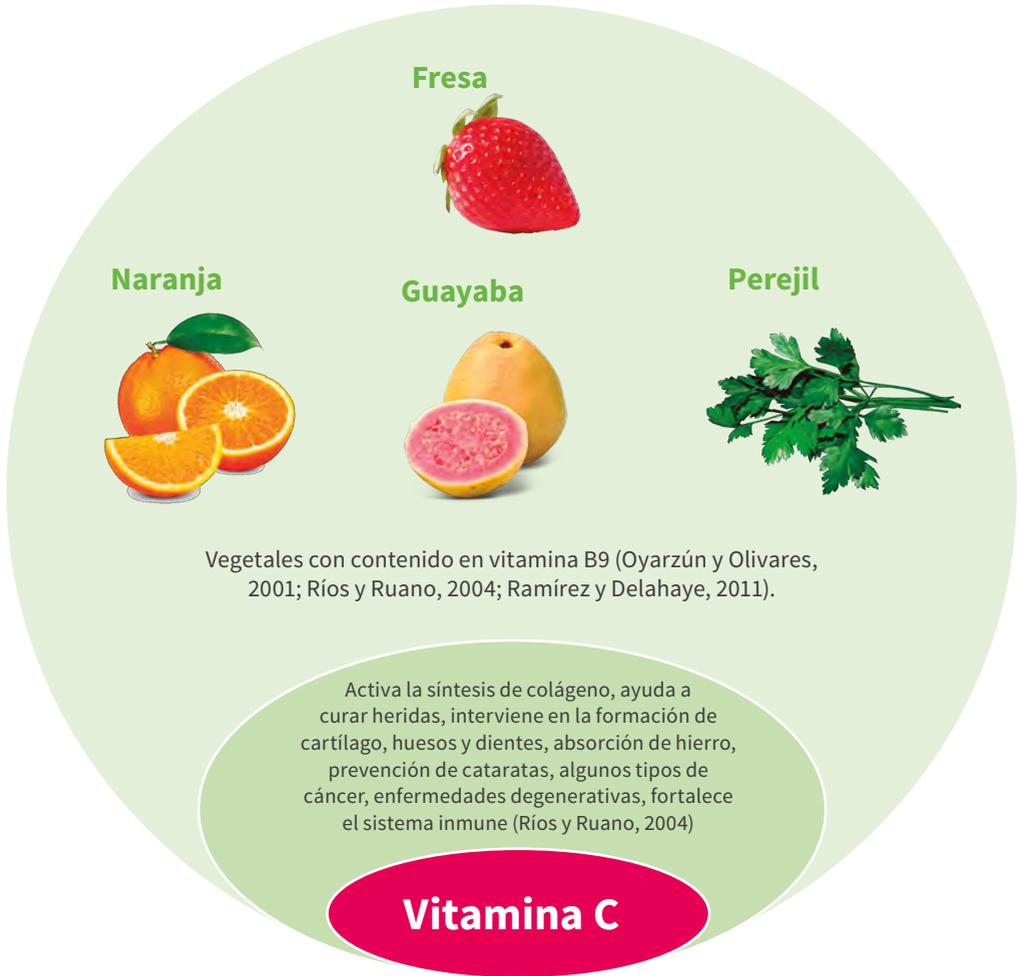
FIGURA 5.18 Fuentes de vitamina B9-Ácido fólico de algunos vegetales alimenticios e importancia de consumo.



Fuente: Montenegro (2020).

La Figura 5.19 aporta información básica sobre la vitamina C como nutriente, su influencia sobre la salud humana y algunas fuentes vegetales que podrán ser cultivadas en huertos urbanos.

FIGURA 5.19 Fuentes de vitamina C de algunos vegetales alimenticios e importancia de consumo.



Fuente: Montenegro (2020).

5.5 CONSIDERACIONES FINALES

El acceso a alimentos nutritivos es una dimensión clave de la seguridad alimentaria, por lo tanto, frutas y hortalizas son las fuentes naturales que tienen mayor abundancia de micronutrientes (FAO, 2010b). En países en desarrollo como Colombia se requiere incrementar este consumo, sin embargo, el poder adquisitivo, falta de conocimiento en aportes nutricionales de los vegetales y las consecuencias en la salud relacionadas con falta de consumo, limita el acceso a la gran mayoría de la población, principalmente en espacios rurales y urbanos de bajo poder adquisitivo. En este sentido iniciativas como la implementación de huertos urbanos y periurbanos se convierte en un salvavidas para mitigar esta problemática, no obstante, se requiere de apoyo gubernamental para que estas iniciativas se realicen de forma planificada con una proyección de resultados en población beneficiada.



En países en desarrollo como Colombia se requiere incrementar este consumo, sin embargo, el poder adquisitivo, falta de conocimiento en aportes nutricionales de los vegetales y las consecuencias en la salud relacionadas con falta de consumo, limita el acceso a la gran mayoría de la población, principalmente en espacios rurales y urbanos de bajo poder adquisitivo.

5.6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, J. S. y Vera, G. Z. (2008). Déficit de tiamina: beriberi y síndrome de Wernicke-Korsakoff. *Medicina*, 13(2), 137-139.

Amaya, J. (2018). *Agricultura urbana en Medellín. Experiencias y contribuciones de los proyectos: huertas para el abastecimiento de alimentos y fundación Palomá a la seguridad alimentaria*.

Aznar, M. S. (2013). *Magnesio, el electrolito olvidado* (Vol. 220). Universidad de Zaragoza.

Barahona-Meneses, D. R., Castillo-Andrade, R. E., Espín-Capelo, M., Folleco-Guerrero, J. C., Criollo-Ibujes, J. y Hidrobo-Guzmán, J. F. (2018). Ingesta de calcio y relación con el sobrepeso y obesidad en adolescentes mujeres, Ecuador. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 22(1), 31-41.

Barrera S. E., Montenegro, S. P., Forero, V. F., Pulido, S. Y., Mosquera, R. A., Vinasco, M. C. y Palomino, M. L. (2019). Capítulo 1: Introducción al estado del arte de los servicios ecosistémicos en la región occidental colombiana. *Libros Universidad Nacional Abierta Y a Distancia*, 20-33. <https://doi.org/10.22490/9789586516358.01>

Brown, L. y Challem, J. (2007). *Vitaminas y minerales esenciales para la salud*. Ediciones Nowtilus. <https://www.yorobot.com/descargas/fragmentovitaminasyminerales.pdf>

Cadena, M. C. y Jaramillo-Giraldo, D. (2013). *Proyecto desarrollo del producto "smoothie de vegetales con frutas tropicales, vegüit"*. Universidad de Barcelona. <https://pdfs.semanticscholar.org/a413/5a156366d9dbd788b427273abedc7d9c1328.pdf>

Ceballos, E. C. y Alzate, M. E. (2016). *Determinación del valor nutricional y nutraceutico de frutos maduros del material sin espinas de Rubus glaucus Benth (mora de castilla) cultivados en el municipio de Mistrató Risaralda* (Doctoral dissertation, Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnologías. Química Industrial). <https://core.ac.uk/download/pdf/71399722.pdf>

Colombia-World Health Organization. (2018). Non Communicable Diseases (NCD) Country Profiles. http://www.who.int/nmh/countries/col_en.pdf

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2019). *Panorama Social de América Latina 2019*.

Cuba, MinAgri, Grupo Nacional de Agricultura Urbana. (2003). *Informe a la Asamblea Nacional del Poder Popular* (p. 88).

DANE. (2018). *Medida de pobreza multidimensional municipal de fuente censal 2018*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-y-desigualdad/medida-de-pobreza-multidimensional-de-fuente-censal>

DANE. (2018). *Comunicado de prensa, pobreza monetaria año 2018*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-y-desigualdad/pobreza-monetaria-y-multidimensional-en-colombia-2018>

ENSIN. (2015). *Encuesta Nacional de Situación Nutricional 2015*. https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/ensin_2015_final.pdf

FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. (2017). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2017. Fomentando la resiliencia en aras de la paz y la seguridad alimentaria*. FAO.

FAO. (2015a). *Horticultura urbana y periurbana. Ciudades más verdes. Buena gobernanza*. <http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/es/hup/gobernanza.html>

FAO. (2015b). *Horticultura urbana y periurbana. Ciudades más verdes, medio ambiente sano y limpio*. <http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/es/hup/medioambiente.html>

FAO. (2015c). *Horticultura urbana y periurbana. Ciudades más verdes, seguridad alimentaria y nutricional*. <http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/es/hup/alimentos.html>

FAO y FEDESARROLLO. (2010a). *Programa ReSA: fortalecimiento de las bases de la seguridad alimentaria en el sector rural* (p. 92).

FAO. (2010). *Crear ciudades más verdes* (p.15). <https://burica.files.wordpress.com/2013/02/ggc-es.pdf>

FAO. (1996). *Cumbre Mundial de la Alimentación* (CMA). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Fernandez, A., Sosa, D. P., Setton, D. D., Virginia, D., Fabeiro, D. M., Maria, D. y Hernandez, D. J. (2011). Calcio y nutrición. *Sociedad Argentina de Pediatría*, 1-19.

Ferras, O., González, S., García, L., Martín, C. y Martínez, H. (2004). Déficit de vitamina A como factor de riesgo en la enfermedad diarreica persistente: el papel del médico de familia en Cuba. *Archivos en Medicina Familiar*, 6(2), 36-39.

Ferreira P. A. y Vallejos, N. R. (2003). *Desnutrición oculta: una nueva forma de desnutrición*. *Revista de Posgrado de la Vía Cátedra de Medicina*, (124), 14-17. https://med.unne.edu.ar/revistas/revista124/desnutricion_oculta.htm

Gijón, M. M. (2012). Riboflavina: vitamina B2. *MoleQla: Revista de Ciencias de la Universidad Pablo de Olavide*, (6), 32-33.

Hernández, L. (2006). La agricultura urbana y caracterización de sus sistemas productivos y sociales, como vía para la seguridad alimentaria en nuestras ciudades. *Cultivos Tropicales*, 27(2), 13-25.

Hernández-Triana, M. (2004). Recomendaciones nutricionales para el ser humano: actualización. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 23(4), 266-292.

Instituto Nacional de Salud. (2019). *Revelando la malnutrición oculta en Colombia*. <https://www.ins.gov.co/Noticias/Paginas/Revelando-la-malnutrici%C3%B3n-oculta-en-Colombia.aspx>

Izquierdo, A., Armenteros-Borrell, M., Lancés-Cotilla, L. y Martín-González, I. (2004). Alimentación saludable. *Revista Cubana de Enfermería*, 20(1), 1. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03192004000100012&lng=es&tlng=es

Kurotani, K., Akter, S., Kashino, I., Goto, A., Mizoue, T., Noda, M., & Japan Public Health Center based Prospective Study Group. (2016). Quality of diet and mortality among Japanese men and women: Japan Public Health Center based prospective study. *Bmj*, 352.

Latham, C. M. (2002). Nutrición humana en el mundo en desarrollo. *FAO: Alimentación y nutrición N° 29* de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Capítulo 11, vitaminas. <http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0f.htm#bm15>

Luna-Guevara, M. L. y Delgado-Alvarado, A. (2014). Importancia, contribución y estabilidad de antioxidantes en frutos y productos de tomate (*Solanum lycopersicum L.*). *Avances en Investigación Agropecuaria*, 18(1), 51-66. <https://www.redalyc.org/pdf/837/83729789006.pdf>

Mercadal, G. C., Santamaría, M. T., Piquet, R. D. y Gimeno, A. B. (2005). Importancia del selenio en la práctica clínica. *Química Clínica*, 24(3), 141-148.

MinSalud. (2020). *Decálogo de una alimentación saludable*. <https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/Alimentaci%C3%B3n-Saludable.aspx>

MinSalud. (2015). *Estrategia nacional para la prevención y control de las deficiencias de micronutrientes en Colombia 2014–2021*. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/Estrategia-nacional-prevencion-control-deficiencia-micronutrientes.pdf>

Mínguez, M. I., Pérez, A. y Hornero, D. (2005). *Pigmentos carotenoides en frutas y vegetales: mucho más que simples “colorantes” naturales*. <https://digital.csic.es/handle/10261/5754>

Montenegro-Gómez, S. y Rosales-Escarria, M. (2015). Fruto de naidi (*Euterpe oleracea*) y su perspectiva en la seguridad alimentaria colombiana. *Entramado*, 11(2), 200-207. <https://doi.org/10.18041/entramado.2015v11n2.22238>

Monsalve-Castro, L. M., Valencia-Trujillo, F. L., Guzmán-Lenis, A. R., Duque-Chaves, C. M., Pérez-Giraldo, D. A., Valderrama, C. F., Moraes-Boldini, J. y Polanco-Puerta, M. F. (2019). Capítulo 2: Servicio ecosistémico de abastecimiento: alimentos. *Libros Universidad Nacional Abierta Y a Distancia*, 34 - 56. <https://doi.org/10.22490/9789586516358.02>

Motta, D. N., & Michels, H. N. (2005). Vitamina B3. *Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, Curso de nutrição*.

Mougeot, L. (2006). Cultivando mejores ciudades. *Agricultura urbana para el desarrollo sostenible. Colección en Foco, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo*.

OMS. (2020a). Temas de salud. Enfermedades crónicas. https://www.who.int/topics/chronic_diseases/es/#:~:text=Temas%20de%20salud,Enfermedades%20cr%C3%B3nicas,del%2063%25%20de%20las%20muertes

OMS. (2020b). Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. Fomento del consumo mundial de frutas y verduras. Introducción. <https://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/es/#:~:text=Un%20informe%20de%20la%20OMS,la%20obesidad%2C%20as%C3%AD%20como%20para>

OMS, FAO. (2003). Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. Informe de una consulta mixta de expertos. OMS, Serie de Informes Técnicos, 916, 1-152.

OPS, MinSalud y Protección Social. (2020). *Estilo de vida saludable y enfermedades no transmisibles*. Convenio Cooperación Técnica No. 485/10 Carta de Acuerdo COL/LOA/1100040.001. Pontificia Universidad Javeriana

Oyarzún, M. T., Uauy, R. y Olivares, S. (2001). Enfoque alimentario para mejorar la adecuación nutricional de vitaminas y minerales. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 51(1), 7-18.

Ramírez, A. y Delahaye, E. P. (2011). Composición química y compuestos bioactivos presentes en pulpas de piña, guayaba y guanábana. *Interciencia*, 36(1), 71-75.

Ríos, M. P. y Ruano, A. (2004). Vitaminas y salud. *Ámbito Farmacéutico: Nutrición*, 23(8). <https://pdfs.semanticscholar.org/de27/527f3be159cbdab5e11e7c04e60f073de11a.pdf>

Rojas, R. M. (1999). Hierro. *Nutrición clínica y gastroenterología pediátrica*, 1, 102-7. https://www.ministeriodesalud.go.cr/misalud_2017/gestores_en_salud/guiasalimentarias/hierro.pdf

Rubio, C., González, D., Martín-Izquierdo, R. E., Revert, C., Rodríguez, I. y Hardisson, A. (2007). El zinc: oligoelemento esencial. *Nutrición Hospitalaria*, 22(1), 101-107. <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/3823.pdf>

Takahashi, J. (2017). *El método japonés para vivir 100 años* (p. 42). Editorial Planeta.

Torres-Vivas, D. M. (2018). *Inclusión de la agricultura urbana sostenible en Bogotá dentro del posacuerdo colombiano. Estudio de caso: ensayo de producción técnica de lulo a escala urbana*.

Torres-Acosta, R. y Bahr-Valcarcel, P. (2004). El zinc: la chispa de la vida. *Revista Cubana de Pediatría*, 76(4). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-753120040004000008&lng=es&tlng=es

Toxqui, L., Piero, A., De Courtois, V., Bastida, S., Sánchez-Muniz, F.J. y Vaquero, M.ª P. (2010). Deficiencia y sobrecarga de hierro: implicaciones en el estado oxidativo y la salud cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*, 25(3), 350-365. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112010000300003&lng=es&tlng=es

Universidad de Harvard. (2011). *El plato para comer saludable*. https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/healthy-eating_plate/translations/spanish/#:~:text=El%20

Plato%20para%20Comer%20Saludable%2C%20creado%20por%20expertos%20en%20nutrici%C3%B3n,en%20la%20merienda%20o%20almuerzo.

Vivero, S. A., Valenzuela, B. R., Valenzuela, B. A. y Morales, G. (2019). Palta: compuestos bioactivos y sus potenciales beneficios en salud. *Revista chilena de nutrición*, 46(4), 491-498. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182019000400491>

WFP. (2019). Hunger Map 2019. Topics: Nutrition, Zero Hunger. <https://reliefweb.int/map/world/hunger-map-2019>

WFP. (2020). Hunger Map 2020. Topics: Nutrition, Zero Hunger. <https://www.wfp.org/publications/hunger-map-2020>



UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA (UNAD)

Sede Nacional José Celestino Mutis
Calle 14 Sur 14-23
PBX: 344 37 00 - 344 41 20
Bogotá, D.C., Colombia

www.unad.edu.co



978-958-651-799-7