



Aprendiendo y construyendo nuestra huerta urbana escolar

Un manual para docentes, estudiantes y unidades familiares



Aprendiendo y construyendo nuestra huerta urbana escolar

Un manual para docentes, estudiantes y unidades familiares

Blanca Aurora Arce Barboza
Deissy Carolina Malagón Guzmán
Germán David Sánchez León
César Augusto Terán Chaves

Segunda edición
Bogotá, Colombia 2016

Aprendiendo y construyendo nuestra huerta urbana escolar : un manual para docentes, estudiantes y unidades familiares. / Blanca Aurora Arce Barboza [y otros tres]. - 2 edición. -- Bogotá (Colombia) : Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), 2016.

228 páginas : ilustraciones, fotografías

Incluye referencias bibliográficas

ISBN obra impresa: 978-958-740-215-5

ISBN electrónico: 978-958-740-217-9

1. Agricultura urbana 2. Nutrición de las plantas 3. Medidas fitosanitarias 4. Capacitación para desarrollar I. Malagón Guzmán, Deissy Carolina II. Sánchez León, Germán David III. Terán Chaves, César Augusto.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agropecuaria

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
Corpoica
Centro de Investigación Tibaitatá
Kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá, Mosquera,
código postal 250047 – Colombia.

Esta publicación es resultado del proyecto de Corpoica N.º 710635519557, *Fortalecimiento de los procesos pedagógicos y de innovación tecnológica orientados a la agricultura urbana, a través de la conformación de unidades productivas demostrativas y de formación en las instituciones de educación media técnica de la sabana de occidente del departamento de Cundinamarca*, cofinanciado por Colciencias y la Gobernación de Cundinamarca con el contrato 006-2007.

Segunda edición: 2.000 ejemplares
Impreso en Bogotá, Colombia
Printed in Bogota, Colombia
Noviembre de 2016

Preparación editorial
Editorial Corpoica
editorial.corpoica@corpoica.org.co
Editora: Liliana Gaona García
Corrección de estilo: Olga Lucía Riaño
Diseño y diagramación: Oficina Asesora de Comunicaciones,
Identidad y Relaciones Corporativas // Corpoica
Impreso por: Fundación Cultural Javeriana de Artes
Gráficas - JAVEGRAF

Citación sugerida: Arce-Barbosa BA, Malgón-Guzmán DC, Sánchez-León GD, Terán-Chaves CA. 2016. Aprendiendo y construyendo nuestra huerta urbana escolar. Un manual para docentes, estudiantes y unidades familiares. Mosquera, Colombia: [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Científica.

Cláusula de responsabilidad: Corpoica no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: 018000121515
atencionalcliente@corpoica.org.co
www.corpoica.org.co



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

Contenido

Agradecimientos	15
Introducción	17
Capítulo I	
Aspectos conceptuales y teóricos	23
Aspectos conceptuales	23
La agricultura urbana y periurbana como medio de aprendizaje	24
La AUP como estrategia que promueve la seguridad alimentaria, las buenas prácticas agrícolas y el desarrollo económico local	45
Capítulo II	
Aspectos teóricos	53
Diseñemos nuestra huerta de AUP	54
Diseño y elementos generales para la implementación de huerta de AUP	54
¿Qué especies se pueden cultivar en AUP?	93
¿Cómo realizar la siembra?	106
Propagación vegetal	115
Manejo del semillero	117
Capítulo III	
Prácticas de manejo de las unidades productivas	121
Uso adecuado del agua	121
Cosecha de agua	124
Manejo de residuos	126
Aprovechamiento de los residuos sólidos reciclables	126

Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos	127
Cuidados y manejo de las unidades productivas de AUP	127
Capítulo IV	
El suelo y la nutrición vegetal	133
Fertilización: ¿cómo nutrir las plantas?	133
¿Cómo se preparan las soluciones nutritivas?	134
Aportes del suelo a la producción de las plantas	135
Principios para la conservación del suelo	137
Aumentar la cobertura de los suelos	137
Aumentar la materia orgánica del suelo	139
Aumentar la infiltración y la retención de humedad	140
Mejoramiento de la fertilidad del suelo	140
Producción de abono orgánico	142
Insumos que mejoran la nutrición de las plantas	147
Micorrizas	148
Abonos sólidos orgánicos	148
Abonos líquidos	150
Capítulo V	
Sanidad vegetal	151
Plagas y enfermedades. Prevención y control de los problemas fitosanitarios	151
¿Qué es la solarización?	153

¿Qué son las podas fitosanitarias?	154
¿Para qué son las trampas?	155
Uso de <i>Trichoderma</i> ssp.	159
Purines e hidrolatos	160
Daños causados por patógenos e insectos	163
Insumos para el manejo de plagas y enfermedades	167
Extracto, té de compost o lombricompost	168
Fermentado de yogur	168
Caldo de ceniza	168
Purín (fermentado de plantas, en especial medicinales)	169
Hidrolato (cocimiento de plantas, en especial medicinales)	169
Caldo sulfocálcico	169
Caldo bordelés	170
Capítulo VI	
Cosecha y poscosecha	175
¿Cuáles tareas son importantes?	175
¿Cuándo y cómo puedo cosechar?	177
Prácticas de cosecha	180
Desprender la fruta cuidadosamente para evitar daños	180
¿Qué herramientas requiero para cosechar?	181
Recipientes de cosecha	182

Capítulo VII	
¿Cómo la AUP promueve formas de organización en la comunidad?	183
Recomendaciones	185
Aspectos prácticos	185
Costos e insumos por unidad productiva	186
Monitoreo de las unidades productivas	192
Autores	199
Referencias	201
Glosario de términos	215

Índice de figuras

Figura 1	Módulo AUP Tibaitatá	25
Figura 2	Módulo AUP Obonuco	26
Figura 3	Módulo AUP Turipaná	27
Figura 4	Unidades productivas de agricultura urbana y periurbana	28
Figura 5	Diagrama del enfoque funcional en AUP	29
Figura 6	Módulo demostrativo de agricultura urbana y periurbana, CI Tibaitatá	31
Figura 7	Unidad productiva institución educativa distrital (IED), Facatativá, Cundinamarca	31
Figura 8	Capacitación a estudiantes	33
Figura 9	Capacitación a unidades familiares	34
Figura 10	Diagrama conceptual del plan de capacitación	35
Figura 11	Diagrama conceptual AUP como sistema	48
Figura 12	Institución educativa distrital (IED) San Ramón, municipio de Funza, Cundinamarca	49
Figura 13	Institución educativa distrital (IED), Facatativá, Cundinamarca	60
Figura 14	Institución educativa distrital (IED) San Ramón, Funza, Cundinamarca	108
Figura 15	Semilleros institución educativa distrital (IED), Facatativá, Cundinamarca	109
Figura 16	Modelo de semillero productores urbanos localidad de Bosa, Bogotá	109
Figura 17	Riego del cultivo. Institución educativa distrital (IED) José María Obando, El Rosal, Cundinamarca	122

Figura 18	Cosecha. Institución educativa distrital (IED), Facatativá, Cundinamarca	128
Figura 19	Diagrama de rotación de cultivos	131
Figura 20	Mezcla de sustrato en unidades familiares	139
Figura 21	Preparación del suelo en huerta escolar urbana. Institución educativa distrital (IED), Facatativá, Cundinamarca	141
Figura 22	Interacción planta-patógeno-ambiente	152

Índice de tablas

Tabla 1	Descripción, objetivos y actividades del taller 1	38
Tabla 2	Descripción, objetivos y actividades del taller 2	39
Tabla 3	Descripción, objetivos y actividades del taller 3	40
Tabla 4	Descripción, objetivos y actividades del taller 4	41
Tabla 5	Descripción, objetivos y actividades del taller 5	42
Tabla 6	Descripción, objetivos y actividades del taller 6	43
Tabla 7	Descripción, objetivos y actividades del taller 7	44
Tabla 8	Herramientas que se requieren en la huerta	55
Tabla 9	Propiedades aproximadas de algunos tipos de sustratos	63
Tabla 10	Materiales para la elaboración de contenedores	66
Tabla 11	Botellas plásticas como contenedores	68
Tabla 12	Adecuación de botellas plásticas para siembra	69
Tabla 13	Adecuación de botellas plásticas como contenedores	70
Tabla 14	Canecas como contenedor	71
Tabla 15	Camas plásticas como contenedor	72
Tabla 16	Camas plásticas para siembra	73
Tabla 17	Tubulares como contenedor	75
Tabla 18	Tubulares para siembra	76
Tabla 19	Cojines en plástico como contenedor	78
Tabla 20	Cojines en plástico para la siembra	79

Tabla 21	Cortinas en geotextil como contenedor	80
Tabla 22	Cortinas en geotextil para la siembra	81
Tabla 23	Materiales y características de la pirámide escalonada	83
Tabla 24	Materiales y características del pórtico para tubulares	84
Tabla 25	Materiales y características de la estructura en malla	85
Tabla 26	Materiales y características del mesón de canaletas	86
Tabla 27	Materiales y características de los mesones ergonómicos	88
Tabla 28	Proceso construcción de los mesones ergonómicos	89
Tabla 29	Materiales y características de la ventana de hierro	91
Tabla 30	Materiales y características de las lechugas flotantes	92
Tabla 31	Principales características de los cultivos de clima frío que se pueden establecer en AUP	94
Tabla 32	Principales características de los cultivos de clima cálido que se pueden establecer en AUP	101
Tabla 33	Efectos de las asociaciones de los cultivos en AUP	112
Tabla 34	Materiales requeridos para implementar un semillero	118
Tabla 35	Materiales requeridos para realizar la cosecha de agua	125
Tabla 36	Soluciones para la preparación de fertilizantes de sistemas hidropónicos	134
Tabla 37	Efectos de la fertilización sobre las plantas en AUP	135
Tabla 38	Materiales recomendados y no recomendados para compostar	146

Tabla 39	Algunos insumos utilizados en nutrición de plantas de cultivo en la AUP	147
Tabla 40	Criterios para la aplicación de abonos sólidos orgánicos	148
Tabla 41	Materiales básicos para solarizar los sustratos	153
Tabla 42	Materiales básicos para realizar podas fitosanitarias	155
Tabla 43	Materiales básicos para realizar trampas	156
Tabla 44	Materiales básicos para realizar trampas con feromonas	157
Tabla 45	Materiales básicos para realizar trampas alimenticias	158
Tabla 46	Materiales básicos para preparar una solución con <i>Trichoderma</i> spp.	159
Tabla 47	Materiales básicos para preparar una solución con purín de ají	161
Tabla 48	Materiales básicos para preparar un hidrolato de tabaco y pronto alivio	162
Tabla 49	Síntomas de agentes causantes de enfermedad	165
Tabla 50	Usos, dosis y recomendaciones de aplicación de los biopreparados	170
Tabla 51	Plantas que se pueden utilizar en la preparación de purines e hidrolatos	173
Tabla 52	Índice de madurez y de cosecha de algunas hortalizas	178
Tabla 53	Implementos básicos para realizar la cosecha de los productos de la huerta	181
Tabla 54	VARIABLES QUE DETERMINAN EL COSTO DE LAS ESTRUCTURAS	186
Tabla 55	Costos e insumos por estructura	189



Agradecimientos

Agradecemos de manera especial a Colciencias, a la Gobernación de Cundinamarca, al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y a todas aquellas familias y personas que participaron en el desarrollo de sus propios huertos urbanos familiares, con lo que contribuyeron a la seguridad alimentaria de sus familias y su ciudad.

En su primera edición, la elaboración de este manual fue apoyada por Colciencias y la Gobernación de Cundinamarca, entidades que financiaron el proyecto piloto del Centro de Investigación (CI) Tibaitatá para el fortalecimiento de los procesos pedagógicos y de innovación tecnológica orientados a la agricultura urbana. Como resultado de ese programa, se publicó la edición que reunió la información atinente a la conformación e implementación de unidades productivas demostrativas y de formación en las instituciones de educación media técnica en la sabana de occidente del departamento de Cundinamarca, tales como la Institución Educativa Departamental Policarpa Salavarrieta, del municipio de Facatativá; la Institución Educativa Departamental Técnico Agropecuaria San Ramón, del municipio de Funza; y la Institución Educativa Departamental José María Obando, del municipio El Rosal. De la experiencia, se compiló lo referente a la conformación e implementación de unidades productivas familiares de influencia de las instituciones educativas.

La gran aceptación de la primera edición, publicada en marzo de 2012 y reimpresa en junio de 2013, nos estimuló para realizar esta segunda edición, que incluye los resultados de un proyecto de capacitación efectuado en 2014, financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), en el que se generó un programa de capacitación para agricultura urbana y periurbana (AUP) y surgieron nuevas tecnologías implementadas en agricultura urbana de acuerdo con el enfoque de la agricultura vertical. También se muestran las contribuciones de la AUP a la seguridad alimentaria, la adaptación al



cambio climático y el desarrollo sostenible. Las tecnologías se implementaron en módulos demostrativos de Corpoica para clima frío (CI Tibaitatá en Mosquera, Cundinamarca, y CI Obonuco en Pasto, Nariño) y clima caliente (CI Turipaná en Cereté, Córdoba), los cuales permiten transferir conocimientos acerca de tecnologías adaptadas a espacios limitados (producción en solares, patios y microhuertas familiares).

En esta segunda edición del manual, agradecemos la intervención del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y, en especial, del equipo técnico que participó en diferentes aspectos del desarrollo del proyecto y de sus actividades, lo que permitió obtener resultados que se ven plasmados en la obra, sobre todo con respecto a la experiencia de implementación de las unidades productivas en otros CI de Corpoica y al fortalecimiento del módulo del CI Tibaitatá.

El equipo contó con el apoyo de los expertos: Jeimy Jiménez, Jorge Mario Fandiño y la destacada colaboración de William Melo y Darío Mora del CI Tibaitatá (Mosquera); Nora Jiménez, Liliana Grandett y Sixto González del CI Turipaná (Montería) y Margaret Pasquini, Adriana Carrillo y Jaime López del CI Obonuco (Pasto).

Introducción

La inseguridad alimentaria urbana —entendida como la falta de medios que permiten a los habitantes de un territorio determinado el acceso a alimentos inocuos, de calidad y en la cantidad y momento oportunos— así como la malnutrición están aumentando debido al incremento de la urbanización y a la inequidad en la repartición de los bienes en zonas urbanas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2011).

En Colombia, según las cifras del DANE obtenidas en el censo de 2005, una gran parte de la población de las zonas urbanas no tiene acceso a alimentos que proporcionen los nutrientes mínimos para un adecuado desarrollo de las personas. El cambio climático agrava el problema, ya que los pobres de las zonas en cuestión son los más vulnerables a los efectos de dichas variaciones. Por otra parte, la expansión de la urbe lleva a la pérdida de áreas de producción de alimentos en la periferia de las ciudades, a un incremento de la demanda de agua para consumo humano y para distintos usos, y al aumento de los residuos sólidos y líquidos, por mencionar solo algunos problemas (Arce y Malagón 2015).

En los próximos años, el cambio climático generará amenazas e impactos concretos que implican, entre otras, una alteración en los promedios multi-anales de precipitaciones, las cuales tendrán impactos contrastantes en los diferentes países de acuerdo con su ubicación: puede haber menor disponibilidad y escasez de agua, o se puede presentar un incremento en los cuerpos de agua lo que generaría inundaciones y deslaves y, consecuentemente, pérdida de la aptitud de los suelos para el establecimiento de cultivos.

Del mismo modo, el aumento de la temperatura promedio podrá disminuir el rendimiento de muchos cultivos debido al estrés térmico e hídrico; se acortarán los periodos de crecimiento y se aumentará la presencia de plagas y enfermedades,



lo que afectará la disponibilidad de alimentos y, por tanto, la calidad de vida de la población, que migrará a zonas más confortables (Alto Comisionado las Naciones Unidas para los Refugiados 2008; Fernández 2013).

En la actualidad, más de la mitad de la población mundial vive en zonas urbanas. Se estima que para 2050 la población urbana en el mundo corresponderá al 66% del total, como resultado de la migración desde zonas rurales y por el crecimiento del número de habitantes (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales 2014).

En Colombia, de los 45.888.592 habitantes, 38.886.602 (es decir, el 74,3% de la población) residen en las cabeceras municipales y distritales, y 11.001.990 (es decir, el 25,7%) en zonas rurales, según el Censo General de 2005 efectuado por el DANE (Colombia 2009). Los habitantes de zona rurales emigran a las ciudades en busca de oportunidades de desarrollo personal y laboral o, además, por el desplazamiento forzado por violencia o fenómenos naturales extremos que obligan a iniciar la búsqueda de espacios para vivir y de actividades que permitan el sustento (Leandro 2013). El 93% de la población desplazada en Colombia lo ha hecho hacia áreas urbanas.

Vale anotar que, durante la última década, el país ha experimentado un intenso proceso de migración desde zonas rurales. Bogotá cuenta con unos siete millones de habitantes, cifra que incluye el mayor número de inmigrantes y desplazados internos del país (alberga a 270.000 desplazados internos) (Albuja y Ceballos 2010).

Es importante entender el desplazamiento forzado hacia las ciudades en el contexto de la migración rural-urbana para ofrecer una mejor respuesta a los afectados, así como para optimar la política y planificación urbanas para

desplazados, migrantes y comunidades locales, con el fin de sumar esfuerzos que garanticen la seguridad alimentaria, entendida como el acceso físico y económico a comestibles inocuos y completos que satisfagan las necesidades nutricionales y que permita una vida activa y sana a todas las habitantes de una región (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2006b). En consecuencia, la realidad descrita implica dificultades en materia de planificación sostenible, que incluyen el acceso de las personas a educación, a la atención en salud, vivienda y otros servicios, en especial para los más pobres, lo que representa un gran reto social (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales 2014).

En concordancia con lo anterior, la horticultura urbana y periurbana (HUP) como alternativa de producción ha tomado mucho auge en los últimos años. La HUP hace referencia tanto a la producción de cultivos hortícolas, de aromáticas y ornamentales como a la cría de animales en pequeñas superficies (por ejemplo, en solares, márgenes, terrazas, recipientes, azoteas, microhuertas) situadas dentro o alrededor de una ciudad. Los resultados de la actividad están destinados al consumo propio, a la venta en mercados locales o a la explotación semiintensiva y al posterior comercio de los productos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 1999) que suelen faltar en la alimentación de las familias de escasos ingresos. Las huertas urbanas, aparte de ofrecer oportunidad de trabajo y capacitación de mano de obra ociosa en las comunidades, garantizan el acceso a alimentos limpios e incentivan el cooperativismo y la difusión de la conciencia ecológica y la educación ambiental (Dimuro y De Manuel 2011). Además, debido a que muchas personas que habitan zonas urbanas y periurbanas tienen un pasado agrícola por haber sido criados en zonas rurales, la práctica permite recordar vivencias y tener un sentido de satisfacción (Mesa 2006).



Por su parte, la agricultura urbana y periurbana (AUP) es una estrategia de lucha contra la pobreza, que aporta en la seguridad alimentaria la generación de ingresos complementarios, la mejora ambiental urbana y el fortalecimiento del tejido social. Complementa a la agricultura rural en la provisión de alimentos y productos sanos e inocuos para la población urbana. La gestión de la AUP, en una visión integrada con la agricultura rural, contribuye al desarrollo sostenible de la ciudad y su entorno regional, porque optimiza el uso de los recursos naturales, mejora la calidad ambiental (aire, agua, gestión de residuos sólidos) y proporciona espacios verdes de recreación (IPES - Promoción del Desarrollo Sostenible 2007; Izquierdo et al. 2007; Mesa 2006).

En el ámbito mundial, 800 millones de residentes urbanos están involucrados en agricultura urbana y periurbana y de ellos 200 millones producen para el mercado. En América Latina los productores se estiman en 230 millones (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2010). En Colombia la AUP es una actividad productiva, acogida en diferentes círculos socioeconómicos, que cuenta con el apoyo de algunas instituciones gubernamentales y no gubernamentales.

En la ciudad de Bogotá se ha contado con el respaldo de programas impulsados por la Alcaldía Mayor de Bogotá, el Jardín Botánico José Celestino Mutis, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Secretaría Distrital de Salud, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) entre otros (Mosquera 2009). Actualmente no se cuentan con datos oficiales con relación al número unidades productivas en áreas urbanas activas, ni del número de personas que se benefician de esta actividad. Según datos del Jardín Botánico (2008), entre el 2004 y el 2008 se capacitaron más de 41.000 personas que conformaron 149 nudos productivos en la ciudad de Bogotá.

En ese contexto, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), en cumplimiento de su propósito de dar soluciones tecnológicas para el campo colombiano, impulsa la temática de agricultura urbana y periurbana (AUP) con el objetivo de investigar, promover la innovación y desarrollar la agricultura dentro y alrededor de las ciudades, y generar tecnología adaptada a medios urbanos y periurbanos según las premisas de:

- Contribuir a mejorar la seguridad alimentaria, proporcionar una nutrición más adecuada y generar ingresos más altos para las familias urbanas y periurbanas pobres.
- Reducir las posibles consecuencias negativas ocasionadas al medio por el ejercicio de la agricultura urbana y realzar el potencial positivo de la agricultura sobre el entorno.
- Promover la imagen de la agricultura urbana y periurbana (AUP) como un componente productivo y esencial en la sostenibilidad de las ciudades.

Aprendiendo y construyendo nuestra huerta urbana: un manual para docentes, estudiantes y unidades familiares es un texto instructivo en producción de hortalizas, elaborado por Corpoica como producto de las experiencias obtenidas en la conformación de unidades productivas demostrativas y de formación en las instituciones de educación media técnica en la sabana de occidente del departamento de Cundinamarca y en el Centro de Investigación de Tibaitatá-Corpoica.

El manual permite la difusión de tecnologías apropiadas para la producción de hortalizas, aromáticas y plantas medicinales de consumo familiar en pequeñas superficies de terreno, de manera que estudiantes, docentes y sus respectivas familias puedan lograr una mejor alimentación y mejores ingresos mediante el trabajo conjunto y organizacional en la producción de hortalizas.



Con el propósito de seguir promoviendo la autogestión productiva, Corpoica —mediante el uso más eficiente de módulos demostrativos que permitan transferir conocimientos acerca de tecnologías adaptadas a espacios limitados, así como la producción en solares, patios y microhuertas familiares en espacios periurbanos— viene estableciendo unidades productivas de hortalizas y aromáticas con enfoque de sostenibilidad para el desarrollo y la promoción de la producción hortícola limpia en zonas ubicadas dentro (intraurbana) o en la periferia (periurbana) de una ciudad. Así mismo, desarrolla módulos demostrativos para climas frío y caliente, que posibilitan transferir conocimientos acerca de tecnologías adaptadas a espacios limitados.

El objetivo de esta segunda edición, entonces, es difundir los diferentes modelos de producción en una huerta urbana, distribuidos en huerta en el suelo y huerta vertical, desde el diseño de los módulos hasta el manejo limpio de la producción, según un enfoque ergonómico, para facilidad de los diferentes usuarios. Son módulos eficientes y sencillos de montar, que ocupan poco espacio y que se pueden instalar en paredes, ventanas, terrazas, pilares, mesones, porterías, recipientes como botellas de plástico, canecas, bolsas de plásticos, etc. Además, permiten una alternativa de salud ambiental y no solo optimizan el espacio y los bioinsumos, como los desperdicios orgánicos, sino que, en adición, se generan alimentos sanos.

Los módulos permiten capacitar a los actores claves y a los beneficiarios de la horticultura urbana y periurbana, quienes entienden la necesidad de desarrollar y promover unidades productivas con un enfoque de seguridad alimentaria y generación de ingresos familiares, empleo y la gestión de los desechos con el fin de cimentar ciudades sostenibles y lograr la organización y el bienestar de la comunidad mediante estilos de vida saludables (Arce y Malagón 2015).

Aspectos conceptuales y teóricos

Esta sección presenta una visión general de los lineamientos, principios y conceptos que permiten entender: qué es la AUP, por qué la AUP y qué se debe tener en cuenta para implementar una huerta bajo ese enfoque. Por tanto, son básicos para la planeación e implementación de huertos como parte de los procesos de aprendizaje de los centros educativos y su comunidad como son docentes, estudiantes y sus familias.

Aspectos conceptuales

Se describen algunas características que sustentan la implementación de la agricultura urbana y periurbana y los principios que la apoyan. Basadas en la exposición de conceptos por instituciones que han venido trabajando e impulsando esta temática en la región, como respuesta a situaciones que afrontan los habitantes urbanos y periurbanos en relación al acceso y disponibilidad a alimentos de calidad y valor nutricional.



La agricultura urbana y periurbana como medio de aprendizaje

La implementación de huertos bajo el enfoque de agricultura urbana y periurbana involucra aspectos desde su planeación que requiere la participación activa de la comunidad educativa. Se inicia con la selección de las personas que van a actuar en cada proceso, lo cual requiere la selección de personas que puedan dirigir grupos y el acompañamiento de técnicos que las promuevan por medio de talleres. Luego, deben ser partícipes de la fase de diseño, en la cual se realiza un inventario de los recursos disponibles, como son: el terreno, la mano de obra, los insumos requeridos para la producción, y el uso y reutilización de elementos para la elaboración de contenedores y estructuras verticales, determinar cómo se hará la disposición de residuos y el proceso de compostaje. Durante la implementación, se ponen en práctica conocimientos del área de ciencias sociales, naturales, matemáticas y química, en los cuales los estudiantes de diferentes grados pueden poner en práctica lo que aprenden en el salón como conteo, operaciones matemáticas, teoría de conjuntos, soluciones químicas, biología de la semilla y crecimiento y desarrollo de las plantas, conceptos de tiempo, así como el desarrollo de habilidades de liderazgo y comunicación, gestión empresarial, conceptos de economía como producción, rentabilidad, costos/beneficio, entre otros.

Proyecto piloto de agricultura urbana y periurbana en Corpoica

Corpoica, dado su objetivo misional de generar y transferir conocimientos científicos y brindar soluciones tecnológicas mediante la investigación y la innovación en servicios y productos para el sector agropecuario colombiano, ha venido trabajando en aspectos de agricultura urbana y periurbana (AUP) con la finalidad de investigar y desarrollar esquemas pertinentes dentro y alrededor de las zonas en cuestión.

La AUP se promueve como una estrategia multifuncional que contribuye a la seguridad alimentaria, al desarrollo sostenible y a la construcción de tejido social, además de facilitar el camino hacia una cultura ambiental, que amplíe su campo de acción al extenderse a espacios tradicionalmente rurales que empiezan a enfrentar al crecimiento de las urbes (Arce y Prain 2005).

El florecimiento de la temática de AUP en Corpoica se inicia en 2006, a partir del desarrollo del proyecto "Fortalecimiento de los procesos pedagógicos y de innovación tecnológica orientados a la agricultura urbana, a través de la conformación de unidades productivas demostrativas y de formación en las instituciones de educación media técnica de la sabana de occidente del departamento de Cundinamarca", cofinanciado por Colciencias y la Gobernación de Cundinamarca.

En ese marco, se implementaron módulos prácticos demostrativos y de capacitación para docentes, estudiantes y sus familias, en los que se contemplaron experiencias exitosas para ser replicadas con diversas adaptaciones a casos específicos, como parte de la estrategia operativa y de planificación para utilizar. Paralelo a ello, se implementó el módulo demostrativo, pedagógico y de capacitación en agricultura urbana y periurbana, ubicado en el CI Tibaitatá en Mosquera (Cundinamarca) (figura 1).



Foto: Autores

Figura 1. Módulo AUP Tibaitatá.

En el año 2014 se amplió el proyecto a zonas estratégicas de interés, a través de la puesta en marcha de módulos demostrativos, pedagógicos y de capacitación en sistemas de producción limpia de hortalizas y aromáticas de climas frío y



cálido en los CI Obonuco, en el municipio de Pasto (Nariño), y CI Turipaná, en Montería (Córdoba), respectivamente (figuras 2 y 3). En estas unidades se aplicaron técnicas para la producción en espacios limitados, de acuerdo con la observación del entorno, a través del reconocimiento de sistemas de producción según un enfoque participativo.

Con el objetivo de evaluar y sistematizar los modelos tecnológicos de producción limpia de hortalizas y aromáticas, el trabajo inició con un diagnóstico rápido participativo, un diseño agronómico y, finalmente, un seguimiento y monitoreo.

Teniendo en cuenta la funcionalidad demostrativa y de capacitación de los módulos implementados, se desarrollaron actividades orientadas a la capacitación de asistentes técnicos y personas interesadas en el tema, como aquellas vinculadas a centros de investigación, instituciones gubernamentales, universidades, colegios y asociaciones de productores. Estas capacitaciones permitieron promover la adopción de sistemas de producción limpia de hortalizas y aromáticas que contribuyen al mejoramiento de las condiciones alimenticias de familias que habitan en zonas urbanas y periurbanas.

Con base en estos adelantos de la Corporación, se consolidaron experiencias exitosas llevadas a cabo en la ciudad que podían ser replicadas con diversas adaptaciones a casos específicos, como parte de las estrategias operativas y de planificación que se utilizarían, lo que será descrito en este manual.

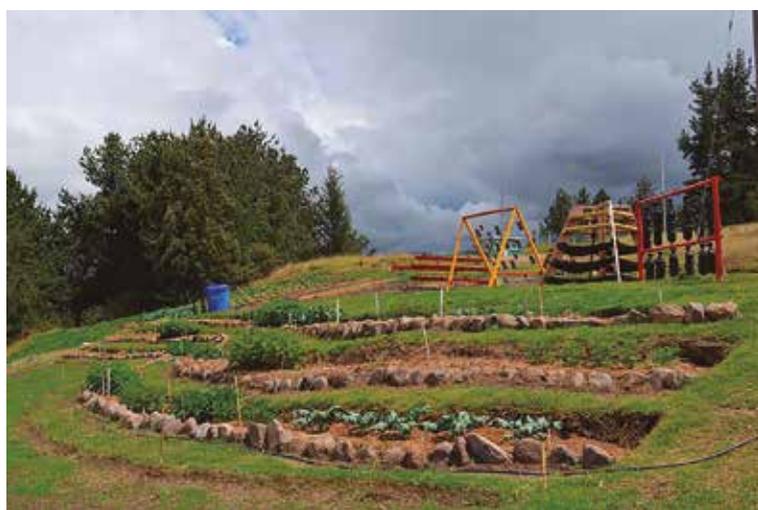


Foto: Autores

Figura 2. Módulo AUP Obonuco.



Foto: Aurores

Figura 3. Módulo AUP Turipaná.

**Acompañado de Chiqui y Juanita
aprenderás a desarrollar una huerta urbana, ya sea en el
colegio o en la casa. Ellos te darán consejos prácticos para
que puedas tener buenos resultados y llegues a ser todo un
agricultor urbano.**

¡Hola! Chiqui y yo
te enseñaremos cómo
hacer tu huerta.



¡Listo,
comencemos
Juanita!





¿Qué es la agricultura urbana y periurbana?

La agricultura urbana y periurbana (AUP) es una actividad multifuncional y multicomponente que incluye la producción y/o transformación inocua de especies agrícolas (hortalizas, frutales, plantas medicinales, etc.) y la crianza de animales menores para el autoconsumo o la comercialización en áreas situadas dentro de los límites de las ciudades (agricultura urbana) y en los perímetros de las mismas (agricultura periurbana). La AUP aprovecha en forma eficiente y sostenible los recursos e insumos locales (suelo, agua, residuos, mano de obra, entre otros) por medio del reciclaje de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, construyendo tejido social (figura 4). En el ejercicio de la AUP, al haber intercambio de saberes entre técnicos y agricultores urbanos, y permitir la participación de mujeres, ancianos y niños, entre otros, se genera un proceso de respeto a los saberes y conocimientos locales, se promueve la equidad de género y el desarrollo de procesos participativos y la coexistencia de tecnologías apropiadas y adaptadas, que en conjunto pueden contribuir a mejorar la calidad de vida de la población urbana y la gestión urbana, social y ambiental para ciudades sustentables (IPES - Promoción del Desarrollo Sostenible 2006)



Foto: Autores

Figura 4. Unidades productivas de agricultura urbana y periurbana.

La AUP contribuye a la conservación de la biodiversidad, no solo de especies alimenticias y ornamentales, también de arbóreas nativas o frutales, que, a su vez, brindan hábitat o alimento para las aves y los insectos (Santandreu et al. 2002), ofrecen espacios estéticos, recreativos, de enseñanza, amortiguan el ruido, controlan la intensidad de la luz, refrescan el aire (Comisión Nacional Forestal 2010), mejoran el aire, el agua y los recursos del suelo al absorber contaminantes, incrementan las áreas de captación y almacenamiento de agua y estabilizan los suelos. Actúan como amortiguadores de la temperatura —al dar sombra en el verano y detener los vientos en el invierno—, además de reducir los niveles de CO₂ y proporcionar hábitat para la fauna silvestre. Los beneficios económicos incluyen madera, frutos, así como una variedad de productos forestales no maderables, tales como artículos artesanales y miel de abejas (Sorensen et al. 1998).

Enfoque multifuncional

La AUP contribuye a la resolución de diferentes temas o problemáticas urbanas que comprenden desde la reducción de la pobreza y el fortalecimiento del crecimiento personal hasta el mejoramiento del ambiente urbano, el desarrollo social participativo, la instauración del ordenamiento territorial y la seguridad alimentaria y nutricional, lo que permite construir una ciudad ecológica, productiva y con seguridad alimentaria (figura 5) (Prain et al. 2011).

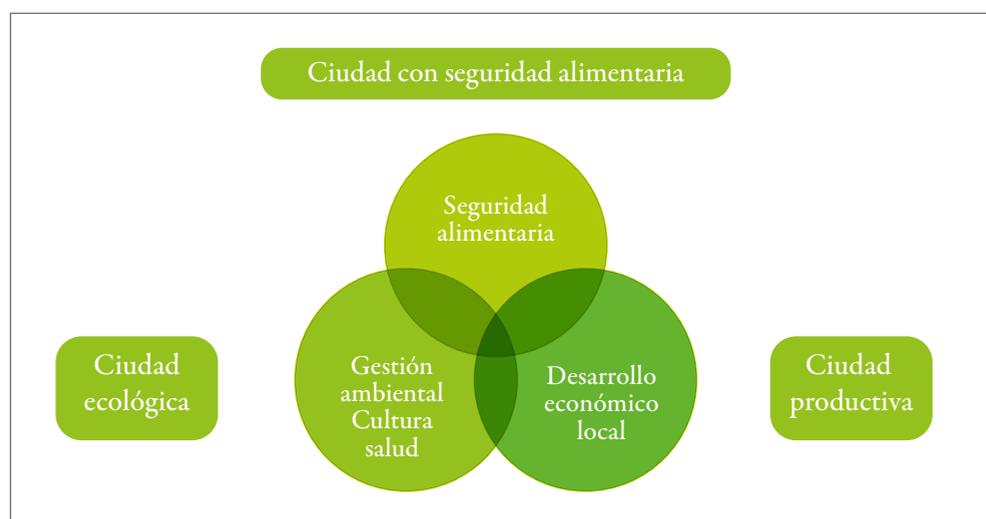


Figura 5. Diagrama del enfoque funcional en AUP.

Fuente: Elaboración propia



En términos de desarrollo social, la AUP puede contribuir a la seguridad alimentaria y nutricional, a la consolidación de una cultura ciudadana que permita combatir la pobreza —especialmente en sectores marginales—, a la promoción del intercambio de saberes y al diálogo intergeneracional, a la construcción y fortalecimiento de tejido social, a la vez que ofrece una alternativa de reconocimiento social y de oportunidad laboral para la población vulnerable, que podría desempeñar un papel importante en el desarrollo de las ciudades.

Ten en cuenta:

La agricultura urbana y periurbana ofrece diferentes puntos de encuentro para concertar el proceso de gestión urbana sostenible. Dentro de este panorama, puedes encontrar espacios donde la práctica agrícola favorece de manera específica el mantenimiento y la mejora del medio ambiente.



¿Qué son las huertas escolares?

Las huertas escolares son zonas cultivadas en las escuelas o cerca de ellas, en las que la comunidad educativa desarrolla labores pertinentes: alumnos, docentes y sus familias. Suelen producir hortalizas y frutas, incluir actividades de cría de animales y pesca en pequeña escala, apicultura, siembra de plantas ornamentales y de sombra, así como producción de alimentos básicos en pequeña escala (figura 6). La existencia de los huertos escolares obedece a diversas razones, como son la promoción de una buena alimentación, la educación nutricional y el fomento de técnicas de subsistencia, junto con la posibilidad de ampliar de diversas maneras el aprendizaje más allá del aula (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2010).



Foto: Autores

Figura 6. Módulo demostrativo de agricultura urbana y periurbana, CI Tibaitatá.

Unidades productivas de agricultura urbana y periurbana como espacio educativo

Por lo general, se considera que en las instituciones educativas solo se aprende dentro de los salones de clase, pero desde hace un tiempo atrás se ha evidenciado que el entorno general académico y social afecta el desarrollo de niños y jóvenes (figura 7).



Foto: Autores

Figura 7. Unidad productiva institución educativa distrital (IED), Facatativá, Cundinamarca.



De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2010), los espacios o áreas agrícolas disponibles dentro de las instituciones educativas logran:

- Enseñar a los niños la manera de obtener diversos alimentos (hortalizas, frutas, legumbres o pequeños animales) y hacerlo enfocados en una buena alimentación.
- Demostrar a los niños y a sus familias cómo ampliar y mejorar la alimentación con productos cultivados en casa.
- Fomentar en los niños el consumo de frutas y hortalizas.
- Reforzar los almuerzos escolares con hortalizas y frutas ricas en micronutrientes.
- Promover o restablecer los conocimientos hortícolas en las economías dependientes de la agricultura.
- Fomentar la capacidad empresarial en el ámbito de la horticultura comercial.
- Aumentar la sensibilización sobre la necesidad de proteger el medio ambiente y conservar el suelo.

Así, las unidades productivas de AUP en instituciones educativas se convierten en una estrategia importante de aprendizaje interactivo e integral para los estudiantes. Por este motivo, se pretende hacer una recopilación de las experiencias logradas y presentarlas de manera práctica y didáctica, de modo tal que constituyan una herramienta tanto para educadores en AUP como para estudiantes y la implementación de huertos de AUP en las casas de familia, con la participación activa de niños, jóvenes y principiantes en el tema.

A continuación, se presentan algunos de los conceptos metodológicos, pedagógicos y técnicos que hacen parte de este desarrollo teórico-práctico.

Metodología.

¿Cómo aprendemos sobre agricultura urbana y periurbana?

Aprender haciendo (Carballo 2006) se puede definir como una de las metodologías más reconocidas para combinar la educación teórica con el aprendizaje en campo y su aplicación. Esta metodología es fundamental para interiorizar y entender lo aprendido en agricultura urbana y periurbana (Antunes 2000; Arce et al. 2006).

Con base en los resultados del proyecto que nos ocupa, se han generado formas de aprender haciendo que resultarán interesantes, relevantes y útiles para docentes, estudiantes, familias y personas que realicen asistencia técnica en AUP. Esta metodología, que se ha empleado en los talleres participativos, permite enseñar las cosas en forma práctica y con experiencias reales ayuda a resolver problemas de una forma más rápida y efectiva (figura 8).

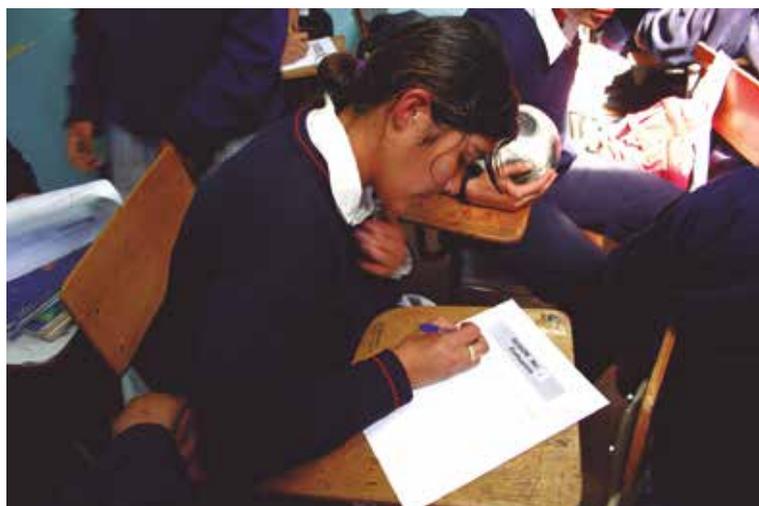


Foto: Autores

Figura 8. Capacitación a estudiantes.

Los talleres participativos se deben enfocar en la construcción colectiva de los conceptos y las prácticas de AUP, para lograr una mayor apropiación por parte de los asistentes. Cada uno de ellos se debe definir según criterios de la ciencia y tecnología en AUP, por tanto, los contenidos deben estar agrupados en dos ejes temáticos: 1. prácticas de manejo en la fase productiva de los sistemas de producción limpia de hortalizas y aromáticas en microhuertas familiares y espacios reducidos; y 2. prácticas de manejo en etapas de cosecha y poscosecha (Rodríguez 2005; Ruiz y Seija 2008). Cada parte del taller debe contar con una sesión de plenaria para reflexionar sobre lo aprendido.

Se deben implementar estrategias de profundización técnico-prácticas con los docentes, estudiantes y sus familias durante el proceso de montaje de infraestructuras de AUP y de acompañamiento, de manera que puedan comunicar permanentemente al equipo técnico dudas, progresos y experimentos con los



módulos de cultivos, para obtener resultados positivos, que se reflejen en la apropiación del proceso, la productividad durante la implementación de los módulos de AUP y los niveles positivos de satisfacción de todos los involucrados (Rodríguez 2005; Ruiz y Seija 2008) (figura 9).



Foto: Autores

Figura 9. Capacitación a unidades familiares.

Componentes y ejes de la metodología de capacitación

La estructura que se presenta para implementar el plan de capacitación en agricultura urbana y periurbana (AUP), se basa en las metodologías que han sido empleadas en los talleres desarrollados como parte de los proyectos en Corpoica.

Se deben exponer los argumentos más relevantes para el establecimiento de la AUP en relación con la seguridad alimentaria. De igual modo, hay que desarrollar el concepto de AUP según el enfoque de teoría general de sistemas.

El plan se estructura con base en metodologías pedagógicas, para lo cual en cada uno de los temas que lo componen se deben presentar: 1. argumentos técnicos; 2. materiales (diagramados); y 3. procedimiento.

Los componentes del plan de capacitación se agrupan en tres ejes clave:

- Eje de ciencia y tecnología
- Eje de producción y comercialización
- Eje de economía solidaria.

El plan de capacitación desarrollado (figura 10) tuvo en cuenta siete componentes, cuyos fundamentos fueron impartidos de manera similar a docentes, estudiantes y unidades familiares:

1. Marco conceptual según el enfoque de AUP, buenas prácticas agrícolas (BPA) y sus aspectos sociales
2. Técnicas de cultivo de AUP
3. Cosecha y manejo poscosecha —valor agregado—
4. Canales de comercialización
5. Valor agregado
6. Organización social
7. Gestión y desarrollo empresarial

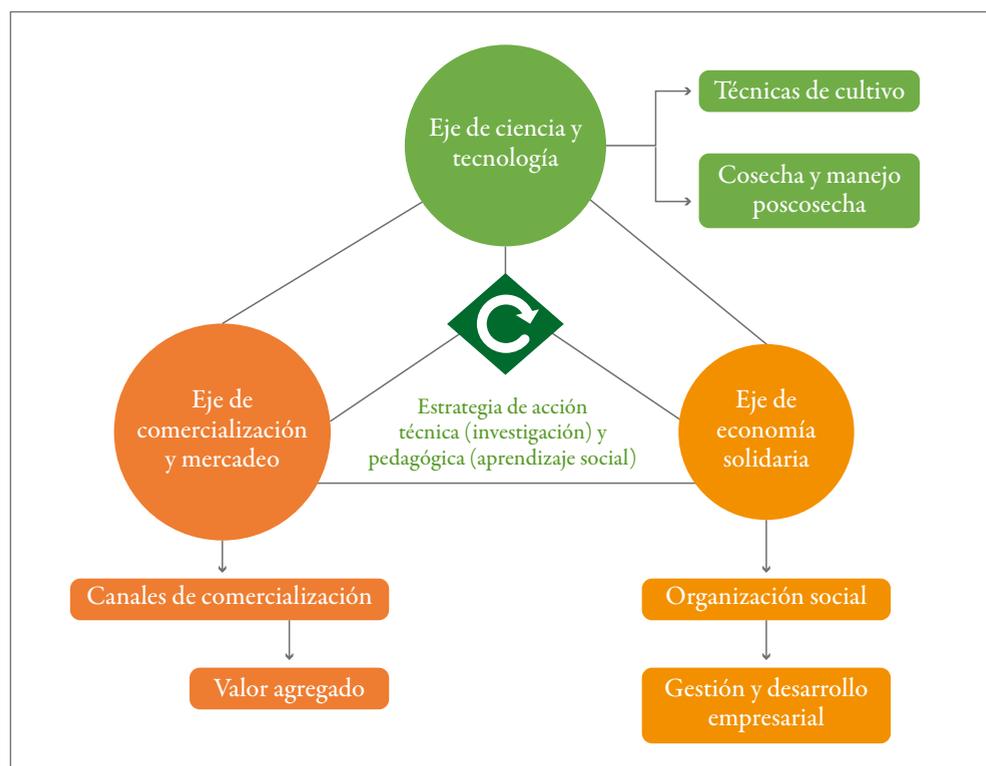


Figura 10. Diagrama conceptual del plan de capacitación.

Fuente: Elaboración propia



Recuerda:

Cada uno de los ejes en sus componentes está directamente relacionado con los modelos de cultivos desarrollados con la estrategia de AUP y sustentado por la ciencia y la tecnología.

Los ejes claves que conforman la capacitación con sus respectivos componentes se describen así:

- Eje de ciencia y tecnología
Objetivo: Fortalecer los procesos pedagógicos y de innovación tecnológica en las instituciones de educación media técnica.
Componentes:
 - a. Técnicas de cultivo
 - b. Cosecha y manejo poscosecha
- Eje de comercialización y mercadeo
Objetivo: Orientar acciones que permitan generar canales de comercialización de excedentes a través del valor agregado de productos.
Componentes:
 - a. Canales de comercialización
 - b. Valor agregado
- Eje de economía solidaria
Objetivo: Promover el sentido de responsabilidad social de las instituciones educativas hacia una producción agropecuaria social eficiente y su inserción en cadenas de producción.
Componentes:
 - a. Organización social
 - b. Gestión y desarrollo empresarial

En consecuencia, la interacción con la producción agropecuaria de las instituciones educativas es la estrategia de acción técnica (investigación) y pedagógica (docencia).

Para facilitar el entendimiento del modelo de capacitación en AUP, se presentan los contenidos de los talleres que se pueden realizar en el marco de un programa de capacitación en agricultura urbana y periurbana. En este mismo sentido, en el capítulo 4 se exponen diversos conceptos técnicos que enriquecerán el desarrollo de los talleres y que es básico estudiar antes de la realización de estos y de las prácticas que los componen.

En el capítulo 5 se explican diversas prácticas que se pueden llevar a cabo para la construcción de contenedores en AUP y la adecuación de espacios requerida para establecer una huerta familiar o escolar, así como un análisis general de los costos en los que se pueden incurrir al establecer una huerta familiar o escolar de AUP; además, se proporcionan algunos modelos de formatos requeridos para el manejo y control de la sanidad y producción de los cultivos.

¡Iniciemos con Chiqui este recorrido por el mundo de la AUP!

A continuación, describiremos cada uno de los talleres que se pueden realizar con los estudiantes y sus familias en las instituciones educativas o en sus respectivos hogares; se presenta su objetivo y cada actividad incluida. Si tú eres docente puedes retomar estos talleres para la capacitación de tus estudiantes y hacer énfasis en la profundización de la teoría y articularlos con los currículos escolares.





Desde un enfoque pedagógico y didáctico, durante el taller 1 (tabla 1) se promueve la agricultura urbana y periurbana (AUP) como un concepto que abarca diferentes dimensiones y beneficios de su práctica como estrategia para mejorar la gestión ambiental urbana, la organización comunitaria y la seguridad alimentaria; igualmente, para disminuir los niveles de vulnerabilidad y mejorar el desarrollo sostenible local. Este punto se tratará más adelante, cuando se hable de la multifuncionalidad de la agricultura urbana.

Tabla 1. Descripción, objetivos y actividades del taller 1

Taller 1. La agricultura urbana y periurbana 1	
Eje de ciencia y tecnología	
Objetivo	Entender la AUP como estrategia que promueve la seguridad alimentaria, las buenas prácticas agrícolas (BPA) y el desarrollo económico local, dentro del contexto de implementación de la unidad productiva.
Programa	
Temas	
La AUP como estrategia que promueve las BPA, la seguridad alimentaria y el desarrollo económico local	
Aspectos básicos de la unidad productiva: la fotosíntesis, los vientos, los sustratos (ciclos de nutrientes) y los suelos (sus horizontes y su evolución)	
Buenas prácticas agrícolas (BPA) para la agricultura urbana y periurbana: ¿Qué son las BPA?	
Agroecología en la AUP	
Alelopatía y plantas acompañantes (breve presentación de plantas más representativas en la AUP)	
Presentación de las experiencias que motivan a practicar agricultura urbana y periurbana	
Evaluación participativa del taller (preguntas relacionadas con la temática)	
Asignación de tareas	
Presentación de dudas y comentarios acerca del taller por parte de los asistentes	
Total tiempo aproximado: 2 horas	

Fuente: Elaboración propia

El taller 2, Diseño de una huerta urbana, tiene como eje central la distribución de los espacios de la huerta y de las especies que se van cultivar, con base en la disponibilidad de luz, agua, suelo blando, suelo duro, dirección del viento, orientación de la huerta respecto al sol, cercanía de árboles u objetos que le den sombra, y las necesidades y preferencias de las personas que consumirán los productos. En este taller se debe realizar una práctica de diseño de la huerta en contenedores y suelo para que los participantes den un primer paso en la implementación de sus unidades productivas. Se debe resaltar la importancia de planificar de manera que los estudiantes, docentes y familias identifiquen los varios aspectos necesarios para una sistematización eficiente del espacio y las siembras (tabla 2).

Tabla 2. Descripción, objetivos y actividades del taller 2

Taller 2. Diseño de una huerta urbana	
Eje de ciencia y tecnología	
Objetivo	Identificar los criterios que se deben tener en cuenta para el diseño y la planificación de la huerta de AUP, tomando en consideración sus principales requerimientos: ubicación, área y distribución espacial, especies y contenedores adecuados.
Programa	
Temas	
Diseño y elementos generales para la implementación de huerta de AUP	
¿Qué herramientas se requieren en la huerta?	
¿Cómo planificamos el espacio de las unidades productivas de agricultura urbana y periurbana?	
Sistemas de cultivo sin suelo	
¿Qué sustratos utilizar?	
Elaboremos los contenedores	
Estructuras	
¿Qué especies se pueden cultivar en AUP?	
Tareas para la implementación práctica de la unidad productiva urbana escolar	
Presentación de dudas y comentarios acerca del taller por parte de los asistentes	
Total tiempo aproximado: 3 horas	

Fuente: Elaboración propia



El eje central del taller 3 trabaja, como su nombre la indica, la propagación sexual y asexual de las especies que se van a cultivar. En este taller se debe realizar una práctica de siembra en contenedores y suelo, lo que, según el plan de “aprender haciendo”, permite incentivar a los docentes, estudiantes y familias a conformar la unidad productiva de manera autosostenible. Durante la práctica se debe prestar atención en la enseñanza de cómo propagar las plantas de manera asexual y sexual para que los estudiantes y las familias identifiquen los dos procedimientos y determinen las especies que responden a uno u otro método (tabla 3).

Tabla 3. Descripción, objetivos y actividades del taller 3

Taller 3. Propagación de especies	
Eje de ciencia y tecnología	
Objetivo	Identificar los criterios que se deben tener en cuenta para la adecuada propagación de especies, tomando en consideración sus principales características.
Programa	
Temas	
La propagación sexual	
El proceso de germinación y condiciones que se deben tener en cuenta	
La propagación asexual	
Los sistemas de siembra	
Práctica: realización de semilleros	
Práctica: siembra de cama plástica	
Práctica: realización de tubulares	
Evaluación del taller (preguntas relacionadas con la temática abordada)	
Tareas para la implementación práctica de la unidad productiva urbana escolar	
Presentación de dudas y comentarios acerca del taller por parte de los asistentes	
Total tiempo aproximado: 3 horas	

Fuente: Elaboración propia

Durante el taller 4, Nutrición vegetal, se enfatiza en los ciclos biogeoquímicos, lo que permite entender por qué las plantas necesitan, de una u otra manera, un sustrato enriquecido. También, se recalca la importancia de los depósitos o fuentes de nutrientes para las plantas, lo que lleva a que los asistentes puedan entender que para una alimentación balanceada del vegetal es importante agregar estos minerales de forma directa durante la preparación de caldos minerales, compostajes y humus de lombriz (tabla 4).

Al finalizar el taller se debe efectuar una práctica en campo en la que se realice la preparación del compostaje y se enseñe el procedimiento que se debe seguir para obtener a corto plazo este sustrato.

Tabla 4. Descripción, objetivos y actividades del taller 4

Taller 4. Nutrición vegetal	
Eje de ciencia y tecnología	
Objetivo	Describir las principales técnicas utilizadas para la adecuada nutrición de las plantas, con énfasis en la AUP y las prácticas agrícolas como temáticas transversales.
Programa	
Temas	
Seguimiento de la implementación de la unidad productiva urbana escolar	
Principios de nutrición vegetal	
Deficiencias de nutrientes	
Abonamiento e hidroponía	
Preparación de compostaje casero	
Preparación y conservación del suelo y sustratos	
Uso de insumos para nutrición vegetal (uso de micorrizas, caldos, humus líquido y lixiviados)	
Uso y eficiencia del agua para riego	
Evaluación del taller (preguntas relacionadas con la temática abordada)	
Tareas para la implementación práctica de la unidad productiva urbana escolar	
Presentación de dudas y comentarios acerca del taller por parte de los asistentes	
Tiempo total aproximado: 3 horas	

Fuente: Elaboración propia



El taller 5 se ocupa de la sanidad vegetal; en él se aclara en qué consiste cada uno de los problemas más relevantes y frecuentes en un cultivo durante su ciclo, representados por enfermedades (hongos, virus y bacterias) y algunas plagas (insectos, arácnidos y moluscos).

Se subraya la importancia de controlar y manejar estos problemas para evitar pérdidas importantes en las unidades productivas. Al final del taller se debe salir a la unidad productiva y realizar la explicación de cómo hacer una trampa y un purín. Las personas participantes deben elaborar alguno de los dos ítems enseñados para ser aplicados posteriormente en las unidades productivas escolares o caseras (tabla 5).

Tabla 5. Descripción, objetivos y actividades del taller 5

Taller 5. Sanidad vegetal	
Eje de ciencia y tecnología	
Objetivo	Presentar algunas de las técnicas más utilizadas para prevención y control de enfermedades y plagas (insectos, artrópodos y moluscos) desde la agricultura urbana y periurbana.
Programa	
Temas	
Seguimiento de la implementación de la unidad productiva urbana escolar	
La nutrición vegetal y su relación con plagas y enfermedades de la planta	
Principales enfermedades	
Principales plagas	
Técnicas de control y prevención de enfermedades y plagas, como trampas, fermentados y purines de plantas	
Preparación de trampas, biopreparados, fermentados, purines, hidrolatos y caldos; usos, dosis, frecuencias de aplicación y recomendaciones de aplicación	
Manejo integrado del cultivo (MIC) y manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE).	
Evaluación del taller (preguntas relacionadas con la temática abordada)	
Tareas para la implementación práctica de la unidad productiva urbana escolar	
Presentación de dudas y comentarios acerca del taller por parte de los asistentes	
Tiempo total aproximado: 3 horas	

Fuente: Elaboración propia

Cosecha y poscosecha constituyen el eje del taller 6. Se presentan los criterios más importantes para la cosecha de las diferentes especies y las acciones para realizar un correcto manejo poscosecha de las mismas —selección, clasificación, lavado, uso de herramientas y empaques, etc.— (tabla 6).

Tabla 6. Descripción, objetivos y actividades del taller 6

Taller 6. Cosecha y poscosecha	
Eje de ciencia y tecnología	
Objetivo	Presentar los aspectos más representativos de la cosecha y del manejo poscosecha del proceso productivo, todo desde la perspectiva de las BPA. El taller está dirigido a la orientación y práctica de un programa de producción que garantice la comercialización y el mercadeo de los productos obtenidos.
Programa	
Temas	
Seguimiento de la implementación de la unidad productiva urbana escolar	
Criterios para tener en cuenta durante la cosecha y el transporte desde una perspectiva de BPA	
Cosecha y cuidados poscosecha	
Manejo y uso adecuado de herramientas	
Análisis de costos	
Normas técnicas de calidad	
Evaluación del taller (preguntas relacionadas con la temática abordada)	
Tareas para la implementación práctica de la unidad productiva urbana escolar	
Presentación de dudas y comentarios acerca del taller por parte de los asistentes	
Tiempo total aproximado: 3 horas	

Fuente: Elaboración propia



El taller 7 se enfoca en la economía solidaria y la agricultura urbana y periurbana. Se da paso al mercadeo como una opción imprescindible en la producción agrícola, ya que consiste en una técnica que permite una planificación de siembra y acercarse a la total satisfacción del cliente (tabla 7).

Se deja como tarea a los estudiantes y asistentes que realicen una encuesta en los mercados de sus barrios sobre los productos agrícolas que más se venden en el establecimiento, con su respectivo precio y condiciones de empaque, transporte y pago; esto con el fin de que las personas empiecen a tener conocimiento de los procedimientos comerciales que se deben considerar para la debida comercialización de los productos de la huerta.

Tabla 7. Descripción, objetivos y actividades del taller 7

Taller 7. Economía solidaria y agricultura urbana y periurbana	
Eje economía solidaria	
Objetivo	Contribuir en la promoción del sentido de responsabilidad social de las instituciones educativas mediante el ejercicio de la producción agropecuaria eficiente desde un enfoque social y económico que garantice su inserción en cadenas de producción.
Programa	
Temas	
Seguimiento de la implementación de la unidad productiva urbana escolar	
Exigencia de los productores y las técnicas de consumo	
Presentación de productos	
Tecnología para la innovación en el mercado	
Inteligencia de mercados	
Propuesta de metodología para los estudios de mercado	
Ejemplos de asociaciones para la economía solidaria	
Evaluación del taller (preguntas relacionadas con la temática abordada)	
Tareas para la implementación práctica de la unidad productiva urbana escolar	
Presentación de dudas y comentarios acerca del taller por parte de los asistentes	
Tiempo total aproximado: 3 horas	

Fuente: Elaboración propia

Al finalizar cada uno de los talleres y como parte del proceso pedagógico, se debe establecer una fase de evaluación con el fin de aclarar conceptos y procurar que los participantes puedan afianzarlos para aplicarlos en la implementación de las unidades productivas. Los componentes de esa etapa son:

- Evaluación participativa del taller (preguntas relacionadas con la temática)
- Presentación de dudas y comentarios acerca del taller por parte de los asistentes
- Demostración de cómo van a aplicar lo aprendido en sus unidades productivas.

A continuación, se presentan aspectos teóricos y prácticos de apoyo para el desarrollo de los talleres señalados en el ítem anterior.

La AUP como estrategia que promueve la seguridad alimentaria, las buenas prácticas agrícolas y el desarrollo económico local

El enfoque de análisis sistémico de la AUP nos permite entenderla como un proceso que relaciona las fases de planificación (selección del terreno, insumos, plantas, estructuras y contenedores), ejecución (semillero, labores culturales, cosecha, poscosecha y reciclaje), como un todo y dentro del marco de las BPA que permite garantizar la inocuidad de los productos para su inclusión en la alimentación saludable.

Bajo el enfoque de sistemas, se cuenta con: componentes, límites, entradas y salidas. En este sistema de producción urbano-periurbano, los contenedores, estructuras, sustratos, semillas o plántulas son componentes del sistema. La comunidad que realiza las actividades en el huerto es el componente social y cultural. El riego e insumos para la fertilización o manejo de los organismos de sistema son entradas, pero también pueden ser componentes cuando se recicla y se reutiliza (i.e. compost, hidrolatos). Los productos que se cosechan son las salidas, los cuales son destinados a la alimentación de la comunidad y sus excedentes harán parte de un proceso de trueque o comercialización. Los contenedores o espacios en los cuales se siembra indican qué especies se deben sembrar o, al contrario, la selección de las especies que mejor se adapten a las condiciones ambientales y que sean de relevancia para su inclusión en el sistema. Esto determina la necesidad de sembrar en el suelo agrícola o en contenedores, lo que representa el límite del sistema de producción urbano-periurbano.



Sobre el manejo de sistemas de producción limpia en AUP

Con este eje se busca fortalecer los conocimientos sobre procesos productivos en AUP y transmitir técnicas que han implementado o mejorado en Corpoica, con un enfoque de sistemas, en relación con el diseño y manejo de los espacios y recursos utilizados.

Siguiendo los principios ya expuestos, este eje se aborda desde una perspectiva ambiental, es decir, el diseño y manejo de la AUP se contempla en el marco de principios ecológicos y socioculturales. Los contenidos que se desarrollarán dentro de la capacitación son:

- La AUP en el concepto de sistema de producción
- Manejo de semillero
- Diseño y elementos generales para la implementación de la microhuerta familiar
- Sistemas de cultivo sin suelo, ¿qué sustratos utilizar?
- Elaboración de estructuras verticales (botellas, tubulares, cojines)
- ¿Cómo realizar riego de una forma adecuada? Cosecha de aguas
- Fertilización: ¿cómo nutrir las plantas?
 - Preparación de las soluciones nutritivas
 - Compostaje: transformar residuos de plantas en su propio alimento
 - Caldo trofobiótico
- Plagas y enfermedades. Prevengamos y controlemos los problemas fitosanitarios
 - Solarización
 - Podas sanitarias
 - Trampas
 - Uso de *Trichoderma* spp.
 - Purines e hidrolatos
- Cosecha y poscosecha, ¿cuáles tareas son importantes?

¿Es la AUP un sistema productivo?

Al igual que en un sistema agrícola a gran escala, en la AUP se producen especies vegetales. En las micro huertas o estructuras hay componentes como sustratos, semillas o las mismas plantas. Hay también riego o fertilización (entradas) y se cosechan productos (salidas). Los recipientes o estructuras en los cuales se siembra se pueden asimilar al terreno, esos son los límites.

Un sistema de producción agrícola es un ecosistema en el cual se encuentran especies agrícolas cultivadas. Se caracteriza por tener componentes, límites, entradas y salidas.

El enfoque de análisis sistémico de la AUP, nos permite entenderla como un proceso que relaciona las fases de semillero, microhuerta, estructuras, labores culturales, cosecha, poscosecha y reciclaje como uno todo. Es decir, como un sistema planificado.



Para el diseño y manejo de AUP, se deben tener en cuenta el espacio (ubicación y dimensiones), las condiciones climáticas (disponibilidad de luz y temperatura), el tipo de suelo o sustrato, la calidad y la disponibilidad de agua, el tipo de plantas que se van a sembrar, la fertilización y la presencia de agentes biológicos propios del medio ambiente. Una de las herramientas básicas para diseñar la AUP es la planificación de estrategias y actividades, lo que permite la estructuración del manejo de todos los componentes del sistema (figura 11).



Figura 11. Diagrama conceptual AUP como sistema.

Fuente: Elaboración propia

Algunas de las propuestas que se deben contemplar son: siembras temporalmente escalonadas, alternancia de los cultivos, rotación de cultivos y manejo integrado del sistema productivo.

Manejo de la información dentro de la AUP

Con el fin de mantener una articulación entre los elementos de planificación y las actividades realizadas, es importante mantener un registro de información basado en el seguimiento desde la fase de semillero hasta la cosecha. Por ello, se deben registrar los siguientes datos:

- a. En semillero: nombre de la especie, origen, tipo de sustrato, cantidad de material germinado o propagado y fecha de siembra.
- b. En producción: fecha de siembra, fertilización (fuente, dosis, sitio de aplicación, responsable), actividades culturales, manejo de insectos plaga y patógenos (fuente, dosis, sitio de aplicación, responsable).
- c. En cosecha: especie cosechada, sitio de cosecha, número de plantas cosechadas, cantidades y tipo de empaque.

Buenas prácticas agrícolas para la agricultura urbana y periurbana. ¿Qué son las BPA?

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2007), las BPA son un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas aplicables a la producción, procesamiento y transporte de alimentos, orientados a cuidar la salud humana, proteger el medio ambiente y mejorar las condiciones de los trabajadores y sus familias.

Por medio de las BPA se busca obtener productos sanos, frescos e inocuos, de manera que no causen daño al consumidor. Las BPA son destrezas aplicadas en las unidades productivas, desde la planeación del cultivo hasta la cosecha, desde el empaque hasta que llega a manos del consumidor, con el fin de asegurar la inocuidad, conservar el medio ambiente y garantizar la seguridad y bienestar de los trabajadores (figura 12) (Izquierdo et al. 2007).



Foto: Autores

Figura 12. Institución educativa distrital (IED) San Ramón, municipio de Funza, Cundinamarca.

Así, las BPA promueven la conservación y fomento del medio ambiente, con producciones adecuadas y de buena calidad, que mantienen la inocuidad alimentaria, el bienestar animal y vegetal, y mejoran la seguridad alimentaria de las personas en cuanto que permiten mayor acceso a alimentos (Jaramillo y Ríos 2007; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Fundación Manuel Mejía 2012).



Esos propósitos se logran con un manejo adecuado de todas las fases de la producción, desde la selección del terreno, la siembra, el desarrollo del cultivo, la cosecha, el empaque y el transporte, hasta la venta al consumidor final (Sena Virtual 2008).



Recuerda:

La AUP basada en BPA promueve la buena calidad de los alimentos, con énfasis en la inocuidad, con lo que propicia la protección de la salud de todas las personas que participan en el proceso productivo, que van desde el productor hasta el consumidor final, aspectos que, al ser aplicados a la agricultura urbana, adquieren mayor relevancia.

En la planeación del cultivo se debe revisar el historial del lote de manera que no se registren incidencias considerables de plagas y enfermedades; examinar la disponibilidad y calidad del agua, tener en cuenta las condiciones climáticas (temperatura, humedad, precipitación), conocer la caracterización fisicoquímica del suelo y con estas condiciones evaluar si son favorables para los cultivos que se van a sembrar.

Para aplicar las BPA, ¿con qué debemos cumplir?

- Sobre áreas e instalaciones requeridas para producir frutas y hortalizas con calidad e inocuidad: se debe destinar una zona para el almacenamiento de insumos agrícolas en la que se encuentren separados unos de otros, de acuerdo con su uso; otra para preparación de mezclas de insumos agrícolas; un área para acopio transitorio de frutas y hortalizas, otra para disposición de residuos y otra para aseo y alimentación de los trabajadores.

- En cuanto a equipos, utensilios y herramientas: se deben mantener limpios, ordenados y calibrados.
- Referente a la calidad y manejo del agua: si contamos con una fuente de agua, se debe proteger de animales y no se deben arrojar allí residuos orgánicos, líquidos o sólidos.
- El manejo integrado del cultivo implica el uso adecuado de: suelos, material de propagación, nutrición de plantas y protección del cultivo (manejo integrado de plagas y enfermedades, MIPE).
- Por último, se debe llevar registro de todas las actividades que se realizan en la huerta.
- Capacitación y bienestar de los trabajadores.
- Manejo de residuos líquidos y sólidos (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Fundación Manuel Mejía 2012).

Agroecología para la agricultura urbana y periurbana

Se aprecia como agroecológico todo sistema de producción sostenible en el tiempo que, mediante el manejo racional de los recursos naturales —al considerar los ciclos de los nutrientes, la transformación de la energía, los procesos biológicos y contemplar la diversidad biológica, sin la utilización de productos de síntesis química—, brinde alimentos sanos y abundantes, mantenga o incremente la fertilidad del suelo y se entiendan las relaciones socioeconómicas (Gallego et al 2006).

En los huertos escolares, la aplicación de esta tecnología permite la producción de especies como frutas y hortalizas que conserven la diversidad, eviten la aplicación de insumos externos y promuevan el uso de materias primas generadas por recursos locales para la elaboración de insumos propios obtenidos con métodos sencillos.

Este enfoque indica la aplicación de esquemas de rotación y asociación de los cultivos, el empleo de la alelopatía, el aumento de la materia orgánica del suelo, el uso adecuado del agua, el manejo de coberturas, las técnicas de labranza de suelo conservacionistas, el manejo de microclimas para favorecer o desfavorecer el desarrollo de determinados organismos sin afectar la capacidad productiva de los cultivos y el medio ambiente, y el uso del material genético potencial para lograr un mejor destino de los recursos (Altieri y Nicholls 2000; Tannfeld 2011).



Aspectos teóricos

En esta parte del manual se tratarán los temas básicos de la capacitación en agricultura urbana y periurbana. Cabe anotar que, en la formación para docentes, se hace mayor énfasis en los contenidos contemplados, los cuales se abarcan en su totalidad y con un lenguaje más técnico y académico. Para los estudiantes y unidades familiares, el facilitador debe retomar la totalidad de los temas pero con un lenguaje más sencillo y una metodología más práctica y aplicativa.

Recuerda:

Se puede decir que la AUP es la práctica agropecuaria con principios de producción limpia por excelencia, dedicada a cultivos de plantas alimenticias, aromáticas y medicinales, a la cría de especies menores o la transformación artesanal y comercialización de productos agropecuarios dentro de las áreas urbanas o periurbanas de los municipios y distritos; está destinada a proveer de alimentos inocuos a la población humana.





Diseñemos nuestra huerta de AUP

El diseño de la huerta debe contemplar factores como: dimensión y características del área que se va a cultivar (suelo blando o duro), condiciones generales del espacio (tiempo, clima, acceso a fuentes de agua y otros elementos del entorno) y tipo de especies, según su adaptación y necesidades de consumo. También, se deben identificar los recursos naturales y elementos a los que se tenga fácil acceso para la construcción de la huerta de AUP que sean limitantes para su implementación.

Un buen diseño de la huerta debe contemplar factores como: área a que se va a cultivar, condiciones generales del espacio, tipo de especies y necesidades de consumo. También, se deben considerar los recursos naturales y materiales a los que se tenga fácil acceso, y limitantes como el mismo espacio o el tipo de agua.

Al igual que en la fase de semillero, se debe considerar el enfoque de seguridad alimentaria. Lo que significa una planeación para mantener diversidad y oferta permanentes de distintas especies. En resumen, se elige el área y las especies que se van a plantar, y su distribución espacial y temporal.



Diseño y elementos generales para la implementación de la huerta de AUP

Se considera que la AUP promueve el uso mínimo de elementos externos, de esta manera se deben emplear y adecuar los recursos disponibles de forma directa o para la construcción o elaboración de materiales como contenedores, sustratos, abono y hacer uso de la mano de obra de la comunidad educativa (docentes, alumnos, administrativos, familias). ¿Qué herramientas se requieren en la huerta? Las herramientas básicas para la adecuación y distribución de los espacios que se planifiquen en la huerta de AUP se presentan en la tabla 8.

Tabla 8. Herramientas que se requieren en la huerta

	
Cinta métrica	Martillo
	
Libreta o cuaderno de campo	Azadón
	
Regadera de gota fina, gota pequeña o atomizador	Pala
	
Estacas	Rastrillo
	
Guantes (látex o caucho)	Palín

Fuente: Elaboración propia



¿Cómo planificamos el espacio de las unidades productivas de agricultura urbana?

La planificación de las unidades productivas debe seguir una serie de pasos como se presentan a continuación. La planificación es una herramienta que permite integrar criterios técnicos y el conocimiento de la comunidad educativa para determinar eficientemente la capacidad del espacio destinado a la huerta, los recursos (físicos, biológicos, humanos, insumos externos) y su relación al objetivo planteado, ya sea de proveer alimentos a la comunidad educativa o que se integre a un flujo de intercambio con otras unidades.

Paso 1

Para empezar el diseño de la unidad productiva, se debe contemplar la utilización de conceptos técnicos como la ubicación con respecto a la disponibilidad de luz solar, el agua para riego y la afluencia de corrientes de agua requeridas, la utilización de suelos en zonas blandas (antejardines, lotes) y la utilización de recipientes en zonas duras (terrazas, patios).

Paso 2

Una vez que se identifique el área disponible, se procede a la medición de las áreas y espacios de que dispondremos para la ubicación de la huerta, y se realiza un plano de distribución espacial.

Para tal paso, usamos una cinta métrica o metro, y registramos un borrador del plano a mano alzada que luego debemos traspasar a un papel periódico o cartulina. El plano debe contener las direcciones de las pendientes, los límites del terreno, la fuente o sitio de abastecimiento de agua (si lo hay) y otros espacios importantes.

Con esta información, se procede a determinar el tipo de sustratos que se van a utilizar, la calidad y origen del agua, los contenedores que se van a emplear, las especies que se van a establecer y el tipo y la cantidad de insumos agrícolas que se emplearán.

Paso 3

En esta etapa se identifican las características del área, es decir:

- Tipo de superficie (dura o blanda). De manera tradicional, la agricultura se ha practicado por medio de la siembra directa al suelo, que podemos entender como un cuerpo vivo compuesto por organismos y nutrientes que, en su conjunto, permiten el desarrollo de la vegetación. Los suelos se han formado por la evolución de miles de años, dado que la roca base o roca madre —por acción de factores climáticos como el agua y el viento y de microorganismos— desagrega los diferentes componentes que la conforman (que incluyen arenas y arcillas), los cuales se unen con otros elementos que determinan los denominados horizontes del suelo. En las áreas urbanas no siempre se dispone de suelo apto para cultivar, por lo que recurrimos a recipientes o contenedores con diferentes tipos de sustrato para establecer nuestros cultivos. Este procedimiento lo vamos a describir con detalle más adelante.
- Intensidad de la radiación solar (horas de luz que recibe en el día, mínimo 6). La planta requiere luz para realizar la fotosíntesis, proceso en el que se combinan el agua y los minerales tomados por las raíces con el dióxido de carbono (CO_2) que se extrae del aire para producir azúcares o glucosa —como principal producto— y otras sustancias que confieren sabor, olor y propiedades nutricionales a la misma.
- Áreas de sombra. Se debe contar con algunas áreas sombreadas, particularmente necesarias para el proceso de germinación de semillas y los primeros días de vida de las plántulas. La sombra debe ser suave para evitar la elongación de las plantas y un posterior crecimiento débil de las mismas.
- Disponibilidad de agua. El agua es fundamental para la existencia de la vida; las plantas la requieren no solo para subsistir, sino también para la producción de sus propios alimentos. Es importante que el agua tenga unas condiciones adecuadas, que esté libre de elementos patógenos y contaminantes que puedan afectar la inocuidad de los alimentos. Podemos acceder a agua apta para riego al implementar algunas prácticas amigables con el medio ambiente, que incluyen la recolección de aguas lluvias, para lo que se precisa efectuar algunas adecuaciones como son la instalación de canaletas, recipientes de recolección y filtro para la detención de elementos contaminantes del agua lluvia, como polvo y partículas depositadas en los tejados y bajantes, entre otras.



Los niveles esperados de precipitación se pueden establecer con base en los registros de la estación climática más cercana, lo que permite hacer una planificación de la recolección de aguas lluvias y la distribución del agua para regar las plantas de la huerta. Así mismo, se puede elaborar un pluviómetro artesanal con un recipiente transparente de boca ancha, el cual debe estar debidamente calibrado para determinar una escala de medida en milímetros. Se debe ubicar en un espacio abierto y asegurarse de que se mantenga vertical. Las mediciones se deben realizar a diario, para tener datos más precisos para la toma de decisiones (Dipecho c2015).

- Nutrición. Las plantas, al igual que los animales y seres humanos, necesitan nutrientes para sobrevivir. La diferencia está en que los nutrientes esenciales requeridos por las plantas son de naturaleza inorgánica o mineral, mientras que los animales y seres humanos, de manera adicional, necesitan alimentos de origen orgánico. Los nutrientes esenciales se clasifican según las cantidades relativas requeridas por las plantas, en elementos mayores o macronutrientes, y elementos menores o micronutrientes, pero todos son importantes.
 - Los elementos mayores o macronutrientes son nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. A estos tres últimos también se les denomina elementos secundarios.
 - Los micronutrientes —también llamados oligoelementos— son manganeso, hierro, cobre, zinc, molibdeno, cloro y boro.
- Evitar el acceso de animales al lugar. Se debe impedir no solamente por los daños que puedan generar a la unidad productiva sino por los riesgos de contaminación con los excrementos de los animales.
- Lejanía de focos de contaminación. Por aguas servidas o por presencia de basuras o de otros desechos.



Una vez que has evaluado estos parámetros, puedes proceder a diseñar la forma en que va a funcionar tu unidad productiva. Ten en cuenta la necesidad de ubicar las especies en lugares abiertos con requerimientos importantes de luz.

Paso 4

Después de este proceso de diseño de la unidad productiva, se prosigue a la planificación de la siembra. Se realiza una distribución de espacios que se considere se deben sembrar con especies en forma asociada, en lo posible con cercas vivas, arbustos para sombra, cortinas rompevientos y bordes alelopáticos. Igualmente, debemos recordar que es necesario dejar tiempos de recuperación del suelo. Es decir, que debemos tener un espacio para rotar, el cual no esté en producción.

Para crear una unidad productiva, primero se debe conocer y delimitar el espacio real disponible para proceder con la planeación de la siembra, especies, distancias y cantidad de plantas, según el tamaño que alcanzarán en el momento de cosechar y su demanda (Pinzón 1999).



Debes tener en cuenta la demanda alimenticia de la comunidad (tipo de especies, cantidad y frecuencia) para distribuir el espacio que ocuparán las siembras, de modo que concuerde con los tiempos desde trasplante hasta cosecha. En caso de que el área sea suficiente para producir excedentes, se debe atender la demanda identificada en el estudio de mercado.

Paso 5

El proceso de implementación de la unidad productiva después del diseño debe continuar con la limpieza del área. Para superficies duras, es fundamental el retiro de escombros, basura u otros materiales que se puedan tener en esa zona; para superficies blandas, remover residuos, pedazos de madera, piedras, raíces de otras plantas, coberturas vegetales existentes u otro tipo de elementos que puedan interferir con el adecuado desarrollo de las plantas y con la seguridad de quien cultiva.



Para el caso de las áreas comunales, que se encuentran al aire libre, es importante demarcar la zona de la unidad productiva y, en lo posible, instalar una cerca (que puede ser construida con material reciclado) que sirva de barrera para evitar el acceso a animales y, de ser necesario, de personas que no se encuentren vinculadas al proceso (figura 13).



Foto: Autores

Figura 13. Institución educativa distrital (IED), Facatativá, Cundinamarca.

Paso 6

Es el momento de la preparación del terreno. Esta labor se realiza para aflojar el suelo lo suficiente como para el desarrollo del sistema radicular de las plantas. Como la mayoría de especies sembradas son de tipo transitorio y no tienen raíz profunda, no es necesario un sobrelaboreo.

Cuando ya se tiene preparado el lugar, se procede —para el caso de las superficies blandas— a establecer las camas para el cultivo, las cuales como mínimo tendrán 30 cm de ancho y su largo se determinará de acuerdo con el área disponible, sin sobrepasar los 10 m, para permitir que cada cama pueda ser manejada por personas de diversa edad y condición física. Entre cama y cama se recomienda un espacio de mínimo 35 cm para poder facilitar el manejo de las plantas y la movilización de las personas. La tierra de estas áreas se removerá con el fin de descompactarla, airearla, romper los terrones e incorporar abono (de 2 a 4 kg por metro cuadrado), que puede ser compost, humus, gallinaza madurada,

estiércol tratado de vaca o de caballo, otro tipo de abono de preferencia orgánico, o una mezcla de los distintos abonos mencionados que se puedan encontrar en el mercado, ojalá en cercanías a la ubicación de la huerta.

Paso 7

Una vez se tienen las camas listas, se procede a sembrar las semillas o plántulas. Se dejará entre uno y otro sitio de siembra una distancia suficiente, que depende de la o las especies que se van trasplantar, lo que permite su adecuado crecimiento y desarrollo. Durante el proceso es importante evitar el pisoteo de las camas, ya que esto ocasionaría un nuevo proceso de compactación del sustrato que afecta el crecimiento de la raíz o la germinación de las semillas.

Sistemas de cultivo sin suelo

Los sistemas de cultivo sin suelo o de producción hidropónica son aquellos en los cuales no se usa suelo agrícola como soporte o fuente de nutrientes. Es por esto que se requiere el empleo de sustratos elaborados teniendo en cuenta el requerimiento hídrico y el desarrollo radicular de las plantas y, por tanto, la necesidad de aportar nutrientes con la adición de soluciones nutritivas para las plantas, así como la forma y el tamaño del contenedor (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2003; Gilsanz 2007; Soria 2012).

La hidroponía se utiliza en espacios reducidos, en áreas urbanas en las cuales no se tiene acceso a suelo, pero sí existe la posibilidad de acceder a sustratos orgánicos como la fibra de coco, la cascarilla de arroz o turba, o sustratos inorgánicos como la arena o la gravilla.

Los sistemas de producción hidropónicos son aquellos en los cuales no se usa el suelo como soporte ni como fuente de nutrientes. Por consiguiente, los sistemas hidropónicos se deben diseñar teniendo en cuenta que deben ofrecer soporte y nutrición para las plantas.





Existen varias tecnologías hidropónicas: la convencional, basada en sustratos orgánicos o inorgánicos. Hidroponía flotante, en la cual las plantas crecen en una solución de agua y nutrientes (solución nutritiva), y la aeroponía, en la cual las raíces de las plantas permanecen la mayoría del tiempo aireadas y el contacto con la solución nutritiva es regulado.

¿Qué sustratos utilizar?

El sustrato es el material que dará soporte a las raíces y será el medio principal por el cual la planta obtendrá el agua y los nutrientes que necesita. El sustrato en el que se siembren las hortalizas en un contenedor debe tener las propiedades necesarias para enriquecer las raíces (Izquierdo et al. 2007; Pantoja y González 2014).

Para conseguir buenos resultados en nuestro huerto urbano, el sustrato debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Tener capacidad de aireación para eliminar el excedente de agua y aportarla a las raíces.
- Ser capaz de retener el agua para que no se seque demasiado rápido.
- Permitir un adecuado drenaje del agua sobrante de manera que no haya encharcamiento.
- El pH debe estar entre 6 y 7, para permitir un crecimiento adecuado en la mayoría de los cultivos.
- Aportar nutrientes a corto, medio y largo plazo, de manera que se pueda evitar el uso de fertilizantes químicos.
- Tener una baja densidad para que no quede muy pesado y se favorezca su transporte.

Una prueba sencilla para determinar el contenido de humedad del suelo consiste en tomar en la mano un puñado de sustrato húmedo y presionarlo fuertemente entre los dedos:

- Si escurre agua en chorro, tiene exceso de agua.
- Si el suelo se desagrega, aún no tiene el contenido de agua necesario.
- Si se forma una bola y salen unas pocas gotas, presenta un contenido ideal de agua.



En la tabla 9 se presentan, de manera cualitativa, las propiedades de algunos sustratos empleados y recomendados para la elaboración de huertos de agricultura urbana y periurbana, los cuales pueden ser empleados como referencia para decidir su empleo, solo o en mezcla, para encontrar el sustrato ideal. Este depende del tipo de planta, las características del contenedor, las condiciones ambientales de la zona donde está ubicado el terreno y los materiales a los que se tenga fácil acceso de manera que haya una adecuada relación costo/beneficio.

Tabla 9. Propiedades aproximadas de algunos tipos de sustratos

Sustratos	Porosidad	Capacidad de retención de humedad	Retención de nutrientes	Peso kg/m ³	pH	Aporte de nutrientes
Cascarilla de arroz quemada	Alta	Baja	Alta	90 a 220	6 a 7,5	Bajo
Turba	Media	Alta	Media	3	3,8 a 4,3	Alto
Fibra de coco	Alta	Alta	Alta	50 a 100	4 a 7	Alto
Compost	Baja	Alta	Alta	50 a 100	4 a 7	Alto
Residuo forestal	Media	Media	Alta	526,39	8,60	Medio
Perlita	Alta	Baja	Baja	6 a 8	6 a 7	Ninguno
Vermiculita	Media	Alta	Alta	21 a 33	Depende de dónde se extrae	Bajo
Arena	Media	Baja	Baja	327 a 409	4 a 5	Ninguno

Fuente: Calderón y Ceballos 2001; Orellana et al. 2005; Pérez 2011; Santos y Obregón-Olivas 2013; Pagliarini et al. 2015



La elaboración de sustratos debe tener en cuenta que estos serán los proveedores de soporte de las plantas. También hay que considerar la buena capacidad de retención de humedad y un buen drenaje.

Si utilizamos sustratos con alta materia orgánica, como el compost, no será necesario realizar muchas fertilizaciones adicionales. Por el contrario, si es un sustrato inerte como la arena (que no tiene nutrientes), debemos diseñar un esquema de fertilización.



Dependiendo de la cantidad de sustrato requerido, las mezclas se pueden realizar dentro de un balde o caneca. Algunas de las mezclas que podemos preparar son:

- 60 % de fibra de coco + 40 % de humus de lombriz
- 66 % de sustrato estándar + 33 % de estiércol de caballo compostado
- 50 % de corteza compostada + 20 % de turba rubia + 30 % de gallinaza con serrín compostada
- 50 % de fibra de coco + 40 % de compost + 10 % de vermiculita
- 30 % de cascarilla de arroz quemada (o cascarilla de café), + 30 % de arena de río + 40 % de compost
- 30 % de cascarilla de arroz quemada (o cascarilla de café) + 40 % de compost + 30 % de tierra
- 50 % de compost + 50 % de arena
- 40 % de tierra + 30 % de fibra de coco + 30 % de arena
- 50 % de turba + 50 % de fibra de coco
- 60 % de fibra de coco + 40 % parte de granito
- 50 % de aluvión + 25 % de lombriabono + 25 % de arena

La selección de alguna mezcla debe considerar los aspectos señalados en los párrafos anteriores en relación a su porosidad (granulometría), capacidad de retención de humedad, estabilidad física, aporte de nutrientes, costo y disponibilidad (Calderón y Ceballos 2001). Previo a su uso, ya sea en semillero o en contenedor, se debe agregar agua hasta alcanzar un contenido de humedad óptimo.

Elaboración de contenedores

En la AUP, al suelo, propiamente dicho, se le denomina suelo blando. A los distintos espacios diferentes del suelo se le denomina suelos duros (i.e. patios o terrazas), cuyo uso demanda el empleo de contenedores con sustrato para dar soporte, agua y nutrientes que permitan el crecimiento y el desarrollo de las plantas.

Cuando no se dispone de suelo agrícola convencional para una microhuerta, el empleo de diferentes recipientes como contenedores, dispuestos en una estructura o huerta vertical, permite el cultivo de diversas especies hortícolas, teniendo en cuenta que se les brinde un medio adecuado para su desarrollo radicular, se aporten nutrientes, se tenga suministro de agua, cuente con drenaje y se ubique en un lugar que disponga de luz solar. Además, su empleo adecuado puede permitir mayores densidades de siembra por unidad de superficie, ya que se aprovecha el espacio vertical.

En AUP, al suelo propiamente dicho se le denomina suelo blando. A los distintos espacios o contenedores diferentes del suelo se les denomina suelos duros, pues la mayoría corresponde a patios o terrazas.

De la misma forma que en la huerta, en los distintos contenedores debemos contemplar los principios de asociación y escalonamiento.





¿Qué materiales se requieren para elaborar contenedores con elementos de plástico?

El empleo de elementos de plástico, que resultan de la actividad doméstica común, requiere de un acondicionamiento de manera que brinden características idóneas para ser empleados como un contenedor para semillero o siembra: color oscuro y agujeros de drenaje (tabla 10).

Tabla 10. Materiales para la elaboración de contenedores

			
Plástico negro calibre 6	Grapadora industrial	Grapas	Botellas plásticas de 3 litros
			
Bisturí	Recipientes plásticos	Marcadores	Tijeras
			
Tubo en PVC de ½"	Tapón para tubo en PVC de ½"	Embudo o picode botella de gaseosa	Alicates

(Continúa)

(Continuación tabla 10)

			
Alambre dulce	Segueta	Silicona	Martillo
			
Tornillos y puntillas	Destornillador	Chinches	Tablones de madera

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan algunas estructuras, recipientes y procesos que son replicados en forma de tecnologías y promueven, además del fácil acceso, la sostenibilidad económica, social y ambiental. Estos factores se convierten en material de apoyo durante las prácticas de implementación de la unidad productiva urbana escolar y familiar.

Botellas plásticas

El cultivo en botellas permite su reutilización ya que es un producto que se desecha con mucha frecuencia en las zonas urbanas. Se debe adecuar para la siembra en posición vertical u horizontal y llenar con sustrato. Este sistema consiste en un sistema cerrado que permite maximizar el agua y la eficiencia en el uso de nutrientes (tabla 11) (Orsini et al. s. f.)


Tabla 11. Botellas plásticas como contenedores

	Características <p>Se utilizan botellas para gaseosa o aceite, entre otros, de 2 litros o más. Estos recipientes se cortan por la parte superior o inferior, según el tipo de estructura o superficie que se va utilizar. Se debe limitar la transparencia de la botella para evitar el crecimiento de algas y hongos, que podrían competir con las plantas.</p>
Dimensiones (L x A x P)	Aproximadamente de 10 a 15 cm de diámetro x 30 cm de alto
Elementos	Botella plástica en HD-PET Plástico negro recortado, calibre 4 o 6, que será usado como forro o, de lo contrario, pintura negra
Material	Polietileno
Capacidad	Una planta por botella
Especies	Lechuga, caléndula, menta, arveja, cebolla cabezona o cebolla de bulbo, remolacha, zanahoria.
Pros	Reutilizable; se aprovecha de modo eficiente el espacio, es de fácil acceso (bajo costo) y manejo (en cuanto a su adecuación para siembra y movilidad como recipiente).
Contras	Problemas de inocuidad, por lo que es importante asegurarse del origen del recipiente y tomar las medidas de limpieza necesarias. Las botellas se deben forrar con plástico negro, ya que al ser transparentes están sujetas a la aparición de algas y hongos. Tiene limitación para la siembra de especies con sistema radicular profundo.

Fuente: Elaboración propia

Proceso de adecuación para emplear botellas para siembra

Los contenedores se pueden cortar de formas diferentes, según de la necesidad, ya que pueden ser utilizados como semillero, recipiente horizontal o recipiente vertical (tabla 12).

Tabla 12. Adecuación de botellas plásticas para siembra

Semillero		Estando la botella en posición vertical, se corta de para utilizar la superficie libre, que queda como recipiente para la siembra de semilleros.
Recipiente horizontal		 Esta es una forma de utilizar las botellas para ubicarlas en superficies rectas y aprovecharlas mejor como semillero.
Recipiente vertical		 El recipiente se puede adaptar de diferentes formas: 1. retirar la parte superior para emplearlo como embudo y la parte restante como recipiente de siembra; 2. retirar la cola y utilizar el resto de la botella para la siembra; y 3. retirar los cuadrados de los extremos superiores, de manera que se puedan colgar y se agrega el sustrato y el agua de riego por los orificios.

Fuente: Elaboración propia



El proceso de adecuación de las botellas como contenedor para su uso en la unidad productiva como espacio para siembra se indica en la tabla 13.

Tabla 13. Adecuación de botellas plásticas como contenedores

<p>Paso 1</p>	<p>Tomar la botella y, con un elemento cortopunzante como tijeras, bisturí o serrucho, recortar la parte de ella que es necesario eliminar para prepararla como contenedor de siembra. La selección de la parte que se quitará depende de la superficie donde se colocará la botella (si es vertical, el corte se realiza por la parte superior; si la superficie es horizontal, el corte se hace por la parte inferior de la botella. Se consideran las necesidades de siembra y los espacios con los que se cuenta, además de las preferencias de utilización de recipientes).</p>
<p>Paso 2</p>	<p>Si la botella queda con imperfectos en su corte, es importante afinar los bordes para evitar al máximo que causen daños a la planta que se va a sembrar y a las personas que manipulen el recipiente.</p>
<p>Paso 3</p>	<p>Es también muy importante limitar la transparencia de las botellas, pues, por efectos de la luz solar, pueden aparecer algas y hongos. Se procede entonces a ubicar elementos como plásticos negros o, simplemente, se pintan las botellas de colores vivos u oscuros, dependiendo de las preferencias de los agricultores urbanos.</p>
<p>Paso 4</p>	<p>Por último, se ubican las botellas en la superficie o espacio en el que se van a utilizar.</p>

Fuente: Elaboración propia

Canecas

Las canecas plásticas son otro elemento común de los residuos domésticos y pueden ser empleadas como contenedor para la siembra de especies hortícolas y frutícolas de mayor profundidad, en relación a las que se pueden sembrar en una botella. Así mismo, requiere mayor cantidad de sustrato, el cual debe permitir buen drenaje y tener suficientes orificios de salida, de aproximadamente 1 cm de diámetro (tabla 14).

Tabla 14. Canecas como contenedor

	Características
Dimensiones (L x A x P)	25 cm de radio x 60 cm de profundidad
Elementos	Caneca plástica. Elemento para abrir orificios
Material	Plástico
Capacidad	Una planta o más, dependiendo de la especie seleccionada.
Especies	Papa, uchuva, tomate de árbol, coles, tomate de guiso, cebolla en rama, pimentón, acelga
Pros	Económico (de fácil acceso) y reutilizable. En él se pueden cultivar especies que necesitan profundidad; o aquellas que necesitan espacio para desarrollarse.
Contras	El número de plantas que se puede cultivar es limitado: entre una y tres plantas, dependiendo de las especies seleccionadas. Se necesitan muchos recipientes para tener una productividad representativa. De acuerdo con el origen de los recipientes, se deberán forrar para mantener la inocuidad. No optimizan espacio.

Fuente: Elaboración propia



Es indispensable adecuar la caneca con drenajes para eliminar los excesos de agua. Para esto se utiliza una puntilla gruesa, la cual debería estar caliente para realizar agujeros finos de drenaje. Se puede calentar con calor aplicado con un encendedor, una vela o la estufa a gas de la casa. También se pueden emplear brocas delgadas.

Camas plásticas

Son contenedores elaborados con plástico de un calibre que permite su estructura rígida para la siembra de varias especies de hortalizas de hoja, fruto, bulbo o raíz. Simula las eras de un cultivo en suelo blando y permite aprovechar el espacio horizontal (tabla 15).

Tabla 15. Camas plásticas como contenedor

		Características
		<p>Contenedor horizontal plástico armable que simula una era en suelo.</p>
Dimensiones (L x A x P)	2 m x 0,4 m x 0,25 m	
Elementos	Contenedor plástico con diseño establecido	
Material	Plástico de calibre 15 con protección contra rayos ultravioleta - UV	
Capacidad	16 plantas	

(Continúa)

(Continuación tabla 15)

Especies	Lechuga, aromáticas de porte bajo, coles, cebolla de bulbo, remolacha, acelga, arveja, zanahoria, repollo, brócoli, coliflor
Pros	Se puede sembrar una gran variedad de especies; es económico, no ocupa mucho espacio; simula las eras de un cultivo en suelo blando.
Contras	Tiende a deteriorarse por la acción del medio ambiente; se necesita una gran cantidad de sustrato

Fuente: Elaboración propia

Proceso de adecuación para siembra en camas plásticas

El proceso de adecuación de las camas para convertirlas en contenedores para su uso en la unidad productiva como un espacio para siembra se indica en la tabla 16.

Tabla 16. Camas plásticas para siembra

<p>Paso 1</p> 	<p>El plástico se extiende sobre una superficie horizontal libre de piedras o de suciedad (una mesa amplia o el piso) y en compañía de alguien más se realizan los siguientes dobleces: primero se doblan hacia adentro los dos extremos del plástico, como se muestra en la figura.</p>
<p>Paso 2</p> 	<p>Ahora, sobre este mismo pliegue, se dobla cada una de las dos puntas de los extremos, como muestra la figura.</p>

(Continúa)



(Continuación tabla 16)

<p>Paso 3</p>	<p>Por último, y conservando este nuevo doblez, se asegura que los dobleces queden bien definidos para evitar que la cama se desbarate.</p>
<p>Paso 4</p>	<p>Se procede entonces a elevar los cuatro bordes de la cama para formar la profundidad requerida para siembra. En seguida, se procede a reafirmar los dobleces para sostener el sustrato.</p>
<p>Paso 5</p>	<p>Se ajusta la estructura de la cama. Se toman los extremos longitudinales y se introduce por cada uno de los agujeros de la pared de la cama una cabuya que sirva de soporte para que ella no se abra más adelante con el uso.</p>
<p>Paso 6</p>	<p>Por último, las camas deben quedar muy bien ajustadas para evitar que se vayan a desarmar cuando ya se haya realizado la siembra sobre ellas.</p>

Fuente: Elaboración propia

Tubulares en plástico

Este tipo de contenedor es importante en la agricultura vertical, pues optimiza el espacio y el uso del sustrato; además, es económico debido a que se puede realizar con bolsas de plástico. Se debe contar con un sistema adecuado para el aporte de agua y nutrientes; en este momento, es relevante la selección de un sustrato enriquecido con materia orgánica y con una porosidad adecuada para que retenga la humedad y facilite el drenaje de los excesos en la parte inferior (tabla 17).

Tabla 17. Tubulares como contenedor

	<h3>Características</h3>
	<p>Se trata de un plástico negro grueso de forma tubular de 30 cm de diámetro y de 1 m de largo, aproximadamente, que se coloca de manera vertical para formar un cilindro. En el plástico se disponen cuatro caras de siembra. En cada cara se hacen de manera alterna cuatro orificios para trasplante. Como sistema de riego incluye un tubo ubicado en el centro del cilindro, al que se le realizan agujeros dispuestos en espiral cada 5 cm (25, 20, 15, 10 y 5 cm) de abajo hacia arriba.</p>
Dimensiones (L x A x P)	0,30 m de diámetro x 1 m
Elementos	Bolsa plástica negra gruesa; tubo PVC de 1/2 pulgada; tapón para tubo de 1/2 pulgada y embudo o pico de botella de gaseosa
Material	Plástico calibre 6 con protección contra los rayos ultravioleta - UV

(Continúa)



(Continuación tabla 17)

Capacidad	16 plantas
Especies	Lechuga, fresa, espinaca, acelga, apio, cebolla de bulbo, remolacha, aromáticas de porte bajo
Pros	Optimiza el espacio. El material es económico; se utiliza poco sustrato, se cultivan mayor número de plantas de manera vertical y se mejora el tiempo para riego.
Contras	No se distribuye bien el riego en todas las plantas. Con el tiempo, se apelmaza el sustrato, por lo tanto se debe volver a armar. Dado el peso del tubular lleno de sustrato, el plástico es susceptible a presentar daños mecánicos por el uso de elementos filosos o por una inadecuada manipulación.

Fuente: Elaboración propia

Proceso de adecuación para siembra en tubulares

El proceso de elaboración y adecuación de los tubulares para su uso en la unidad productiva como contenedor es muy sencillo y se indica en la tabla 18.

Tabla 18. Tubulares para siembra

Paso 1	
<p>Tomar el tubo con el que se va a construir el sistema de riego del tubular y ubicar el tapón en uno de sus extremos y se fija con silicona. Luego, los orificios se deben ubicar cada 5 cm (a los 25, 20, 15, 10 y 5 cm, o a lo largo del tubo, contados desde la ubicación del tapón de media pulgada). Después de definir los sitios, se perfora el tubo con una segueta o con una puntilla caliente.</p>	

(Continúa)

(Continuación tabla 18)

Paso 2	  <p>Después de realizados los agujeros, se instala el embudo, que ha sido sacado del corte del pico de una botella plástica de gaseosa. El tubo se introduce en el embudo, el cual quedará ubicado en la parte superior tanto del tubo en cuestión como del tubular. Ya ubicado en la botella (como muestra la figura), se calienta el extremo del tubo para expandirlo y evitar que salga el embudo del sistema de riego. Así mismo, se pega el tubo al embudo con silicona.</p>
Paso 3	  <p>Si se va a elaborar la bolsa para el tubular, se toma la lámina de plástico negro calibre 6, se enrolla por los extremos de mayor longitud y se sella con grapas. A continuación, se da vuelta para que queden las grapas por el lado interno y en el interior se ubica el tubo de PVC, que se ha sometido al paso 1. Si se tienen listas las bolsas para tubular, se procede a ubicar el sistema de riego dentro de ellas, cuidando que el tubo correspondiente quede en el centro de cada una, sobre todo en el momento de llenar el tubular con el sustrato.</p>
Paso 4	 <p>Se realizan agujeros en forma de U invertida (∩), en los sitios definidos para la siembra de las plántulas (se sugieren tres o cuatro por lado). Se debe mantener el pedazo recortado, ya que sirve como mecanismo de sostenimiento para la planta.</p>

(Continúa)



(Continuación tabla 18)

Paso 5	
	<p>Una vez armado el tubular, se cierra con alambre, que se enrolla en el extremo del tubular con ayuda de un alicate. La parte sobrante del alambre se utiliza para colgar el tubular a una estructura resistente y ubicada a una altura a la que se pueda regar el cilindro (aproximadamente 1,6 o 1,7 m).</p>

Fuente: Elaboración propia

Cojines en plástico

Este tipo de contenedor es fácil de elaborar y no ocupa mucho espacio, además reduce el tiempo de labores como la deshierba y permite hacer un uso eficiente del agua y el aprovechamiento de suelos duros (tabla 19).

Tabla 19. Cojines en plástico como contenedor

		Características
	<p>Estructura horizontal en plástico que es económica y en la que se pueden sembrar especies que tienen hábito de crecimiento en montículo (como la lechuga crespita) o cuyos frutos cuelgan de la planta (como la fresa o las hortalizas de bulbo).</p>	

(Continúa)

(Continuación tabla 19)

Dimensiones (L x A x P)	Se sugieren de 0,80 m de largo x 0,30 m de ancho x 0,15 m de profundidad. Varía de acuerdo con el espacio disponible.
Elementos	Plástico negro tubular. Pico de botella de gaseosa
Material	Plástico calibre 6 con protección contra rayos ultravioleta (UV)
Capacidad	Tres plantas
Especies	Lechuga, fresa, aromáticas de porte bajo, apio, cebolla de bulbo, remolacha.
Pros	Se puede tener en espacios pequeños, sobre una superficie que le sirva de soporte. Rápida construcción y bajos costos. No ocupa mucho espacio. Reducción del tiempo de labores y eficiente uso del agua.
Contras	Se restringe la gama de especies que se pueden cultivar con esta técnica según su profundidad.

Fuente: Elaboración propia

Proceso de adecuación para siembra en cojines

El proceso de adecuación de los cojines de plástico como contenedor para su uso en la unidad productiva como cometedor puede ser fácilmente replicado y no demanda mucho tiempo ni espacio (tabla 20).

Tabla 20. Cojines en plástico para la siembra

Paso 1	Para elaborar el cojín, se toma la lámina de plástico y se enrolla por los extremos de mayor longitud; se sella con grapas por uno de esos extremos y por uno de los de menor longitud. A continuación, se le da vuelta para que queden las grapas por el lado interno.
Paso 2	Se llena con el sustrato seleccionado por el orificio que quedó sin sellar y, una vez lleno, se cierra. Luego se elaboran los agujeros a determinada distancia, de acuerdo con la especie que se va a sembrar (0,2 m a 0,3 m).
Paso 3	Para aplicar el riego se pueden ubicar embudos elaborados con la parte superior de botellas plásticas.

Fuente: Elaboración propia



Cortinas en geotextil

Estas cortinas, elaboradas en geotextil, son adecuadas para su ubicación sobre superficies verticales; se debe garantizar que la tela sostenga el peso del sustrato y permita el drenaje de los excesos de agua (tabla 21).

Tabla 21. Cortinas en geotextil como contenedor

	Características Estructura en geotextil que permite sembrar especies de porte bajo, de ciclo corto, con un uso eficiente del espacio.
Dimensiones (L x A x P)	Se sugieren de 0,80 m de largo x 0,30 m de ancho x 0,15 m de profundidad. Varía de acuerdo con el espacio disponible.
Elementos	Polisombra, geotextil, grapadora, palo de madera o tubo de 1 m
Material	Polisombra de 80 %
Capacidad	Ocho plantas
Especies	Lechuga, fresa, aromáticas de porte bajo, cebolla de bulbo, remolacha
Pros	Se puede tener en espacios pequeños, sobre una superficie que le sirva de soporte. Rápida construcción y economía. No ocupa mucho espacio. Reducción del tiempo de labores y eficiente uso del agua.
Contras	Se restringe la gama de especies que se van a cultivar por esta técnica y se debe evaluar el material de acuerdo con las características de la zona donde se pretende usar.

Fuente: Elaboración propia

Proceso de adecuación para siembra en cortinas

Para la siembra en las cortinas se debe tener en cuenta la información presentada en la tabla 22. Es importante considerar la siembra de especies de diferentes colores y formas para que se convierta en un espacio decorativo.

Tabla 22. Cortinas en geotextil para la siembra

Paso 1	Se dobla por la mitad el geotextil, se coloca la polisombra sobre el geotextil y se cose el contorno con grapas, o si es posible con hilo. Se debe dejar un ojal en la parte superior para ubicar en soporte de la cortina.
Paso 2	Se realizan divisiones de entre 20 a 25 cm (que se cosen con grapas o hilo) tanto verticales como horizontales, con el fin de tener una cuadrícula. En cada una de las divisiones (o bolsillos) se hace un corte con bisturí a la polisombra y a la primera capa de geotextil. Así quedan formados bolsillos donde se sembrará.

Fuente: Elaboración propia

Elaboración de estructuras

La construcción de estructuras permite disponer estos contenedores de manera que se haga un uso eficiente del espacio vertical y de la radiación incidente, se faciliten las labores culturales y se proporcionen lugares acertados estéticamente. La capacidad de producción de cada estructura está ligada a que se planifiquen las siembras, lo que garantiza una producción constante para el hogar y el abastecimiento a una familia. Se deben seleccionar las dimensiones adecuadas según el personal encargado de las diferentes labores, la información presentada en las tablas es de referencia y para ser ajustada a las condiciones de cada predio o espacio seleccionado para la implementación de la huerta escolar de AUP.



Pirámide escalonada

La pirámide escalonada es una estructura diseñada con materiales como canaletas, plástico, tubos de PVC y guaduas, según la zona, que sirve para decorar los espacios y favorece la llegada de la luz para las plantas que se encuentran en los diferentes niveles (tabla 23).

Tabla 23. Materiales y características de la pirámide escalonada

		Características
		<p>Estructura construida con madera tratada. Sostenida en sus tres primeros niveles por hileras en madera, revestidas en plástico negro. El material empleado para las canaletas (i.e. PVC, metal, guadua) y sus características como profundidad y ancho determinan las especies a sembrar o su uso como semillero. Cada nivel de la pirámide constituye una canaleta que sirve de contenedor para la siembra. Por su cualidad estética, pueden ser utilizadas para mejorar el entorno visual. Se puede abastecer de agua de lluvia.</p>
Dimensiones (L x A x P)	Se sugieren de 2 m x 2 m x 1,70 m, o de 3 m x 3 m x 1, 8 m. Varía de acuerdo con espacio disponible.	
Elementos	Cuatro tablonces de madera aserrada de 1,5 pulgadas de grosor (2 m x 0,25 m) o (1,9 m x 10 pulgadas) y 8 tablonces de madera aserrada de 1,5 pulgadas de grosor (2 m x 0,10 m) o (1,9 m x 10 pulgadas). Materiales para las canaletas (plástico negro calibre 6, PVC, guadua), tornillos y alambre galvanizado.	

(Continúa)

(Continuación tabla 23)

Material	Madera, plástico, tubo de PVC. El tipo de madera depende de la disponibilidad de recursos en la zona.
Capacidad	150 plantas en promedio
Especies	Lechuga, rábano, papa, cebolla larga, cebolla de bulbo aromáticas, espinaca, zanahoria, cilantro, aromáticas y crucíferas de porte bajo y sistema radicular menor de 30 cm.
Pros	Diseño innovador. Buena producción que utiliza el espacio vertical; hasta 600 plantas de diversas especies. Uso de espacios de cultivo limitados. Se pueden sembrar varias especies. Construcción duradera. Aprovechamiento de la luz y del agua.
Contras	Se debe considerar el material de acuerdo con la zona donde se va a instalar, pues, al estar expuesto a la intemperie, se puede deteriorar rápidamente, según el mantenimiento que se realice. La guadua y PVC tienen poca profundidad para el desarrollo radicular de algunas especies

Fuente: Elaboración propia

Pórtico para tubulares

El pórtico es una estructura diseñada para colgar contenedores como tubulares plásticos y otros, elaborados con botellas. Pueden ser de diversos tamaños, dependiendo del espacio disponible, y permiten aprovechar el espacio vertical, con lo que se favorece la optimización del espacio (tabla 24).

Tabla 24. Materiales y características del pÓrtico para tubulares

		Características
<p>Estructura hecha, por lo general, de madera curada en la parte baja contra la pudrición, de unos 6 a 10 cm de diámetro. Consiste en dos o más paralelos sobre los que descansa un travesaño horizontal y que van a resistir el peso de hasta 5 tubulares cada uno.</p>		
Dimensiones (L x A x P)	Se sugieren de 2,5 a 3,0 m de ancho x 1,6 a 2,0 m de alto. Varía según el espacio disponible.	
Elementos	Dos paralelos de madera de 2 m, aproximadamente, 1 travesaño de madera de 2,5 a 3 m, palas, sacabocado, serrucho, puntillas de 2 ½ y de 3 pulgadas y tubulares.	
Material	Madera. El tipo de madera depende de la disponibilidad de recursos en la zona.	
Capacidad	150 plantas en promedio	
Especies	Lechuga, fresa, espinaca, acelga, apio y aromáticas de porte bajo.	
Pros	Se aprovecha el espacio vertical, lo que favorece la optimización del espacio. El material es económico. Utiliza poco sustrato. Se cultiva mayor número de plantas de manera vertical, en comparación con otros sistemas.	
Contras	No se distribuye bien el riego a lo largo del tubular. Requiere renovación constante del sustrato debido a que por su posición se apelmaza. Requiere un sitio bien iluminado para asegurar el crecimiento de las plantas. Requiere materiales de calidad para soportar el peso de los tubulares.	

Fuente: Elaboración propia

Estructura en malla

Es una estructura sencilla que utiliza el espacio vertical y permite el aprovechamiento de materiales como mallas y botellas que resultan de los residuos domésticos. El empleo de la malla brinda un soporte adecuado para las botellas que se pueden ubicar de manera vertical u horizontal (tabla 25).

Tabla 25. Materiales y características de la estructura en malla

		Características
Dimensiones (L x A x P)	Se sugieren de 1,0 a 2,0 m de ancho x 1,0 a 1,7 m de alto. Varía de acuerdo con el espacio disponible.	<p>Es una malla metálica en la cual se ubican botellas plásticas de forma vertical u horizontal. En una malla de 1,5 m x 1,5 m se colocan unas 50 botellas. Se pueden construir estructuras de una sola cara o de dos caras.</p>
Elementos	Cinco listones de madera: dos de 1,0 a 1,7 m ubicados verticalmente, dos palos de 1,8 m ubicados en diagonal y uno de 1,0 a 2,0 m ubicado horizontalmente.	
Material	Malla, madera. El tipo de madera depende de la disponibilidad de recursos en la zona.	
Capacidad	De 50 a 100 botellas (plantas)	
Especies	Lechuga, rábano, zanahoria, cebolla de bulbo, arveja, remolacha, caléndula.	

(Continúa)



(Continuación tabla 25)

Pros	Optimiza espacios en relación con la cantidad de plantas por m ² . Utiliza elementos de fácil acceso. Facilidad para el riego y la recolección de hojas. Para especies de raíz profunda las botellas se pueden disponer en posición vertical. Permite la reutilización de botellas plásticas.
Contras	Se debe tener mucho cuidado con la ubicación (requiere un buen suministro de luz solar) y la adecuada distribución de las botellas en la malla (botellas muy unidas limitan el desarrollo de las plantas).

Fuente: Elaboración propia

Mesón de canaletas

El mesón de canaletas se puede ubicar alrededor de la microhuerta como cerca y en zonas donde, por las condiciones físicas o químicas del suelo, no se permite el cultivo de plantas. Las labores se realizan en una posición cómoda y ergonómica, por tanto, se deben considerar las dimensiones adecuadas según el personal encargado de las diferentes labores (tabla 26).

Tabla 26. Materiales y características del mesón de canaletas

	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="647 1097 1128 1166">Características</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="647 1166 1128 1619">Mesones construidos con canaletas de diversos materiales que estén disponibles. Se pueden ubicar alrededor de la microhuerta como cerca y están indicadas para zonas donde las condiciones físicas o químicas del suelo no permiten cultivar las plantas.</td> </tr> </tbody> </table>	Características	Mesones construidos con canaletas de diversos materiales que estén disponibles. Se pueden ubicar alrededor de la microhuerta como cerca y están indicadas para zonas donde las condiciones físicas o químicas del suelo no permiten cultivar las plantas.
Características			
Mesones construidos con canaletas de diversos materiales que estén disponibles. Se pueden ubicar alrededor de la microhuerta como cerca y están indicadas para zonas donde las condiciones físicas o químicas del suelo no permiten cultivar las plantas.			

(Continúa)

(Continuación tabla 26)

Dimensiones (L x A x P)	Se sugieren de 2,0 a 4,0 m de largo x 1,0 m de ancho x 0,10 a 0,20 m de profundidad. Varía según el espacio y las dimensiones de las canaletas disponibles.
Elementos	Canales, manguera para el sistema de riego por goteo, soportes, material para evitar lavado de los suelos hacia las canaletas de recolección del agua.
Material	Soportes metálicos, madera, canaletas de acero y tapas para canaletas. El tipo de madera depende de la disponibilidad de recursos en la zona.
Capacidad	En un m ² se producen de 20 a 30 lechugas con un peso aproximado de 250 g o 50 a 60 plantas de aromáticas o rábanos.
Especies	Lechuga, rábano, zanahoria, fresa, cebolla de bulbo y aromáticas de porte bajo.
Pros	Están indicadas para ubicar en zonas donde, por las condiciones físicas o químicas del suelo, no se pueden cultivar las plantas. Las labores se realizan con comodidad, lo que optimiza la actividad.
Contras	El espacio horizontal que se necesita es amplio y las especies que se pueden establecer están limitadas por las dimensiones de las canaletas.

Fuente: Elaboración propia

Mesones ergonómicos

Proveen condiciones apropiadas para el desarrollo de diferentes especies hortícolas. Su tamaño y características de diseño facilitan la realización de labores como la siembra, el desyerbe y la cosecha desde posiciones confortables que no afecten la columna y la circulación sanguínea, por tanto, es propicio para personas que tienen alguna limitación física (tabla 27).


Tabla 27. Materiales y características de los mesones ergonómicos

	Características
	<p>Contenedores de madera para sistemas hidropónicos convencionales o de raíz flotante. Tienen diseño ergonómico apto para diferentes personas.</p>
Dimensiones (L x A x P)	<p>Se sugiere de 1 m de alto, 1 m de ancho, 2 m de largo y 30 cm de profundidad. Varía de acuerdo con espacio disponible.</p>
Elementos	<p>Tablas de 1,0 m x 0,40 m; tablas de 2,0 m x 0,4 m; tablón de 1,0 m x 2,0 m; estacas en madera de 1 m de largo; plástico negro calibre 6, tornillos y chinchas.</p>
Material	<p>Madera curada. El tipo de madera depende de la disponibilidad de recursos en la zona.</p>
Capacidad	<p>30 plantas (distancia 0,25 m); 100 (distancia 0,15 m)</p>
Especies	<p>Lechuga, rábano, papa, cebolla larga, cebolla de bulbo, aromáticas, crucíferas de porte bajo y sistema radicular menor de 30 cm.</p>
Pros	<p>Permite aprovechar espacios tanto de suelo duro como blando, inhabilitados por factores físicos o químicos. Rápida construcción y economía. Provee condiciones apropiadas para el desarrollo de diferentes especies hortícolas. Facilita el desarrollo de las labores y el eficiente uso del agua.</p>
Contras	<p>Se debe seleccionar el material de acuerdo con la zona, porque, al estar expuesto, se puede deteriorar rápidamente, según el mantenimiento que se realice.</p>

Fuente: Elaboración propia

Proceso de construcción en mesones ergonómicos para siembra

El proceso de elaboración y adecuación de los mesones ergonómicos, como contenedores para su uso en la unidad productiva para siembra, requiere materiales e indicaciones específicas que se presentan en la tabla 28.

Tabla 28. Proceso construcción de los mesones ergonómicos

	<p>Paso 1</p> <p>Se toma una tabla de 0,5 a 1,0 m de largo x 15 cm de ancho, que se ubicará en un lateral, y se perforan dos hoyos pequeños a 0,5 m de la base.</p>
	<p>Paso 2</p> <p>Se debe construir un cajón de madera con cuatro tablas cuyas dimensiones dependen de la preferencia del usuario por un mesón rectangular o cuadrado (de 0,5, 1,0 m y 2,0 m), unidas con tornillos para madera. La base del cajón será un tablón de dimensiones que correspondan (0,5 m x 0,5 m; 1,0 m x 1,0 m; 1,0 m x 2,0 m).</p>
	<p>Paso 3</p> <p>Cada una de las estacas se ubica de manera que sean el soporte del cajón y se unen a él con tornillos. Estos cajones deben tener una pendiente de 5 % y un hoyo de drenaje para permitir la recolección de los lixiviados, que son los líquidos que se drenan como exceso de agua.</p>

(Continúa)



(Continuación tabla 28)

	<p>Paso 4</p> <p>Se procede a forrar el interior del mesón con el plástico negro de manera que el sustrato no tenga contacto directo con la madera.</p>
	<p>Paso 5</p> <p>Se llena el mesón con sustrato para sembrar las plantas.</p>

Fuente: Elaboración propia

Estructura ventana de hierro

Esta estructura contempla la utilización de recursos y potencialidades como muros y ventanas de una casa con iluminación suficiente en donde se ubicaban contenedores de tamaño reducido para la siembra de especies, principalmente aromáticas y medicinales (tabla 29).

Tabla 29. Materiales y características de la ventana de hierro

		Características
Dimensiones (L x A x P)	Se sugieren de 0,60 m x 1,0 m. Materas 0,13 m x 0,13 m. Varía de acuerdo con el espacio disponible.	
Elementos	Materas, alambre, ventana de hierro	
Material	Hierro (marco), plástico (materas)	
Capacidad	Dependiendo de las dimensiones de la ventana; nueve materas aproximadamente en ventana de 0,60 m x 1,0 m.	
Especies	Aromáticas, condimentarias, ornamentales	
Pros	Útil para adaptar en construcciones e infraestructuras de casas de zonas urbanas. Se aprovecha el espacio aéreo vertical de las paredes.	
Contras	No son recomendables para la siembra de todas las especies, ya que las materas tienen poco diámetro y profundidad. Requieren estar ubicadas en un lugar con alta incidencia de luz solar.	

Fuente: Elaboración propia



Lechugas flotantes

Las camas para este tipo de sistemas son las mismas que se usan en la hidroponía convencional. Adicionalmente, se debe disponer de un tapón removible (para recoger la solución nutritiva y limpiar la cama), láminas de poliestireno expandido (icopor) como estructura soporte de las plántulas y de espuma de baja densidad para insertarlas en el soporte (tabla 30) (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2003; Gilsanz 2007; Soria 2012).

Tabla 30. Materiales y características de las lechugas flotantes

	Características
Dimensiones (L x A x P)	Depende del tamaño del recipiente y del soporte, varía de acuerdo con el espacio disponible.
Elementos	Bandejas hidropónicas, soportes
Material	Plástico, icopor (poliestireno expandido), espuma
Capacidad	16 plantas/m ²
Especies	Lechuga, aromáticas, rábano, tomate
Pros	Para espacios en donde no hay suelo. La producción es rápida.
Contras	En muchos casos no se tiene fácil acceso a la solución nutritiva. Requiere un adecuado manejo de la oxigenación de la solución nutritiva y la preparación de la misma.

Fuente: Elaboración propia

¿Qué especies se pueden cultivar en AUP?

En el esquema AUP es posible cultivar diversas especies en diferentes espacios. El mejor diseño de un sistema debe considerar, entre otros, las características del espacio, el tipo de cultivo y las necesidades de alimentos por parte del grupo familiar o la comunidad.

Son varios los cultivos de especies vegetales que pueden ser incorporados dentro de las unidades productivas de AUP. Unos toman más tiempo dentro del proceso para producir cosechas que otros, por lo que el agricultor (estudiante, docente, familia) requiere hacer una planeación semestral, que le permita determinar las actividades de su unidad productiva como son: siembra, selección de especies que va a sembrar, prácticas de manejo, momentos oportunos de cosecha, etc. En las tablas 31 y 32 se muestran las principales características de algunos de los cultivos que se pueden establecer en AUP.

Para facilitarte la selección de especies que se van cultivar, a continuación, se presentan algunas opciones y las características más relevantes, que pueden ser usadas como referencia a la hora de abordar la siembra. Ten en cuenta que las distancias de siembras señaladas se ajustan a lo recomendado en suelos blandos, contenedores o estructuras que permiten la siembra de más de una planta.




Tabla 31. Principales características de los cultivos de clima frío que se pueden establecer en AUP

Especie	Características del cultivo	Tiempo de recolección	Propiedades
Apio	Requiere el establecimiento de semilleros, de preferencia bandejas de 200 alveolos. A los 60 o 70 días después de la germinación se trasplantan los brotes y, entre uno y otro, se deja un espacio de 30 cm.	120 a 130 días	En 100 g de materia fresca: Calorías: 17 Agua (%): 92 Proteínas (g): 2 Sodio (mg): 110 Potasio (mg): 300 Calcio (mg): 40 Vitamina C (mg): 12
Ají	Se siembra en bandejas de 200 alveolos. 50 días después, se trasplantan los brotes y se deja una distancia de 40 cm entre plantas.	140 días	Los rojos son muy ricos en vitamina C. Contiene más vitamina A que cualquier otra planta comestible. Excelente fuente proveedora de vitamina B, hierro, tiamina, niacina, potasio, magnesio y riboflavina.
Arveja	Se siembra directamente una semilla cada 10 cm, dos semillas cada 20 cm o tres semillas a 30 cm entre plantas. Requiere tutorado y amarre.	90 a 120 días	Alto valor nutricional. Contiene carbohidratos, alta fuente de proteínas, vitaminas A, B, C y niacina.
Acelga	Se siembra directamente a 30 cm entre plantas. También se puede trasplantar desde almácigo.	90 días	Vegetal con alto contenido de agua (90%) y vitamina A.
Brócoli	Se siembra en bandejas de 200 alveolos, y cuando las plántulas tengan 10 -12 cm de altura, hacia los 30 o 35 días de emergencia, se trasplanta y se dejan 40 cm entre plantas.	80 a 90 días	Alto contenido de vitaminas A, B y C. Fuente de proteínas y minerales.

(Continúa)

(Continuación tabla 31)

Especie	Características del cultivo	Tiempo de recolección	Propiedades
Calabacín	Esta especie puede germinar en bandejas de celdas grandes, de unas 128 celdas, o de mayor tamaño como las de 50 celdas. También se puede sembrar directamente al suelo con una distancia entre plantas de 75 cm y entre surcos de 150 cm.	45 a 65 días	Fuente de vitaminas B y C, potasio y, en menor proporción, de minerales como el magnesio, fósforo y hierro.
Cebolla de bulbo	Se siembra en bandejas de 288 alveolos o en semilleros en el suelo hasta que alcance aproximadamente 10 cm; luego se trasplantan los brotes a 25 cm entre plantas.	120 a 150 días	Fuente de sales minerales
Coliflor	Se siembra en bandejas de 200 alveolos hasta que alcance 10 - 12 cm con 4 hojas verdaderas; luego se trasplantan los retoños y se dejan 40 cm entre plantas.	80 a 90 días	Riqueza en calcio, fósforo, vitamina C y altos niveles de antioxidantes.
Espinaca	Se siembra directamente a 20 cm entre plantas. También se adapta al sistema de trasplante desde almácigos.	45 a 60 días	Altas cantidades de vitaminas A, C y E.
Lechuga	Se siembra en bandejas de 200 alveolos y, cuando los brotes alcanzan de 8 a 10 cm o 4 hojas verdaderas, se trasplantan a 30 cm uno de otro.	70 a 80 días	Rica en hierro, potasio y vitaminas A, B y C.

(Continúa)



(Continuación tabla 31)

Especie	Características del cultivo	Tiempo de recolección	Propiedades
Papa	Se puede usar como material de siembra la papa entera (semilla asexual) si pesa entre 30 y 50 g. La papa criolla se siembra directamente a 30 cm de distancia entre plantas y 70 cm entre filas. Las otras variedades, a 40 cm entre plantas y 80-90 cm entre surcos.	Varía dependiendo de la especie; entre 90 y 120 días	Fuente importante de vitamina C, hierro, fósforo y complejo B.
Perejil crespo	Se siembra directamente a 15 cm de distancia entre plantas y 30 cm en entre filas. También se puede trasplantar.	100 días. Luego se corta cada 10 o 15 días	Fuente de vitaminas A, B (B1, B2) y C, hierro, calcio, potasio, yodo y magnesio.
Orégano	Se siembra directamente a 20 cm de distancia entre plantas y 40 cm en entre filas. También se adapta al sistema de trasplante desde almácigos.	60 a 90 días	Condimento. Aporta vitaminas como niacina y betacaroteno; aceite esencial rico en timol, cineol alfa terpireno, limoneno; minerales como potasio, hierro, manganeso, zinc, cobre y hierro; y ácidos rosmarínico, palmítico, esteárico y oleico, principalmente.
Repollo	Se siembra en bandejas de 200 alveolos hasta tener 10 - 12 cm de altura para trasplantar a una distancia de 40 cm entre plantas.	120 a 140 días	Vegetal con alto contenido de agua (90%) y vitamina C.

(Continúa)

(Continuación tabla 31)

Especie	Características del cultivo	Tiempo de recolección	Propiedades
Remolacha	Se siembra directamente a 10 cm de distancia entre plantas y 30 cm en entre filas.	90 a 100 días	Fuente de vitaminas A y C.
Tomate	La semilla se siembra en bandejas o macetas pequeñas hasta que tengan una altura de 10 a 12 cm y 30 - 35 días de germinados, para luego trasplantar a una distancia de 40 cm entre plantas. Requiere tutorado y amarre.	125 días	Fuente de carotenos, calcio y vitamina C.
Zanahoria	Se siembra directamente en la cama bien preparada, y la semilla se suelta a 5 o 10 cm de distancia entre plantas y filas. La profundidad de siembra de semilla es casi superficial.	90 a 100 días	Fuente de fibra y vitamina A.
Achira	La propagación es vegetativa, a través de los rizomas. El cultivo puede darse en un amplio rango de precipitaciones, de 250 a 4.000 mm anuales. La achira parece ser de fotoperiodo neutro, ya que se encuentra cultivada en un vasto rango de variación de luz.	270 días. Hasta 1 año	El almidón es ideal para elaborar productos panificados de fácil digestión, además, sus propiedades funcionales la convierten de gran utilidad en farmacéutica, manufactura de adhesivos y la industria textil y de papel.

(Continúa)



(Continuación tabla 31)

Especie	Características del cultivo	Tiempo de recolección	Propiedades
Curuba	<p>Crece bien entre 2.000 y 3.000 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas de 8 °C a 16 °C. La humedad relativa no debe ser muy alta, 65 a 75 %. Las precipitaciones deben estar entre 1.500 y 2.000 mm anuales, bien repartidos, porque la floración y fructificación ocurren durante todo el año. Se propaga por semilla o por estacas.</p>	10 a 12 meses	<p>Tiene extractos que producen efectos depresores sobre el sistema nervioso central y actúan como sedantes, tranquilizantes, calmantes y contra el insomnio. También se utiliza como antiespasmódico, diaforético, hipotensor, diurético, febrífugo. La cocción de las hojas se emplea para el dolor de cabeza y tratar afecciones de hígado y riñones.</p>
Fríjol	<p>Crece bien en temperaturas entre 15 y 27° C. Sin lluvia excesiva ni vientos fuertes. El fríjol es una especie de días cortos; los días largos tienden a causar demora en la floración y la madurez. Se propaga por semillas. Su densidad de siembra esta entre 200.000 y 250.000 plantas por hectárea.</p>	60 días	<p>Los fríjoles tienen un alto contenido de proteínas y de fibra, además de que son un excelente aporte de minerales.</p>
Habas	<p>Se desarrolla en temperaturas entre 15° y 22° C. Se siembra directamente en sitio; las semillas se disponen en líneas o caballones, con una distancia entre líneas de 50 a 60 cm y de 25 a 30 cm entre plantas. La emergencia se produce entre los 8 y los 12 días, dependiendo de la temperatura.</p>	90 días	<p>Es muy nutritiva y rica en proteínas. Las semillas inmaduras son ricas en carbohidratos y proteínas. A medida que maduran, endurecen y ganan en almidón, por lo que se deben recolectar antes de su maduración.</p>

(Continúa)

(Continuación tabla 31)

Especie	Características del cultivo	Tiempo de recolección	Propiedades
Jíquima o cubio	Es una planta originaria de los Andes centrales, y la mayor producción se encuentra en Bolivia y Perú, entre los 3.500 y 4.100 msnm. Se siembran los tubérculos directamente en el sitio.	150 a 210 días	Contienen altos niveles de isotiocianatos (glucosinolatos), conocidos por sus propiedades insecticidas y medicinales. Es diurético y remedio contra las dolencias del riñón.
Maíz	Se adapta a altitudes entre los 0 y 2.600 msnm, y temperaturas entre 13 a 27 °C. Precipitación entre 800 y 1.500 mm/año. No tolera sequía ni heladas. Para producción de maíz se emplean 40.000 plantas/ha. Se realiza siembra directa de la semilla.	120 a 210 días	La cubierta seminal o pericarpio se caracteriza por un contenido de 87 % de fibra cruda. El endospermo contiene 87 % de almidón, aproximadamente 8 % de proteínas y un contenido de grasas crudas relativamente bajo.
Oca o ibia	Crece entre los 3.000 y los 3.900 msnm, se desarrolla mejor con temperaturas frescas, entre 11 y 24° C y en un lugar sombreado pero luminoso. Es resistente a las heladas.	220 días	Alto en proteínas, con un buen balance de aminoácidos, también es una buena fuente de fibra y alto contenido de antioxidantes.
Tomate de árbol	Crece bien entre los 1.600 y 2.600 msnm, con temperaturas promedio entre los 16 y 22 °C y alta nubosidad o ambiente sombreado. Puede resistir temperaturas de 0 °C durante un corto tiempo. Se hace trasplante de plántulas obtenidas de semilla o de estaca.	10 a 14 meses	Tiene altos niveles de fibra, vitamina A, B, C, K, minerales, calcio, hierro y fósforo.

(Continúa)



(Continuación tabla 31)

Especie	Características del cultivo	Tiempo de recolección	Propiedades
Uchuva	En los trópicos se adapta mejor en altitudes entre 1.800 y 2.800 msnm, temperaturas entre 13 y 18 °C y precipitación entre 1.000 y 20.000 mm bien distribuidos en el año. Es susceptible a las heladas, necesita buena iluminación y protección contra los vientos fuertes.	180 a 210 días	Alto contenido de vitamina A y de ácido ascórbico
Ulluco o chugua	Crece desde el nivel del mar hasta los 4.000 msnm. Soporta las sequías, pero en época de crecimiento requiere unos 800 a 1.400 mm de precipitaciones.	150 a 270 días	La composición nutricional del tubérculo fresco es de 85 % de humedad, 14 % de almidón y azúcar, y 1 % de proteínas. Seco, del 72 al 75 % son carbohidratos, 10 a 16% proteínas, 4 a 6 % fibra y alrededor de 1 % lípidos. Aportan así unas 360 calorías por 100 g.

Fuente: Jaramillo y Lobo 1983; Rodríguez 2000; Farmaverde 2006; Jaramillo et al. 2007; Tapia y Fries 2007; Sánchez et al. 2012; Aguilar-Murillo et al. 2013



Tabla 32. Principales características de los cultivos de clima cálido que se pueden establecer en AUP

Especie	Características del cultivo	Tiempo de recolección	Valor nutricional
Ají dulce	El ciclo total del cultivo desde el trasplante hasta cosecha es de 160 días; la germinación, 7 días; el desarrollo vegetativo es de 46 días, la etapa de floración 11 días, la fructificación 14 días y la cosecha 82.	160 a 180 días	Constituye una fuente muy importante de vitamina C si se consume crudo. Además aporta betacarotenos e hidratos de carbono de absorción lenta y fibra.
Ají tabasco	El ají tabasco es una planta tolerante a temperaturas elevadas. Se adapta a suelos arcillosos hasta franco arenosos, con buen contenido de materia orgánica. Se trasplantan los brotes a los 25 días después de siembra.	110 días	Fuente rica en vitamina C y provitamina A. Su contenido en vitamina B6, potasio, magnesio y hierro también es importante, pero, además, tienen la propiedad de permitir la absorción de hierro no hemático incluido en granos y legumbres.
Batata	Se adapta bien a climas cálidos, con temperaturas medias durante su crecimiento entre 21 y 24 °C. Suele ser medianamente resistente al viento debido a su porte rastrero. La siembra se realiza por esqueje; 0,1 m entre plantas y 1,5 m entre surcos.	90 a 100 días	Fuente natural de potasio. Contiene betacaroteno (vitamina A) y es muy nutritiva y rica en antioxidantes.

(Continúa)



(Continuación tabla 32)

Especie	Características del cultivo	Tiempo de recolección	Valor nutricional
Berenjena	<p>Planta herbácea, que requiere una temperatura óptima de 23-25 °C. Es una planta de trasplante a los 35 días después de siembra. Distancia de siembra de 0,70 a 1 m entre surcos y 0,80 a 1 m entre plantas. La germinación se presenta 8 días después de la siembra.</p>	80 a 90 días	<p>Alto contenido de fibra y potasio. Cantidades discretas de fósforo, calcio, magnesio y hierro. Las propiedades dietéticas se deben a sus componentes antioxidantes.</p>
Calabacín	<p>Para un buen desarrollo necesita temperaturas que oscilen entre los 18 y 25° C. Esta especie puede germinar en bandejas de celdas grandes, de unas 128 celdas o de mayor tamaño como las de 50 celdas. También se puede sembrar directamente al suelo, a una distancia entre plantas de 75 cm y entre surcos de 150 cm.</p>	40 a 60 días	<p>Presenta un alto contenido en agua y fibra y un bajo contenido de hidratos de carbono y sodio. Fuente de vitaminas B, C y potasio.</p>
Candia	<p>Para su crecimiento requiere zonas con temperaturas entre 22 y 35 °C y baja humedad relativa ambiental. La distancia de siembra es de 75 a 90 cm entre planta en hileras de doble surco y de 20 a 40 cm entre plantas que forman los dobles surcos. La altura de cama es de 20 a 25 cm.</p>	90 a 120 días	<p>Altas cantidades de fibra, vitamina B6 y ácido fólico.</p>

(Continúa)

(Continuación tabla 32)

Especie	Características del cultivo	Tiempo de recolección	Valor nutricional
Cúrcuma	<p>La temperatura media óptima para su cultivo está entre 24 a 28 °C y necesita suelos con buen drenaje francos. El material de propagación está constituido por los rizomas, las cuales pesan entre 20 y 50 g cada uno. El distanciamiento de siembra es de 50 cm entre surcos y 30 cm entre plantas.</p>	<p>210 a 300 días</p>	<p>Contiene curcumina (ácido turmérico), una materia colorante amarilla, insoluble en agua. Presenta propiedades terapéuticas como antioxidante natural.</p>
Espinaca malabar	<p>Se suele sembrar directamente a 20 cm entre plantas y a 50 o 60 cm entre surcos; es bastante exigente en nutrientes. También se pueden preparar semilleros.</p>	<p>45 a 60 días</p>	<p>Presenta altas cantidades de vitaminas A, C y E.</p>
Frijol mungo	<p>Se produce en suelos ligeramente arcillosos y arcillo-arenosos. Se siembra directamente a 60 cm entre surcos y 5 cm entre plantas.</p>	<p>60 a 70 días</p>	<p>Es fuente de fibra dietética y hierro. Bajo en calorías.</p>
Habichuela	<p>Se establece en zonas con temperaturas entre 14 y 25 °C. Se siembra directamente a 50 cm entre surcos y 30 cm entre plantas, germina a los 6-8 días.</p>	<p>60 a 65 días</p>	<p>Buena fuente de proteínas, vitamina A, tiamina, riboflavina, hierro, fósforo y potasio, y una muy buena fuente de vitamina C, ácido fólico, magnesio y manganeso.</p>

(Continúa)



(Continuación tabla 32)

Especie	Características del cultivo	Tiempo de recolección	Valor nutricional
Jengibre	Se adapta a altitudes entre 0 a 1.000 msnm, temperaturas entre 22 y 28 °C y humedad relativa entre 70 y 90 %. La siembra de los rizomas es directa, a 100 cm entre surcos y 40 cm entre plantas.	240 a 300 días. Hasta 3 años de producción	Especia que se utiliza principalmente para agregar sabor agradable tanto a comidas como a bebidas; también es utilizado como fitoterapéutico y farmacológico.
Melón	Se puede sembrar desde los 0 a los 1.500 msnm. Requiere suelos francos, con alto contenido de materia orgánica. Se siembra de manera directa y germina a los 10 días.	85 días	Rico en vitaminas B y C, lo que le otorga propiedades beneficiosas para la piel y los nervios.
Pepino	Es una planta anual, herbácea, de crecimiento rastrero. Se adapta a temperaturas comprendidas entre los 18 a 25 °C. Se siembra en lomillos, montículos o directamente en el suelo. La distancia entre surcos varía entre 1,2 y 1,5 m y la distancia entre plantas es de 20 cm. La siembra se efectúa en hoyos de 2 a 3 cm de profundidad, en los que se colocan de tres a cuatro semillas por sitio. La emergencia de la semilla ocurre entre los 4 y 6 días después de la siembra.	75 a 90 días	Contiene un 96 % con agua, 2 % de hidratos de carbono, 0,7 % de proteínas y 0,2 % grasas. Es un potente hidratante cutáneo gracias, entre otros, a las vitaminas B y C que posee.

(Continúa)

(Continuación tabla 32)

Especie	Características del cultivo	Tiempo de recolección	Valor nutricional
Pimentón	<p>La temperatura óptima para su crecimiento se encuentra entre 17 y 29 °C; se puede establecer entre 0 y 2.100 msnm y sembrar directamente o por trasplante. La germinación se presenta entre los 10 y 15 días después de la siembra; el trasplante se hace dentro de los 40 y 45 días.</p>	120 a 180 días	<p>Alto valor nutricional. Contiene betacaroteno, licopeno y caroteno. Vitaminas: A, B2, B6, C y E. Minerales: calcio, hierro, fósforo, magnesio, potasio y sodio. Agua e hidratos de carbono. Su contenido de fibra es alto. Bajo en proteínas por lo que casi no aporta grasas.</p>
Sandía	<p>Para un óptimo desarrollo requiere climas cálidos con temperaturas que oscilen entre los 23 y 28 °C y humedad entre 60 y 80 %. Se puede efectuar siembra directa o trasplante. Germina a los 5 días y la floración ocurre a los 34 días.</p>	70 a 90	<p>Fuente importante de agua y licopeno (antioxidante).</p>
Tomate	<p>La temperatura óptima para su establecimiento es de 25 a 35 °C. La siembra es por trasplante, la germinación se presenta entre los 5 y 8 días después de la siembra; el trasplante se hace entre los 20 y 30 días después.</p>	100 a 150 días	<p>Alimento con pocas calorías. La mayor parte de su peso es agua e hidratos de carbono. Tiene gran cantidad de minerales como potasio y magnesio, y vitaminas B1, B2, B5 y C. Presenta carotenoides como el licopeno y la vitamina C que le confieren poder antioxidante.</p>

(Continúa)



(Continuación tabla 32)

Especie	Características del cultivo	Tiempo de recolección	Valor nutricional
Yuca	Se prepara siembra directa y manual. La distancia de siembra está en función de factores como el hábito de crecimiento del clon y la fertilidad del suelo, entre otros. Puede oscilar entre 90 cm y 140 cm entre plantas y surcos.	240 a 270 días	Sus raíces tienen entre 73,7 y 84,9 % del peso seco total en almidón.
Zapallo o ahuyama	Se siembra entre 0 y 2.000 msnm, de manera directa, con distancias entre 2,5 y 4 m entre surcos y de 2 a 2,5 m entre plantas. La germinación ocurre de 4 a 5 días después de la siembra; luego viene el estado de plántula hasta que se inicia la formación de la guía principal. La floración se presenta a los 40 días.	70 a 115 días	Las semillas se pueden consumir asadas o tostadas y presentan alto contenido de vitamina A. La semilla se destaca por alto contenido de aceite (hasta 39 %), proteínas (44 %) y fósforo (1 %).

Fuente: Vallejo y Estrada s. f.; Ministerio de Agricultura y Ganadería 1991; Universidad Nacional Agraria La Molina 2000; Gutiérrez y Campos 2004; Miñambres 2005; Jaramillo et al. 2007; Cadena et al. 2011; Sánchez et al. 2012; Saiz y Pérez-Urria 2014

¿Cómo realizar la siembra?

En general, la siembra se puede efectuar de dos formas:

- Directa: se realiza cuando las semillas tienen un tamaño mayor a 4 mm y no tienen mayores dificultades para germinar y ser distribuidas sobre el área de siembra (figura 14). Para ello, se abre un hueco o una línea corrida en el sustrato y allí se deposita entre una y tres semillas, dependiendo de la especie. Del mismo modo, se dejan mayores o menores distancias entre hoyos y luego las semillas se cubren con una capa de sustrato, equivalente a una a dos veces el diámetro máximo de la semilla (es importante que la semilla no quede demasiado enterrada). Ejemplos de semillas de siembra directa son: haba, pepino, arveja, frijol, maíz, ahuyama, acelga, espinaca,

remolacha, zanahoria y cilantro. Algunos órganos aptos para propagación vegetativa también se siembran de manera directa, como con los de nabo y papa.

Se puede realizar al voleo (las semillas se distribuyen sobre toda la superficie de la cama), en línea (las semillas se colocan equidistantes en hileras) y a tres bolillos (en pequeños huecos distanciados que forman triángulo); se colocan dos a tres semillas a la vez.

Cuando se realiza al voleo, se esparcen las semillas directamente sobre el sustrato, tratando de propagarlas de manera uniforme sobre el área de siembra y, después, se cubren con una pequeña capa de sustrato, abono orgánico, aserrín, cascarilla de arroz, etc. La profundidad de siembra de las semillas debe ser como máximo de aproximadamente 1,5 a 2,0 veces el diámetro de la semilla; por ejemplo, si una semilla tiene 3 milímetros de diámetro máximo, entonces la profundidad de siembra de la semilla será de aproximadamente 4,5 a 6,0 milímetros.

Ahora aprenderemos a realizar una siembra directa en suelo blando. Para esto necesitamos: estacas, pita o cuerda, azadón y un letrero.

¿Qué debemos hacer?

1. Tener lista la cama o el terreno donde se va a sembrar, esto es, que el suelo esté liviano y no se encuentren terrones que pueda impedir el adecuado desarrollo de la semilla germinada.
2. Marcar las líneas de siembra con la pita atada a estacas colocadas en cada extremo de la cama.
3. Regar el terreno con una regadera o manguera.
4. Trazar los surcos o sitios de siembra guiándose por la pita; se emplean estacas de 1 a 2 cm de grueso. La profundidad del surco o sitio de siembra depende del tamaño de la semilla, pero no debe ser superior a su diámetro.
5. Distribuir las semillas ordenadamente en el surco de siembra.
6. Colocar en cada cama una estaca con el nombre de la especie que se sembró.
7. Tapar las semillas con tierra negra, abonada.





- Por trasplante: consiste en la siembra de plántulas con un desarrollo adecuado para permitir un buen establecimiento y desarrollo en condiciones de campo (figura 14). Requiere una fase previa en semillero o almácigo y se utiliza cuando las semillas son demasiado pequeñas o costosas y se tiene mejor adaptación de las plantas al ser sembradas cuando ya cuenta con un desarrollo adecuado (figura 15). Por ejemplo, al realizar el trasplante se pueden lograr más cosechas por año, en comparación con la práctica de realizar todo el ciclo desde siembra a cosecha en el sitio de producción. Las semillas se siembran, en primera instancia, relativamente cercanas (distancias entre semillas de 2 cm o más, dependiendo del tamaño de las semillas y del porte de las plántulas); cuando han germinado e iniciado su desarrollo y llegan a tener entre tres o cuatro hojas verdaderas, o 10 cm de altura, criterios que varían de acuerdo a la especie, iniciar su trasplante al destino final. Las áreas de semillero deben contar con suficiente protección y luz, con el objeto de tener plantas vigorosas en el momento de llevarlas al lugar donde serán plantadas finalmente.



Foto: Autores

Figura 14. Institución educativa distrital (IED) San Ramón, Funza, Cundinamarca.



Foto: Autores

Figura 15. Semilleros institución educativa distrital (IED), Facatativá, Cundinamarca.

Como semilleros se pueden emplear diversos tipos de recipientes: botellas plásticas, bandejas, bolsas, vasos, platos plásticos o de icopor, entre otros. Estos recipientes deben permitir que el sustrato tenga mínimo 2,5 cm de profundidad para que se desarrolle adecuadamente la radícula (figura 16).



Foto: Autores

Figura 16. Modelo de semillero de productores urbanos localidad de Bosa, Bogotá.



En AUP pueden servir como semilleros las botellas de gaseosa partidas de forma horizontal, las cajas de jugos o de leche, vasos, platos y bandejas de plástico o icopor (poliestireno expandido), cubetas plásticas, llantas partidas por la mitad, cajas de huevos, etc., o —si hay disponibilidad— bandejas de alveolos (figura 16). El sustrato que se va utilizar puede ser tierra mezclada con arena, turba, humus, arena o tierra enriquecida con humus, según la disponibilidad y características de las mezclas.



Ten en cuenta que:

Debes realizar el trasplante preferiblemente en las primeras horas de la mañana o al finalizar la tarde, cuando no hay mayor exposición de las plantas a la luz intensa del sol. Así mismo, el terreno o el recipiente al que trasplantes se deben regar previamente hasta alcanzar humedad media (también denominada capacidad de campo) sin generar encharcamientos. Luego de la siembra o trasplante, el mismo día, debes regar el terreno o el recipiente, con la precaución de no colocar directamente el chorro de agua sobre la semilla o plántula para no maltratarla o desenterrarla.

La humedad media o de capacidad de campo en el sustrato de trasplante se puede determinar mediante la prueba del puño. Para hacerlo, tomamos un puñado de sustrato que se debe sentir húmedo al tacto, sin mojar la mano. Luego lo apretamos y por entre los dedos deben salir algunas gotas de agua que al dejar de apretar se reabsorben. Si tenemos raíces fuertes y de un buen alcance, y suelos ricos en materia orgánica y nutrientes, nuestra planta se va a desarrollar de manera apropiada, lo que se traduce en un buen desarrollo del cultivo, tiempos adecuados de cosecha, menor incidencia en el ataque de plagas y enfermedades, mejor tamaño de la planta y mejor cantidad de nutrientes para el consumidor final.

El trasplante se emplea cuando la semilla es pequeña, se demora en germinar o requiere cuidado en esta fase; como ejemplo se tienen la lechuga, la espinaca, el tomate, la coliflor y la cebolla. Este tipo de siembra permite aprovechar recursos como la tierra, la semilla y la mano de obra, ya que en semillero o almácigo se protegen las plántulas del frío, el sol y la lluvia.

Después de preparado y sembrado el almácigo es esencial:

- Regar diariamente con agua y solución nutritiva; se emplea una regadera de gota fina.
- Remover la tierra dos veces por semana para evitar la formación de costras y el desarrollo de algas.
- Agrupar el sustrato en la base de las plantas conforme crecen para favorecer el crecimiento de las raíces.

Para realizar el trasplante, es decir la siembra de las plántulas en sitio definitivo, se debe tener en cuenta que las plántulas tengan entre tres a cuatro hojas verdaderas y estén vigorosas. El proceso se debe hacer temprano por la mañana, por la tarde o en días nublados. Se debe tener el suelo o sustrato preparado, haber señalado los sitios de siembra y, después de ubicar la plántula, afirmar la tierra alrededor cuidando de que no quede muy enterrada y no se dañen las raíces.

En ocasiones, en la unidad productiva, los cultivos se pueden plantar de modo que formen asociaciones, es decir, sembrar plantas que se van a ayudar mutuamente y que no van a interferir entre sí en su desarrollo, o que van a ser cosechadas en diferentes tiempos.

En este punto, es importante presentar el término *alelopatía*, que es una ciencia que atañe al control biológico de plagas y enfermedades mediante el uso de diferentes esencias y aromas que las plantas adultas sintetizan o secretan para favorecer o repeler las relaciones entre ellas, al igual que para atraer insectos benéficos o para rechazar el ataque de las plagas y enfermedades (Cadavid 1995; Agudelo 2001). Este método junto con prácticas acertadas en el manejo del agroecosistema favorece la reducción en la incidencia de plagas en los cultivos. Dos prácticas importantes son la asociación de cultivos, que consiste en la siembra simultánea de dos o más especies en un terreno, y la rotación de cultivos, que se refiere a la alternación en la siembra de especies con la finalidad de romper los ciclos biológicos de insectos y enfermedades, que pueden ser limitantes en las producciones. Las dos prácticas deben ser consideradas desde



la planeación de la siembra, ya que permiten un mayor aprovechamiento del espacio y los recursos, al emplear especies con diferentes requerimientos hídricos y nutricionales y sus características de crecimiento vegetativo y radicular. Se deben usar plantas de diferentes familias pues presentan distintas razones de carbono/nitrógeno (C/N), lo cual favorece un equilibrio en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, garantiza la producción de manera permanente y genera una mayor eficiencia en el uso de nutrientes disponibles para las plantas, del agua o la luz, lo que redundará en un mayor rendimiento de la unidad productiva en cuestión (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura s. f.; Saucá y Urabayen 2005). En la tabla 33 se presentan distintos tipos de asociaciones de cultivos y de plantas para diversos cultivos que se pueden desarrollar en AUP. Además, se muestran algunas asociaciones que pueden ocasionar efectos adversos por alelopatía en las plantas de cultivo.

Tabla 33. Efectos de las asociaciones de los cultivos en AUP

Cultivo o plantas	Buenas asociaciones	Malas asociaciones
<i>Allium porrum</i> L. (cebolla puerro)	Ajo, apio, espinaca, fresa y tomate	Arveja
<i>Allium cepa</i> L. (cebolla de bulbo)	Pepino, lechuga, remolacha, tomate, zanahoria, valeriana, fresa y perejil	Fríjol, arveja, habichuela, repollo y papa
<i>Allium sativum</i> L. (ajo)	Zanahoria, remolacha, tomates, coles, fresa, puerro y fríjol	Fríjol, arveja y habichuela
<i>Apium graveolens</i> L. (apio)	Repollo, tomate, espinaca y puerro	Papa, maíz y lechuga
<i>Pisum sativum</i> L. (arveja)	Fríjol, maíz, pepino, brócoli, coliflor, espinaca, lechuga, repollo, rábano y zanahoria	Ajo, cebolla puerro, papa, girasol, habichuela, puerro y tomate

(Continúa)

(Continuación tabla 33)

Cultivo o plantas	Buenas asociaciones	Malas asociaciones
<i>Beta vulgaris</i> L. var. Cicla (acelga)	Rábano, nabo, zanahoria y lechuga	
<i>Beta vulgaris</i> L. var. Esculenta Salisb (remolacha)	Cebolla, acelga, ajo, brócoli, papa, apio, lechuga, manzanilla, rábano y repollo	Espinaca, frijol de enredadera y pepino
<i>Brassica</i> sp. (familia de coles, coliflor, repollo, brócoli, etc.)	Leguminosas, apio, remolacha, caléndula y mejorana	Fresas, cebolla, repollo, papa, frijol de enredadera, ajo, hinojo y tomate
<i>Cucumis sativus</i> L. (pepino)	Arveja, frijol, maíz, rábano, ajo, apio, albahaca, cebolla, coliflor, brócoli, repollo, habichuela, espinaca y flores	Hierbas aromáticas, rábano, papa y tomate
<i>Cucurbita maxima</i> Duch (ahuyama)	Pepino, maíz y rábano	Ají picante y papa
<i>Capsicum annuum</i> L. (pimiento o pimentón)	Perejil y zanahoria	Girasol, tomate y rábano
<i>Capsicum frutescens</i> (ají picante)	Perejil y zanahoria	Ahuyama y girasol
<i>Carica papaya</i> (melón)	Árboles frutales, maíz y frijol	
<i>Daucus carota</i> L. (zanahoria)	Rabanito, rábano, tomate, ajo, acelga, cebolla y puerro	Eneldo y nabo
<i>Fragaria</i> L. (fresa)	Ajo, caléndula, cebolla, espinaca, eneldo, frijol, lechuga, puerro, rábano y valeriana	Familia de las coles

(Continúa)



(Continuación tabla 33)

Cultivo o plantas	Buenas asociaciones	Malas asociaciones
<i>Lactuca sativa</i> L. (lechuga)	Ají, zanahoria, rábano y pepino	Tomate
<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) (perejil)	Familia de coles, fríjol, tomate, rábano y espárrago	Apio y lechuga
<i>Rhapanus sativus</i> (rábano)	Arveja, lechuga, papa, pepino, apio, brócoli, cilantro, coliflor, espárrago, espinaca, fresa, fríjol, manzanilla, mejorana, perejil, repollo y zanahoria	Habichuela
<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. (tomate)	Caléndula, cebolla, espárrago, perejil, zanahoria, borraja, ajo, apio, albahaca, brócoli, repollo, espinaca y puerro	Remolacha, arveja, fríjol, habichuela, hinojo, papa y pepino
<i>Solanum melongena</i> L. (berenjena)	Otras hortalizas como apio, tomate y arveja	Cebolla y ajo
<i>Solanum tuberosum</i> L. (papa)	Berenjena, caléndula, fríjol, maíz, repollo, coliflor, brócoli, habichuela, rábano, menta, perejil y remolacha.	Lechuga, tomate, zanahoria, calabaza, ahuyama, girasol, pepino, tomate y arveja
<i>Spinacia oleracea</i> L. (espinaca)	Coliflor, fresa, lechuga, lechuga, apio, repollo, arveja, rábano, acelga, manzanilla, rábano, papa, borraja, habichuela y zanahoria	Remolacha
<i>Zea mays</i> (maíz)	Plantas leguminosas como arveja y fríjol –entre otras–; pepino, lechuga, rábano y papa	Frutales de hoja caduca

Fuente: Núñez 1994; Mejía 1995

Propagación vegetal

Con el fin de garantizar el número y diversidad de plántulas para sembrar en el huerto, se debe diseñar un espacio para la propagación, que consiste en la reproducción de una planta a partir de una semilla sexual u otro órgano vegetativo (semilla asexual) como tallos, hojas o raíces. Esto parte de la teoría que cualquier órgano de la planta puede originar otra de características iguales según las condiciones de crecimiento (luz, temperatura, nutrientes, sanidad etc.) (Rojas et al. 2004).

Propagación sexual

La mayor parte de las especies se multiplican por semilla. La semilla es un órgano sexual que al tener condiciones adecuadas de humedad y temperatura germina para producir una planta de iguales características a la que le dio origen. Es importante que las semillas se obtengan de plantas sanas y vigorosas, y que se emplee semilla de pureza varietal y física (Marulanda 2003; Pantoja y González 2014).

Si se van a extraer semillas, se debe seleccionar la mejor planta y el mejor fruto. Se extraen las semillas y se lavan con agua para eliminar restos de tierra o fruto. Luego se ubican en un papel periódico y se dejan secar a la sombra 2 a 3 días; se almacenan en bolsas de papel o frascos de vidrio.

Si las semillas se van a comprar, se debe verificar la siguiente información: especie, variedad, año de producción (la semilla no debe tener más de un año), poder germinativo (porcentaje de germinación), fecha del análisis de germinación, marca o empresa. Se debe garantizar la calidad de la semilla, es decir, que esté certificada, para evitar la dispersión de problemas fitosanitarios y garantizar la genética de las plantas (Jaramillo et al. 2012).

Antes de hacer un semillero se pueden hacer pruebas para verificar el porcentaje de germinación; para ello se emplea un recipiente y sustrato, que puede ser algodón, turba, tierra o la mezcla que se emplee en el semillero. Se toma una muestra de las semillas, depende de la cantidad inicial; por ejemplo, para un sobre de 1 g de semillas de lechuga se toman de 20 a 30 semillas que se ubican en un recipiente con sustrato húmedo o algodón y papel húmedo, sobre los



cuales se colocan las semillas; se procura mantener la humedad para que tengan condiciones adecuadas para la germinación, después de cinco a siete días se cuenta el número de semillas germinadas.

La propagación sexual se divide en directa, cuando la semilla se pone en el sitio en donde se va a desarrollar la planta desde su germinación hasta la cosecha, como es el caso de las semillas de cilantro, zanahoria, espinaca, arveja, frijol, maíz, remolacha, rábano, haba y caléndula. La propagación sexual indirecta o por trasplante corresponde a la siembra en un sitio de crecimiento o semillero para producir plántulas que posteriormente se llevan al lugar definitivo en donde se desarrollan, como ocurre con la lechuga, el tomate, el pimentón, el ají, la berenjena, la cebolla de bulbo, el apio, el repollo, el perejil, el brócoli, el calabacín, el maracuyá y la coliflor.

Como hemos mencionado anteriormente, algunas especies de siembra directa se pueden adaptar al sistema de propagación sexual indirecta, es decir, se pueden producir plántulas en almácigo para su posterior trasplante o siembra directa, como en el caso de los cultivos de calabacín, espinaca, acelga, remolacha, perejil crespo y orégano, entre otros (Pantoja y González 2014).

Propagación asexual

También conocida como propagación vegetativa, se emplea en algunas especies que, aunque pueden multiplicarse por semilla, se reproducen más fácilmente a través de partes vegetativas.

Existen varias formas de propagación asexual: por esquejes (son segmentos de tallos que, al colocarlos en un sustrato adecuado, pueden desarrollar raíces nuevas en sus extremos; por ejemplo, limoncillo, cidrón, orégano, menta, tomillo o toronjil), pies o hijuelos (son hijos o “piecitos” que se desprenden de la planta madre de la que salen, que se separan de ella y se siembran aparte para formar una nueva planta; por ejemplo, yuca, caña, menta o hierbabuena), tubérculos (son tallos modificados que la planta forma para almacenar reservas y sobrevivir y que, luego de generar brotes, se pueden colocar directamente en el sustrato de siembra para formar una nueva planta; por ejemplo, papa, ñame, batata, ulluco, oca o cubios), estolones (también conocidos como ‘tallos aéreos’, son tallos delgados, largos y horizontales que crecen algunos centímetros

a ras de la tierra y que pueden formar raíces y nuevos brotes que, una vez entren en contacto con sustrato, pueden formar una nueva planta; por ejemplo, fresa, menta o hierbabuena) y bulbos (son hojas modificadas que permiten a la planta reservar nutrientes y que pueden ser usados en siembra directa; por ejemplo, cebolla, cebollín o ajo). Se deben seleccionar las plantas más grandes y vigorosas para extraer el material para multiplicar (Pantoja y González 2014).

Manejo del semillero

Con el fin de obtener material de siembra con una calidad que permita su adecuado establecimiento y desarrollo, se deben brindar las condiciones ambientales y el empleo de materiales adecuados y debidamente desinfectados.

Como la AUP tiene un enfoque de seguridad alimentaria, debemos seleccionar semillas de varias especies que suplan la demanda alimenticia de las familias.

Otro aspecto que se debe considerar es la oferta permanente de alimentos. Así, debemos planear el semillero con una frecuencia de producción de alrededor de 15 días.





¿Qué materiales se requieren?

Los materiales básicos para realizar un semillero son los contenedores, la semilla, el sustrato y los materiales para el riego (tabla 34).

Tabla 34. Materiales requeridos para implementar un semillero

	
<p>Bandejas de germinación o recipientes plásticos</p>	<p>Semillas de hortalizas, aromáticas y ornamentales</p>
	
<p>Sustrato para germinación (tierra, turba, compost)</p>	<p>Micorrizas</p>
	
<p>Balde</p>	<p>Agua</p>
	
<p>Regadera de gota pequeña o atomizador</p>	<p>Guantes (látex o caucho)</p>

Fuente: Elaboración propia

¿Cómo hacer un semillero?

1. Agrupar el tipo de semilla (o propágulo) por bandeja. En una misma bandeja se pueden sembrar todas las semillas de hortalizas, pues en ocasiones no se requiere el material en cantidades, por tanto no es pertinente sembrar una bandeja por especie.
2. Preparar el sustrato. En un balde o recipiente plástico se pone el sustrato; luego se vierte agua hasta que se humedece, con precaución de no saturarlo. Una prueba para identificar si el nivel de humedad es correcto, consiste en tomar en la mano un puñado de sustrato húmedo y presionarlo fuertemente entre los dedos: si escurre agua en chorro hay mucho líquido; lo ideal es que apenas salgan unas pocas gotas.
3. Una de las técnicas utilizadas para mejorar la capacidad de absorción de nutrientes es la biofertilización con micorrizas. Se aplica 1 g de micorriza para enraizamiento por cada alveolo o planta que vayamos a germinar. Solamente las especies pertenecientes a la familia de las brassicas o crucíferas (rábano, repollo, brócoli) no lo requieren, puesto que no realizan este tipo de asociación benéfica.
4. Posteriormente, en la bandeja de germinación o en el recipiente plástico donde realizaremos la siembra, se pone el sustrato húmedo. Si las partículas son muy pequeñas, debemos procurar que los orificios de drenaje sean también pequeños. El sustrato húmedo no debe quedar muy compactado, porque de lo contrario no habrá condiciones de aireación necesarias para un buen desarrollo de las raíces de las plántulas.
5. Al realizar la siembra por semilla, se deben poner una o dos semillas por espacio de germinación. Esto depende del tamaño de la semilla y del porcentaje de germinación reportado en el sobre de las semillas; por ejemplo, si son pequeñas o reportan un bajo porcentaje de germinación, se recomienda sembrar dos semillas. La profundidad de siembra de la semilla debe ser por lo menos dos veces el diámetro de la semilla. Las semillas pequeñas se deben sembrar superficialmente y luego cubrir con una delgada capa de sustrato húmedo.
6. Si la siembra es por esquejes, también se pueden utilizar micorrizas, y se siembra un propágulo por espacio de germinación. El contenido de humedad de este sustrato debe ser óptimo para que los esquejes no se pudran ni se sequen.



7. Una vez sembradas las semillas o los propágulos, se debe marcar las bandejas con datos relevantes (especie, fecha de siembra, cantidad). Este registro se debe anotar y llevar en un cuaderno de campo o formato de seguimiento, con el fin de evaluar la germinación.
8. El riego debe garantizar que el sustrato mantenga una buena humedad. Por tanto, se debe regar el recipiente de germinación con cierta frecuencia, teniendo en cuenta las condiciones de humedad del sustrato que están directamente relacionadas con las condiciones climáticas.
9. Debido a que la semilla contiene los nutrientes necesarios para la germinación, debemos realizar el trasplante a campo, en el caso de AUP, a contenedores, una vez aparezcan por lo menos dos hojas verdaderas. Si vamos a mantener las plántulas por más tiempo en semillero, debemos realizar la aplicación de abono líquido, como el humus.



Prácticas de manejo de las unidades productivas

El desarrollo de proyectos de AUP debe considerar la implementación de prácticas de manejo integrado de los cultivos como son: siembra-producción-cosecha y manejo del agua, nutrición de las plantas y poblaciones de insectos y patógenos. Particularmente, se debe tener en cuenta que, en este caso, son actividades intensivas y se contará con diversidad de especies en diferentes estados de desarrollo, ya que se fundamentan en siembras temporalmente escalonadas y alternancia y rotación de cultivos. Si se desarrolla en espacio de suelo duro, es decir, hace uso de contenedores y sustratos, se disminuye el uso de mano de obra para realizar algunas prácticas culturales comunes a otros sistemas de producción, tales como deshierbas. Sin embargo, hay actividades como la siembra o el trasplante, riego, eliminación de partes afectadas por insectos plaga o fitopatógenos en las cuales se requiere uso de la mano de obra que es aportada por la familia.

Uso adecuado del agua

El agua, como recurso vital, es primordial para el desarrollo de la agricultura ya que permite el crecimiento adecuado de las plantas, por lo cual se debe garantizar su disponibilidad para el riego. Además, se emplea para la limpieza y la desinfección de las herramientas, los recipientes o contenedores y de los productos cosechados (figura 17).



Foto: Autores

Figura 17. Riego del cultivo. Institución educativa distrital (IED) José María Obando, El Rosal, Cundinamarca.

La unidad productiva debe disponer de una fuente cercana de agua de calidad; es decir, un río, un pozo, una quebrada o el agua lluvia. Donde no existen estas fuentes de agua naturales, o donde la disponibilidad de ellas no es suficiente para el consumo de la huerta, se puede implementar la “cosecha de aguas lluvias”, recolectadas de los techos de las viviendas y almacenadas en baldes o tanques, entre otros (Cofie y Van Veenhuizen 2008).

Se debe garantizar el uso de agua segura en la huerta, para mantener los productos libres de contaminantes como son los microorganismos patógenos. En lugares donde no hay sistema de abastecimiento de agua segura, esta se debe tratar y mantener en condiciones seguras. Las personas deben participar en el trabajo de recolección y tratamiento del agua para que tenga características aptas que permitan su uso en el riego de las plantas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2012).

Algunos aspectos para hacer un uso adecuado de este recurso son:

- Nivelar la tierra del huerto para asegurar la uniformidad en el terreno, lo cual mejorará la distribución del agua en las plantas y el suelo.
- Captación de agua de lluvia. Aprovechar el agua de lluvia al máximo y recolectarla en recipientes; durante el periodo de precipitaciones, riegue solamente lo necesario.

- Aprovechar eficientemente el agua. Adoptar la técnica de riego más adecuada que permita ahorrar agua, evitar pérdidas por evaporación o por riego excesivo. El riego por goteo puede ser una buena opción para regar plantas o huertos pequeños.

La recolección de aguas de lluvia es la técnica de desviar o capturar la precipitación (aguas de lluvia) para usarla en la vida diaria (Water Use and Conservation Bureau s. f.).

Para construir un sistema de riego por goteo en huertas urbanas se pueden emplear botellas plásticas de capacidad de dos a tres litros, las cuales se perforan en la base o la parte superior (en las tapas), de manera que el agua salga gota a gota. Se deben ubicar cerca de la planta para que las raíces puedan tomar el agua.

Se puede ayudar a disminuir la cantidad de agua necesaria para el riego en el caso del cultivo en zonas duras (terrazas, patios, etc.), o por el tipo de recipiente, contenedor o la clase tipo de sustrato que se utiliza al cubrir este último con plástico, piedras pequeñas o pasto picado.

Si quieres aplicar un par de estrategias para la producción agrícola, de tal manera que no utilices el agua proveniente del servicio de acueducto del municipio, te aconsejo que:

1. Apliques las técnicas de cosecha de aguas lluvias en los predios urbanos.
2. Emplees los sistemas de reciclaje y recirculación del agua y los nutrientes incorporados al sistema de producción urbano.



Además, se puede disminuir la pérdida de agua por evaporación al mantener por más tiempo la humedad en el sustrato (IPES - Promoción del Desarrollo Sostenible et al. 2008), para lo cual se deben evaluar y dimensionar tanto las áreas de producción como los volúmenes de agua que se van a manejar y el nivel de consumo de la misma, según las especies que se van a producir.



Las diferentes especies tienen determinados grados de consumo hídrico; es decir, algunas necesitan más agua que otras. El requerimiento hídrico depende de las condiciones del tiempo meteorológico (temperatura, precipitación, humedad relativa, viento, radiación solar) en donde esté establecido el cultivo. Por ejemplo, en zonas con mayor temperatura, mayor velocidad del viento, mayor radiación solar y menor humedad relativa, las plantas tendrán un mayor consumo de agua si se comparan con aquellas ubicadas en zonas con las condiciones inversas (Leiton 1985).

Cosecha de agua

La cosecha de agua permite capturar o desviar agua que cae en forma de lluvia, para ser utilizada en el riego de las huertas. Como ventajas tiene que permite el ahorro de agua y dinero y, en algunas zonas, tiene bajo contenido de sales y ayuda a reducir la erosión (Carrasco et al. 2012).

El diseño y construcción de obras para captar y almacenar el agua de lluvia es una de las mejores soluciones para enfrentar la sequía y el cambio climático, y se puede adaptar a distintas condiciones sociales y ambientales. Para la captación se pueden emplear techos a pequeña escala o reservorios en una escala mayor (Desarrollo Comunitario de los Tuxtlas A.C. s. f.).

En la agricultura no se debe usar agua potabilizada como fuente de riego. Es costosa y únicamente para el consumo directo por parte de seres humanos.

Sin embargo, existen otros tipos de aguas cuya calidad es adecuada para la AUP. El agua lluvia recolectada es una de ellas.

También, podemos usar, o más bien reusar, el agua que utilizamos para lavar los alimentos y otros elementos del hogar, siempre y cuando no contengan ninguna sustancia química, como detergentes.



¿Qué materiales se requieren para realizar la cosecha de agua?

La cosecha de agua en huertos de AUP puede ser realizada con materiales de fácil acceso (tabla 35). La infraestructura dependerá del tamaño de la huerta y el volumen de precipitación a captar.

Tabla 35. Materiales requeridos para realizar la cosecha de agua

		
Canaleta	Bajante de PVC	Tubos de PVC de 3"
		
Acoples de PVC	Tapón de canaleta en PVC	Canecas

Fuente: Elaboración propia

¿Cómo realizar la cosecha de agua?

El agua captada de los techos requiere ser conducida por canales o tubos, dirigidos a un recipiente de almacenamiento cuya capacidad depende de la cantidad de agua que se pueda obtener. Se debe efectuar un constante mantenimiento y limpieza de esos receptores antes y después de la época de mayor precipitación, y el lugar de almacenamiento debe tener una tapa para que el agua no sea alterada por la luz, el polvo o el viento.

Estas son algunas recomendaciones que se deben considerar:

- Es necesario instalar la canaleta a lo largo de una pared o voladizo donde termine algún tipo de tejado.
- El lado de la canaleta que tiene el agujero de bajante se debe orientar en función del sitio donde se pueda ubicar una caneca receptora.
- Los tubos y acoples de PVC se deben usar para ajustar la conexión de la mejor manera y en función del espacio.



Se debe diseñar un proceso de filtrado, de forma práctica, sin requerir insumos costosos. Para eliminar hojas u otras partículas de gran tamaño, se puede ubicar una malla en la parte superior del recipiente; para eliminar partículas más pequeñas, se pueden emplear filtros de arena, gravas sílicas, piedra porosa, etc. (Ministerio de Salud s. f.).

El agua recolectada se debe dejar reposar durante algunas horas antes de ser usada, con el fin de que los distintos elementos sólidos que llegan a las canecas se depositen y precipiten en el fondo.

Manejo de residuos

Debido a las actividades domésticas y comerciales que se realizan diariamente en las ciudades, se originan materiales que aparentemente no tienen uso en otra actividad, que se convierten en desperdicios que van a los basureros a cielo abierto y que no tienen un adecuado manejo, por lo que son una fuente de contaminación. Estos residuos son valiosos para la agricultura urbana y periurbana, ya que se vuelven a utilizar como materia prima (residuos sólidos orgánicos) o como contenedores y organizadores de siembra (residuos sólidos reciclables). Estos desechos son de gran provecho para las familias y su uso favorece la protección del ambiente puesto que, al darles utilidad, disminuye el material que va a los basureros.

Aprovechamiento de los residuos sólidos reciclables

En agricultura urbana y periurbana los residuos (recipientes) plásticos que en su primera vida almacenaron productos alimenticios, bebidas para el consumo humano u otros productos que no generarían perjuicio a las plantas ni, por tanto, a la salud humana, pueden ser reusados.

Objetos como botellas de gaseosa, guacales, botellas de aceite casero, bolsas de leche, vasos de yogur, entre otros, son potencialmente contenedores (materas) que se pueden utilizar o reutilizar con fines de producción de plantas, pues proporcionan un lugar donde sembrar para aquellas personas que carecen de suelo debido a que viven en zonas urbanas o porque sus suelos presentan características particulares que dificultan el establecimiento de plantas. Estos recipientes son de alta duración y ocupan poco espacio; además, el manejo de las plantas se simplifica si están en estos contenedores.

Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos

Los residuos sólidos orgánicos (RSO) son todos aquellos que se pueden descomponer naturalmente por acción de organismos como lombrices, bacterias y hongos y que tienen en su estructura básicamente carbono, nitrógeno, oxígeno e hidrógeno. Pueden ser: papel, cáscaras de verduras, residuos de alimentos, frutos, bebidas, residuos de cosechas, algas, hojas de árboles, etc. (Corporación Regional del Magdalena s. f.). Los RSO son vitales para la agricultura urbana y periurbana, ya que se emplean para la elaboración del abono orgánico (compost, lombricompost, humus) que es utilizado en las unidades productivas (Gutiérrez y Realp 2012).

Con esta práctica, los grupos o familias que efectúan agricultura urbana y periurbana reducirán su volumen de basura en un alto porcentaje y, con un juicioso ejercicio de compostaje, podrían autosostener su unidad productiva con un sustrato abonado orgánicamente.

Cuidados y manejo de las unidades productivas de AUP

Una vez se tiene la unidad productiva establecida y las plantas se encuentran establecidas, para poder tener una buena cosecha, es primordial realizar algunas labores de mantenimiento al cultivo (figura 18).

Si la AUP se desarrolla con fines de comercialización, se deben cumplir unos requisitos mínimos de calidad que permitan competir con productos similares en el mercado local y garantizar hortalizas y frutas sanas y limpias.



¿Sabías que las prácticas de cultivo son todas aquellas actividades o labores comunes y necesarias dirigidas a la planta y al medio en que se desarrollan, que garantizan la mayor eficiencia y calidad de producción de los cultivos, al igual que la obtención de semillas de calidad?



Foto: Autores

Figura 18. Cosecha. Institución educativa distrital (IED), Facatativá, Cundinamarca.



Recuerda, en el desarrollo del cultivo se implementan, entre otras, las siguientes prácticas:

A continuación se exponen las principales prácticas que se deben implementar para obtener una cosecha exitosa.

- **Riego:** es indispensable realizar esta labor en forma apropiada, ya que en el momento en el que falte el agua para las plantas, estas pueden morir o presentar retrasos en su desarrollo. En lo posible, se debe regar durante las primeras horas de la mañana o al caer el sol por la tarde. La dosis de agua requerida se debe suministrar durante el tiempo apropiado, de manera que no se aplique muy poca pero tampoco se presenten excesos. También se debe tener en cuenta que la cantidad de agua aplicada a las plantas sea suficiente para que pueda ser absorbida rápidamente por el sustrato y se evite su saturación.

Recuerda:

Es importante regar directamente sobre el suelo y mantener el sustrato con la humedad suficiente, para evitar encharcar o generar excesos que puedan propiciar la aparición de hongos o escasez de agua que afecten el proceso de desarrollo del cultivo.



- Raleo: consiste en el retiro de plantas de la misma especie que crecen muy juntas (efecto de competencia), ya que pueden perturbar el desarrollo. Esto sucede en aquellos casos en que las semillas de las especies son muy pequeñas y se dificulta su dosificación, o en casos en que se deja poca distancia entre ellas. En cultivos de siembra directa se debe guardar la distancia necesaria para el pleno desarrollo de la planta en el momento de ser cosechada.
- Deshierbe o control de arvenses: es el retiro de hierbas que aparecen en el cultivo y que generan una competencia por espacio, luz o nutrientes que puedan afectar el adecuado desarrollo de las plantas. Las hierbas también se pueden convertir en focos de insectos y enfermedades.
El proceso de retiro de las hierbas que invaden la unidad productiva se puede hacer de forma manual o mediante el empleo de herramientas como rastrillo de mano —en huertos pequeños—, azadón o azadas. No se recomienda la eliminación de hierbas o plantas que no compiten con nuestro cultivo.



Una alternativa muy eficiente de control de hierbas es la de hacer un máximo uso del espacio de siembra, de tal manera que se cubra el suelo casi en su totalidad y quede poco espacio y luz para el crecimiento de ellas. También es favorable aplicar *mulch* o material vegetal como cascarilla, residuos de malas hierbas y de cosecha picados, entre otros, sobre la superficie del suelo, lo que, además, permite conservar la humedad, estabilizar la temperatura del suelo y no favorece la propagación de problemas fitosanitarios.

- **Aporque:** esta labor consiste en acercar un montón de sustrato alrededor del tallo, sobre el área de las raíces, de algunas plantas (tomates, pimentón, papa, remolacha o maíz) para mejorar su vigor y crecimiento, ya que este proceso estimula el crecimiento de nuevas raíces.
- **Podas:** algunas plantas necesitan el retiro de partes como hojas, ramas y frutos secos o enfermos, y podas de formación que mejoran la estructura y optimizan las cosechas. Entre los cultivos que necesitan este tipo de procedimiento están mora, tomate de árbol, tomate de mesa, pimentón, berenjena, calabacín, pepino, uchuva, lulo, curuba y hierbabuena.
- **Tutorado:** los tutores y tensores son soportes que ayudan al crecimiento de las plantas, para facilitar su desarrollo y evitarles daño mecánico por la acumulación de peso en exceso, producto del crecimiento en cuestión (por lo que no se pueden sostener por sí mismas), así como para impedir la presencia de enfermedades que se pueden dar por la humedad y el contacto con el sustrato. Los tutores pueden ser varas de madera, plástico o metal que se colocan para ayudar a sostener las plantas. Los tensores son utilizados en cultivos de arveja, tomate, pimentón, pepino y algunas variedades de frijol.
- **Aplicación de abonos y nutrición:** el abonamiento consiste en agregar materia orgánica al suelo con el fin de mejorar las condiciones biológicas, físicas y químicas del mismo. Entre los abonos orgánicos más utilizados tenemos: abonos verdes, abonos sólidos (compost, humus) y abonos líquidos (biopreparados). En la tabla 39 se incluye información sobre algunos insumos y abonos orgánicos sólidos y líquidos usados en AUP. En ese mismo sentido, en la tabla 40 aparecen algunas recomendaciones para la aplicación de abonos sólidos orgánicos, y en la tabla 51 se presenta información detallada sobre plantas que se emplean para preparar fertilizantes líquidos de uso en AUP.

- Rotación de los cultivos: sembrar la misma especie vegetal hace que el suelo pierda los mismos nutrientes en cada cosecha. Para conservar un balance, es necesario rotar hortalizas de hojas (lechuga, apio, perejil, acelga, cilantro o espinaca) con raíces y tubérculos (zanahoria, remolacha, rábano o papa); luego leguminosas (arveja o frijol) y, por último, flores o frutos (brócoli, coliflor o tomate) (figura 19). Se puede realizar la rotación en diferente orden. Alternar los cultivos en la unidad productiva a lo largo del tiempo, además de evitar el desgaste del sustrato, también ayuda a impedir la aparición de plagas o enfermedades persistentes, a la vez que se obtienen hortalizas de diferente tipo durante todo el año.

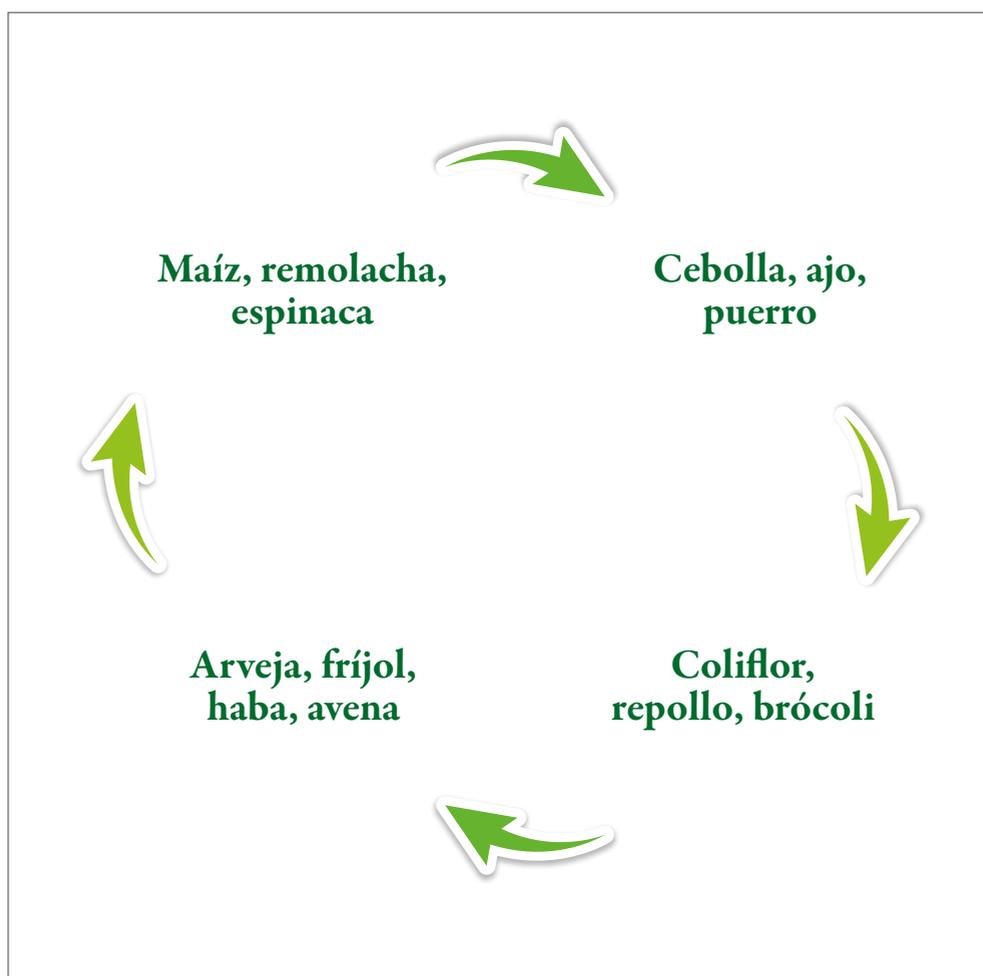


Figura 19. Diagrama de rotación de cultivos.

Fuente: Elaboración propia



COLEMPAQUE

Cereprota
INICIATIVA DEL
PROYECTO ESCALONADA: 3 NIVELES
CUBIERTA DE AGUA
3.80m x 1.80m x 1.80m

Cereprota
INICIATIVA DEL
PROYECTO ESCALONADA: 3 NIVELES
CUBIERTA DE AGUA
3.80m x 1.80m x 1.80m

El suelo y la nutrición vegetal

Las plantas necesitan un suelo o sustrato fértil para desarrollarse adecuadamente y poder extraer los nutrientes que requieren para su crecimiento en las diferentes etapas. La implementación de prácticas como la incorporación de abonos orgánicos, la rotación y asociación permiten mantener un equilibrio de los nutrientes y reponerlos extraídos en cosechas anteriores (Schonwald y Pescio 2015).

Fertilización: ¿cómo nutrir las plantas?

La fertilización es determinante para el buen crecimiento, desarrollo y producción de las plantas establecidas en la huerta y en las estructuras. Incluso, la nutrición de las plantas está íntimamente relacionada con el ataque de plagas o enfermedades. Según Francis Chaboussou (1969) “...una planta saludable, bien alimentada, difícilmente será atacada por 'plagas' y 'enfermedades'...”. A este concepto de equilibrio nutrición-biología se le denomina trofobiosis.

Podemos referirnos a dos grandes opciones de fertilización. La primera, a partir de soluciones nutritivas; y, la segunda, a partir de fertilizantes.



¿Cómo se preparan las soluciones nutritivas?

En el mercado existen muchos fertilizantes líquidos compuestos para sistemas hidropónicos. Estos fertilizantes son fuente de macronutrientes (N, P, K, Ca) y micronutrientes (S, B, Zn, Cu, Fe). Algunos son de tipo orgánico como el humus líquido o lombriabono líquido. Otros son preparados a partir de sales nutritivas.

1. Podemos utilizar fertilizantes líquidos comerciales a una dosis de 5 ml por L de agua. Es decir, el volumen de agua para un cajón de 50 cm x 50 cm x 10 cm, que es de 25 L, debemos emplear 125 ml de fertilizante.
2. Otra alternativa son los fertilizantes orgánicos líquidos (humus) a una dosis de 10 ml por 1 L de agua. Es decir, al volumen de agua anteriormente mencionado, debemos agregar 250 ml de dicho fertilizante.
3. Una alternativa más es la preparación del fertilizante líquido a partir de sales nutritivas. Para la elaboración de la solución se requerirá un recipiente plástico de 10 L en el cual se almacenará una solución fuente de macronutrientes (N, P, K, Ca) y otro de 4 L que contendrá los micronutrientes (S, B, Zn, Cu, Fe). En la tabla 36 se especifican las cantidades necesarias de sales y fertilizantes para la preparación de la solución de macronutrientes y micronutrientes. Los macronutrientes se disuelven en 6 L de agua y se aforan a 10 L. Los micronutrientes se disuelven en 2 L de agua y se aforan a 4 L. Ambos recipientes plásticos se deben almacenar en un lugar fresco y en oscuridad para que no haya precipitación de las distintas sales.

Tabla 36. Soluciones para la preparación de fertilizantes de sistemas hidropónicos

Macronutrientes		Micronutrientes	
Fertilizante	Cantidad	Fertilizante	Cantidad
Fosfato de amonio-NH ₄ PO ₃	340 g	Sulfato de magnesio-MgSO ₄ 6H ₂ O	492 g
		Sulfato de cobre-CuSO ₄ 5H ₂ O	0,48 g
Nitrato de calcio-Ca(NO ₃) ₂	2.100 g	Sulfato de manganeso-MnSO ₄	2,5 g
		Sulfato de zinc-ZnSO ₄ 7H ₂ O	1,2 g
		Ácido bórico-H ₃ BO ₃	6,2 g
Nitrato de amonio-NH ₄ NO ₃	1.100 kg	Molibdato de amonio-(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ 4H ₂ O	0,02 g
		Nitrato de magnesio-Mg(NO ₃) ₂ 6H ₂ O	920 ml
		Quelato de hierro (EDTA-Fe-13)	8,5 g

Fuente: Marulanda 2003; Gilsanz 2007

En la tabla 37 se presentan algunas diferencias entre plantas mal y bien nutridas como resultado de la fertilización inadecuada y adecuada, respectivamente.

Tabla 37. Efectos de la fertilización sobre las plantas en AUP

Plantas mal fertilizadas	Plantas bien fertilizadas
Pérdida uniforme del color verde de las hojas	Uniformidad del color de las hojas
Hojas nuevas que no alcanzan su tamaño normal	Desarrollo normal de las hojas
Crecimiento lento y raquítico de las hojas	Crecimiento adecuado de la planta
Sistema radical poco desarrollado	Sistema radical bien desarrollado
Disminución de la floración	Óptima cosecha
Aumento del ataque de insectos y enfermedades	Toleran mejor el ataque de insectos y enfermedades

Nota: los síntomas observados en plantas mal fertilizadas se pueden deber a deficiencia de varios nutrientes, agua y otros factores que afectan las plantas.

Fuente: Jardín Botánico de Bogotá (2007)

Aportes del suelo a la producción de las plantas

El suelo es uno de los recursos más valiosos para las plantas, pues es allí donde desarrollan sus raíces, con las que absorben el agua y los nutrientes indispensables para la vida. Al mismo tiempo, les sirve de anclaje para poder sostener toda su parte aérea, con la que realiza la fotosíntesis. Es clave, en consecuencia, la selección y preparación del suelo o sustrato en el cual se desarrollarán las unidades productivas (UITA y Secretaría Regional Latinoamericana 2002).

Es muy importante que se tenga en cuenta algunas características, tales como:

1. La capacidad de retención de humedad que pueda tener el suelo o sustrato.
2. La capacidad de descomposición o degradación del material orgánico.



3. La presencia de elementos nutritivos como nitrógeno (N), fósforo (P: en términos de fertilización, se habla de su estado como fosfato P_2O_5), potasio (K: en términos de fertilización, se habla de su estado como óxido potasio K_2O), y otros como calcio (Ca: en términos de fertilización, se habla de su estado como óxido CaO), magnesio (Mg: en términos de fertilización, se habla de su estado como óxido MgO), azufre (S) y otros esenciales.
4. Que no hayan microorganismos o residuos que puedan ser perjudiciales para el cultivo o para la salud humana.
5. La coloración preferiblemente oscura del sustrato o del suelo denota presencia de materia orgánica (MO), lo que es de gran importancia para el desarrollo de los cultivos en la huerta.
6. La fácil consecución del sustrato.
7. El costo reducido del sustrato.
8. El fácil manejo y transporte.

Para el caso del suelo, es necesario previamente verificar su textura, ya que la mayoría de especies hortícolas necesitan suelos sueltos y bien aireados que drenen o evacúen el exceso de agua pero que, a la vez, permitan disponibilidad de agua para las plantas. Los mejores suelos son aquellos con textura de franca arenosa a franca, ya que poseen una adecuada relación de las partículas de arena, limo y arcilla. Estos suelos muestran una adecuada retención de agua, con 7 al 12 % de agua disponible (Carrasco et al. 2010).

La toma de muestras de suelo permite la caracterización textural más precisa en un laboratorio, sin embargo, al realizar una calicata de 30 cm de profundidad se puede tener una aproximación muy válida. Si el suelo es arenoso, estará suelto aun cuando esté húmedo, por tanto, al formar una masa uniforme e introducirla en agua, se deshará fácilmente. Estos suelos no retienen agua y, en consecuencia, los nutrientes no estarán disponibles, se pueden mejorar con la incorporación de materia orgánica en pequeñas cantidades y con frecuencia.

Si el suelo es arcilloso, se presentará compacto y pegajoso, entonces, al formar una masa uniforme e introducirla en agua, no se deshará fácilmente. Retiene más agua, pero puede limitar su disponibilidad para las plantas e incluso favorece las condiciones para el desarrollo de hongos fitopatógenos; se recomienda mezclarlo con arena e incorporar materia orgánica para hacerlo más suelto y permeable.

Si el suelo es franco o limoso, se presentará compacto y menos pegajoso; se puede formar un cordón fino y desmenuzar entre los dedos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2006a; Carrasco et al. 2010).

Principios para la conservación del suelo

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2000), existen nueve principios generales que se deberían considerar como lineamientos básicos para desarrollar estrategias sobre los sistemas de manejo de suelos. A continuación, se presentan los tres más relevantes.

Aumentar la cobertura de los suelos

La cobertura se refiere al porcentaje de follaje o dosel vegetal verde. Es la parte aérea de las plantas que cubre el suelo o el sustrato que ayuda a protegerlo. Es considerado el principio más importante en el manejo sostenible de suelos ya que el empleo de abonos verdes y coberturas tienen las siguientes funciones (Jiménez y Añasco 2005):

- Reducen la erosión hídrica: la cobertura sobre el suelo lo protege de la fuerza de las gotas de lluvia y disminuye la separación de las partículas de los agregados de suelo, que es el primer paso en el proceso de erosión hídrica. Así mismo reducen el escurrimiento superficial del agua cuando llueve.
- Evitan el impacto directo de los rayos solares y del viento, por tanto, impiden la desagregación del suelo al evitar las costras superficiales.
- Aumentan la infiltración de la lluvia: ya que se mejora la aireación y porosidad del suelo. La protección del suelo debido a la cobertura evita la formación de costras y mantiene una mayor tasa de infiltración superficial.
- Conservan la humedad de los suelos, ya que reducen la pérdida de humedad por evaporación directa y aumenta la humedad disponible en el suelo. Esta combinación de mejor infiltración y menor pérdida de humedad por evaporación resulta en mayor humedad disponible para el cultivo.
- Favorecen la disminución de la temperatura: la presencia de cobertura disminuye sustancialmente la temperatura en los primeros centímetros de profundidad del suelo, favorece la germinación de las semillas, la actividad biológica, procesos microbiológicos y el crecimiento inicial del cultivo (Lal 1985). Así mismo permiten una estabilidad de la temperatura y baja exposición ante los cambios bruscos de temperatura ambiente.



- Mejora las condiciones de germinación de las semillas: la mayor conservación de la humedad en el suelo o sustrato y menores variaciones entre máximos y mínimos de temperatura en el suelo son condiciones apropiadas para la germinación de las semillas.
- Aumenta el contenido de materia orgánica de la capa superficial: la aplicación de residuos como cobertura o la incorporación de abonos verdes está directamente relacionada con la acumulación de materia orgánica en la capa superficial del suelo. Esto contribuye a mejorar la estabilidad estructural de los agregados superficiales, estimula la actividad biológica del suelo y, por ende, la porosidad; favorece el control biológico de plagas.
- Reduce el enmalezamiento: una buena cobertura ayuda a reducir sensiblemente la emergencia de muchas arvenses que compiten con las especies de interés por agua, luz y nutrientes, por tanto, se disminuyen los costos para su control. Sin embargo, con cantidades insuficientes de cobertura pueden ocurrir problemas de malezas, especialmente de algunas especies.
- Adicionalmente, favorecen la estructura y estabilidad de los suelos, disminuyen el lavado de los nutrientes hacia las capas más profundas, facilitan la fijación de nitrógeno atmosférico (especialmente al emplear plantas leguminosas) y sostienen la biodiversidad con macro y micronutrientes.

En la selección del abono verde o cultivo de cobertura se debe tener en cuenta que:

- La semilla sea fácil de conseguir, cosechar y reproducir.
- Se adapte a las condiciones de la región.
- Tenga un rápido establecimiento, crecimiento y elevada capacidad de cubrir el suelo.
- Produzca gran cantidad de biomasa.
- Tenga un sistema radicular profundo.
- Sea fácil de sembrar y de manejar.

Un tipo de cobertura es el *mulch*, que consiste en una cobertura orgánica seca y suelta que se utiliza para cubrir el suelo que rodea a las plantas, o que se localiza entre las hileras de plantas para proteger o mejorar la superficie cubierta por ellas. Se utiliza paja, hierba cortada, hojas, fibra de coco, bagazo de caña, cascarilla de café. Permite mantener la humedad del suelo, aumentar la actividad microbiana, la porosidad y la aireación del suelo.

Aumentar la materia orgánica del suelo

Este principio de conservación del suelo está relacionado con el anterior —incrementar la cobertura del suelo con materiales orgánicos—, en especial en los horizontes o capas más superficiales.

Los efectos beneficiosos del aumento de la materia orgánica del suelo son:

- Incremento de la estabilidad de los agregados superficiales: esto redundará en una mayor resistencia de los agregados frente al encostramiento o endurecimiento, a la erosión hídrica y eólica, y a la posibilidad de una mayor tasa de infiltración del agua en el suelo.
- Aumento de la capacidad de retención de humedad del suelo y la capacidad del suelo para retener nutrientes: este impulso es importante, en especial en suelos muy arenosos que, por tener una menor capacidad de retención de humedad frente a suelos de otras texturas, aumentan la susceptibilidad de las plantas a estrés por déficit de humedad.
- Estimula la actividad biológica del suelo: una mayor actividad de la macrofauna resultará en una mayor macroporosidad del suelo; a su turno, la microfauna permite una mayor incorporación y humificación de los residuos orgánicos.

La aplicación de abonos orgánicos preparados en las unidades de agricultura urbana y periurbana, mediante procesos de compostaje de los residuos orgánicos recomendados, permitirá, en el mediano plazo, la estabilidad y la mejora del contenido de materia orgánica en los suelos (figura 20).



Foto: Autores

Figura 20. Mezcla de sustrato en unidades familiares.



Aumentar la infiltración y la retención de humedad

La infiltración es el proceso por el cual el agua entra en el perfil del suelo. Depende de varios factores como la textura, la estructura, el material parental (roca base o madre) y el grado de compactación del suelo. En suelos establecidos solo se puede mejorar un poco con la selección adecuada de las prácticas de labranza, manejo de coberturas vivas, construcción de cortinas rompevientos, disminución de la pendiente e incremento de materia orgánica. En los sustratos —es decir, en el componente obtenido de la mezcla de materiales, los cuales permiten una buena germinación y desarrollo de las plantas— la infiltración se puede establecer a partir de la combinación de buenas texturas e incremento de la materia orgánica.

Los efectos benéficos de aumentar la infiltración y la retención de humedad de los suelos son:

- Mejora de la disponibilidad de agua para las plantas de la huerta.
- Incremento del rendimiento y de la producción de biomasa de los cultivos.
- Reducción de la pérdida de agua por escurrimiento superficial o escorrentía de los suelos.
- Disminución de la pérdida de agua, suelo y fertilizantes.

Mejoramiento de la fertilidad del suelo

Para aumentar la fertilidad química de los suelos se pueden emplear los siguientes mecanismos:

- Realizar un análisis del suelo que permita identificar cualquier deficiencia o desequilibrio nutricional en el suelo. Con base en él, determinar la adición de fertilizantes, fuente, dosis, forma y época oportuna de aplicación.
- Incorporar abonos orgánicos al suelo para mejorar la fertilidad, debido a su efecto sobre las propiedades físicas y químicas.
- Implementar la rotación de cultivos para aumentar la productividad de los suelos, dada su acción sobre las malezas, la competencia entre los cultivos y su labor preventiva ante plagas y enfermedades.
- Evitar el desperdicio de nutrientes y la quema de rastrojos.

- Aumentar los niveles de materia orgánica por medio de la aplicación de abonos orgánicos y materiales de cobertura, la siembra de leguminosas, rotación y asociación de cultivos, especialmente en suelos arenosos de baja fertilidad (figura 21).
- Aprovechar los procesos de reciclaje de nutrientes especialmente en zonas con problemas de lixiviados. Sembrar especies con sistema radicular profundo para que absorban los nutrientes de horizontes profundos y los lleven a la superficie a través de su biomasa.
- Seleccionar cultivos que se adapten a los contenidos de nutrientes de las zonas ya sea por exceso o deficiencia.

Vale anotar que el agua puede ser también considerada como un medio para llevar nutrientes a cultivos hidropónicos; esta técnica requiere un manejo especial para su implementación, pues el agua debe ser de buena calidad. Es fundamental el conocimiento de la preparación y uso de fertilizantes altamente solubles, infraestructuras básicas de circulación constante y dosificación de nutrientes adecuada y equilibrada.



Foto: Autores

Figura 21. Preparación del suelo en huerta escolar urbana. Institución educativa distrital (IED), Facatativá, Cundinamarca.



Al aire libre se puede fácilmente realizar una prueba que va a permitir conocer algunas características físicas del suelo que afectan el crecimiento de las plantas, como puede ser la textura.

Esta característica se puede identificar por medio de una sencilla prueba que consiste en humedecer el suelo con un día de anterioridad. Una vez pasado ese tiempo, tomar en la mano un puñado de este y apretarlo fuertemente. Si al abrir la mano la bola se deshace, el suelo tiene altos contenidos de arena; si la bola permanece apretada, tiene altos contenidos de arcilla, y si al apretarla se rompe en forma de migas, el suelo es franco (mezcla en cantidades aproximadamente similares de partículas de arcillas, arenas y limos) y tiene condiciones ideales para el cultivo.

Existen otros materiales de origen orgánico que son utilizados en la preparación de sustratos que se mezclan con el suelo negro o tierra, como la cascarilla de arroz y el aserrín o la viruta. No obstante, el aserrín puede generar problemas que afectan el crecimiento de las raíces de las plantas, especialmente si proviene de maderas rojas. Estos materiales no pueden ser utilizados en proporciones superiores al 20 % del total de la mezcla. En cualquiera de los dos casos, antes de ser utilizados es mejor humedecerlos y dejarlos fermentar con 10 o 20 días de antelación (Arce y Peña 2010).

Producción de abono orgánico

Se trata de un producto obtenido de la transformación de residuos orgánicos, por acción de diferentes microorganismos (hongos, bacterias, lombrices, entre otros) y factores ambientales (aire, agua y temperatura), los cuales pasan por un proceso de fermentación y descomposición antes de ser utilizados (UITA y Secretaría Regional Latinoamericana 2002).

El compost (abono orgánico) es el resultado de la descomposición biológica en condiciones controladas de los constituyentes de los residuos orgánicos. Ese control diferencia al compostaje de la pudrición natural, que es lo que más frecuentemente hacen los agricultores en las zonas rurales cuando simplemente “amontonan” los residuos orgánicos de la finca en un lugar sin ninguna otra medida de manejo, como puede ser la aireación, el enriquecimiento nutritivo para las plantas o el cuidado con las proporciones de los materiales utilizados en la preparación de la mezcla (Román et al. 2013).

La práctica del compostaje ha sido empleada por los agricultores desde hace muchos años, ya que es un medio para mejorar el contenido de materia orgánica de los suelos, su elaboración no demanda costos significativos dentro del sistema productivo y, al realizarlo con parámetros técnicos, no representa efectos negativos sobre los cultivos.

De manera global, la elaboración de compost incluye las siguientes fases (Román et al. 2013):

1. Fase mesófila. En esta se preparan las pilas de compost y la mezcla de materiales orgánicos y la aplicación de los activadores del proceso. Algunos de los materiales que se pueden utilizar son: paja, hojas, restos de cosecha, plantas, ceniza y desperdicios orgánicos de comida; o estiércoles de ovino, vacuno, equino, aves, etc. La temperatura aumenta de temperatura ambiente hasta los 45 °C en pocas horas o días, debido a la actividad de los microorganismos que utilizan las fuentes sencillas de carbono (C) y nitrógeno (N), es decir inician la descomposición generando calor.
2. Fase termófila o de higienización. Es la etapa en la que se alcanza una temperatura elevada, entre 40 y 80 °C. Los microorganismos mesófilos se reemplazan por aquellos que crecen a mayores temperaturas (bacterias termófilas) y degradan las fuentes más complejas de C. Puede durar varias semanas o meses, dependiendo del contenido en celulosa y hemicelulosa del material de partida y del manejo de la humedad, temperatura, aireación y de los activadores del proceso. Con un adecuado manejo de estos factores, en esta etapa se controlan directamente las semillas de la mayoría de las malezas, los insectos y los patógenos, hongos y bacterias que causan enfermedades a las plantas cultivadas.
3. Fase de enfriamiento – curado o mesófila II. Continúa la degradación de polímeros como celulosas y aparecen hongos visibles a simple vista; dura varias semanas. La temperatura desciende por debajo de los 40 - 45 °C y la velocidad de degradación disminuye. Los microorganismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende manteniéndose ligeramente alcalino.
4. Fase de maduración. Es un periodo durante el cual se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos. Al final de este proceso, los componentes orgánicos de la mezcla no se distinguen fácilmente; hay un equilibrio de la mezcla y se puede emplear el compost para su empaque o para aplicación a los cultivos de la huerta.



Recuerda:

un compost adecuado para ser empleado como sustrato debe estar suficientemente estabilizado; en definitiva, maduro.



Compostaje doméstico

El compostaje es una técnica de fácil aplicación que permite aprovechar los nutrientes de los residuos orgánicos de la huerta, la cocina y el estiércol, gracias a su descomposición y transformación, para que sean cómodamente manejables y aprovechables como abono.

Es un proceso aerobio que combina fases mesófilas (15 a 45 °C) y termófilas (45 a 70 °C) para que el producto sea estable, homogéneo y apto en la agricultura. La estabilización se consigue por la oxidación de las moléculas complejas que se transforman en otras más sencillas y constantes; el calor que se genera permite la esterilización y elimina agentes patógenos y semillas. Se deben brindar las condiciones para que los microorganismos puedan desarrollar el proceso con eficacia. Pese a que la transformación está influenciada por varios factores como son las condiciones ambientales, el tipo de residuo, la técnica de compostaje y el procedimiento que se siga, los principales parámetros para considerar son (Sztern y Pravia 1999):

- pH: debe estar cercano a neutro [6,5 a 7,5, asegura el desarrollo favorable de la mayoría de grupos fisiológicos. En general, el crecimiento de organismos se ve afectado cuando se presentan valores ácidos (< 5,5) o alcalinos (> 8)].

- **Tamaño del material:** mientras más pequeñas sean las partículas del material que se incorpora, más rápida será su descomposición.
- **Contenido de nutrientes:** al inicio del proceso la relación carbono/nitrógeno (C/N) debe estar próxima a 30; se recomienda añadir elementos nitrificantes o carbonatantes. Al finalizar el proceso, debe estar próxima a 10, para favorecer la actividad biológica.
- **Oxígeno (O₂):** permite que los organismos puedan descomponer eficazmente la materia orgánica.
- **Temperatura:** debe mantenerse entre 35 y 65 °C. Cada grupo de microorganismos tiene una temperatura óptima para realizar su actividad: criófilos, de 5 a 15 °C, mesófilos 15 a 45 °C y termófilos 45 a 70 °C. Las temperaturas conseguidas en el proceso junto con la producción de fermentos (antibióticos) permiten la eliminación de los microorganismos patógenos, parásitos y semillas de arvenses.
- **Microorganismos:** a lo largo del proceso aparecen diferentes especies de microorganismos (hongos y bacterias) que proceden de la atmósfera, el agua, el suelo y los mismos residuos. En la primera etapa aparecen mesófilos; cuando la temperatura llega a 40 °C, aparecen los termófilos y actinomicetos, y por encima de 70 °C cesa la actividad microbiana. Las bacterias se distribuyen en toda la pila mientras que los hongos y actinomicetos se sitúan entre los 5 cm y los 15 cm de la superficie.
- **Humedad:** para que pueda darse una fermentación aerobia debe mantenerse entre 30 y 70%, cuidando de que haya aireación. Si es muy alta, el proceso sería anaerobio; si es muy baja, disminuye la actividad de los microorganismos.
- **Volumen:** la pila debe tener un tamaño entre 50 y 100 cm para que se mantenga calor y se facilite el paso del aire.
- **Residuos:** la mayoría de residuos de las cocinas y del huerto pueden ser empleados para la elaboración del compost, sin embargo, se deben evitar partes de plantas que presenten signos de enfermedades o que hayan sido afectadas por plagas; también hay que descartar arvenses con raíces fuertes.

En la tabla 38 se listan algunos productos compostables y no compostables en el ámbito doméstico.



Tabla 38. Materiales recomendados y no recomendados para compostar

Compostables	No compostables
Restos de frutas y verduras	Artículos de piel
Pañales y compresas	Restos de cerámica
Huesos	Restos de bricolaje
Aserrín	Polvo de barrer
Periódicos, hojas de árboles y paja	Grasa y productos lácteos
Residuos de infusiones y café	Papel de aluminio
Cáscaras de huevos y frutos secos	Restos de carne y pescado
Restos de plantas y jardineras	Cenizas y colillas de tabaco
Cenizas de madera	Tetrapac y plásticos
Papel de cocina	Plantas tratadas con agroquímicos
Restos de poda y siega	Latas, chapas, metales
Restos de floristería	Tapones de corcho

Fuente: Comisión Nacional de Medio Ambiente 2001; Román et al. 2013

Entre las propiedades del compost están:

- Mejorar las propiedades químicas y bioquímicas de los suelos.
- Mejorar la retención de agua en el suelo.
- Permitir ahorro por la compra de abonos orgánicos.
- El nitrógeno que aporta al suelo se encuentra en forma asimilable por las raíces y es retenido por el horizonte A y B, lo que evita que sea arrastrado por las aguas de lluvia o de riego a las capas más profundas. El fósforo y potasio no es elevado pero, al modificar las características físicoquímicas del terreno, se incrementa su disponibilidad. Además, con el compost se incorporan al sustrato microelementos.
- Reducir la erosión y mejorar la estructura del suelo, pues aunque permite retener agua, mejora el drenaje.
- Es un sistema de reciclaje que revaloriza los residuos.
- Puede ser empleado como sustrato.

Insumos que mejoran la nutrición de las plantas

Existen varios insumos que se utilizan en la AUP, procurando, eso sí, mantener una producción limpia. Algunos son elaborados en la misma unidad productiva agrícola, como son los purines, hidrolatos y caldos, que se pueden realizar de una manera fácil. Otros son los insumos orgánicos que se encuentran en el comercio (tabla 39). Ambos tienen la finalidad de mejorar las condiciones de un determinado cultivo, al hacer que se mejoren las condiciones nutricionales y fitosanitarias de los cultivos.

Tabla 39. Algunos insumos utilizados en nutrición de plantas de cultivo en la AUP

Insumos	Procedencia	Usos
Micorrizas	Comercial, natural	Mejoran la eficiencia en la absorción de nutrientes por las raíces, especialmente del fósforo (P).
Abonos sólidos (humus, compost)	Comercial, casero, natural	Mejoran las condiciones nutricionales del suelo.
Abonos líquidos: caldo de compost, caldo súper cuatro, caldo súper magro, caldo de ceniza, extractos de plantas	Comercial, casero, natural	Mejoran las condiciones nutricionales del cultivo (capacidad de intercambio catiónico).

Fuente: Elaboración propia

Las ventajas de utilizar insumos que se pueden realizar en la propia unidad productiva se relacionan con la sostenibilidad y economía que ellos representan. Todos los insumos comerciales pueden ser reemplazados por los que se preparen en la unidad productiva.



Micorrizas

Debido a los efectos negativos que han causado los fertilizantes químicos en el deterioro del medio ambiente, se trabaja desde hace algunas décadas en la introducción de alternativas de fertilización en el manejo de los cultivos. Entre ellas están las asociaciones simbióticas planta-hongo formador de micorriza arbuscular (HFMA), que pueden ser la clave para disminuir la cantidad de fertilizantes (especialmente fosfatados), que se deben aplicar para obtener buenos rendimientos. Con la aplicación del HFMA las plantas desarrollan mayor altura, vigor y área foliar; se incrementan los rendimientos (entre 15 % y 50 %), y se protegen, a su vez, las raíces contra el ataque de ciertos hongos patógenos.

De igual modo, permiten ahorrar hasta un 50 % del volumen de los fertilizantes necesarios, lo que favorece la reducción de los insumos y de los costos, e influye en el ejercicio de una agricultura sostenible y ecológicamente más sana (Noda 2009).

Abonos sólidos orgánicos

Algunas sugerencias con respecto al momento y cantidad de aplicación de los abonos sólidos orgánicos se presentan en la tabla 40.

Tabla 40. Criterios para la aplicación de abonos sólidos orgánicos

Tipo de aplicación	Momento de aplicación	Cantidad
Al suelo	Para mejorar la estructura y la fertilidad, aplicar dos meses antes de cultivar.	Una capa de 2 o 3 cm de espesor.
En semilleros	Antes de la siembra de las semillas.	Una parte de abono cernido por una de tierra cernida.

(Continúa)

(Continuación tabla 40)

Tipo de aplicación	Momento de aplicación	Cantidad
Pretrasplante de hortalizas	Al momento de preparar el terreno. Preferiblemente dos meses antes de la siembra.	1 a 5 kg/m ²
En hortalizas trasplantadas	Al momento en que las plantas inician el período de mayor crecimiento y/o que ya estén establecidas.	150 a 500 g por planta
Frutales	Al momento del trasplante.	2 a 3 kg por árbol
	Ya establecidos, mínimo cada tres meses.	3 a 5 kg por árbol
Ornamentales	Se pueden utilizar como sustrato de la planta.	Una capa de 2 o 3 cm de espesor
Recomendación general	Aplicar el abono con el suelo húmedo temprano por la mañana o al finalizar la tarde. Cubrir el abono sólido con una capa de hojarasca o suelo para evitar que se reseque.	
	Para cada cultivo y su estado de desarrollo se debe determinar el momento de aplicación y cantidad correspondiente de abonos sólidos, ya que pueden tener interacción negativa, lo que limita su absorción por la planta.	

Fuente: Ramírez 2000; Comisión Nacional de Medio Ambiente 2001



Abonos líquidos

Se conocen en agriculturas no convencionales como biopreparados. Son líquidos obtenidos por la descomposición controlada de estiércoles, minerales y plantas medicinales. Poseen propiedades medicinales, alelopáticas o nutricionales. Sirven para aportar nutrientes al suelo, estimular y promover la vida del mismo, así como para controlar el ataque de insectos y enfermedades. Entre los biopreparados más usados tenemos fermentaciones de estiércoles, extractos (de mantillo, compost, lombricompost), purín e hidrolato (plantas medicinales), caldos minerales (súper cuatro, sulfocálcico, de ceniza, bordelés) (Terrile et al. 2010).

Los microorganismos eficientes (EM) son la combinación de tres grupos de microorganismos (lactobacilos, levaduras, bacterias fototróficas o fotosintéticas) completamente naturales que se encuentran comúnmente en los suelos y en los alimentos; su tecnología fue desarrollada por en la Universidad de Ryukus, Okinawa, Japón.

La adición de los EM al 2 % durante el volteo, en el proceso de formación del compost, acelera la descomposición de la materia orgánica y neutraliza los malos olores generados. La materia orgánica es un sustrato para el desarrollo de los EM, por tanto, su incorporación permite la inoculación de microorganismos benéficos al suelo (Organization for Industrial Spiritual and Cultural Advancement International 2009).



Sanidad vegetal

Uno de los factores más importantes para el desarrollo adecuado de los cultivos hortofrutícolas es el manejo de los problemas fitosanitarios como plagas y enfermedades, para evitar daños que causen pérdidas o disminución drástica de la producción. Es importante identificar los principales en cada sistema y, a su vez, la presencia de organismos benéficos para su protección e implementación de las mejores alternativas de manejo.

Plagas y enfermedades. Prevención y control de los problemas fitosanitarios

Los daños que pueden causar las plagas a los cultivos pueden ser diversos dependiendo de su hábito alimenticio, las condiciones que favorecen el desarrollo de las enfermedades y la susceptibilidad de las plantas en sus diferentes estados de desarrollo.



En el enfoque sistémico, el concepto de plaga o enfermedad hace referencia a una situación en la cual la presencia de un insecto o patógeno (hongo, bacteria, virus) se convierte en una circunstancia limitante. Este concepto es entendible al reconocer que insectos y patógenos son habitantes naturales de los ecosistemas.

Por eso, el control de insectos o patógenos que representan limitaciones potenciales se debe hacer fundamentalmente de forma preventiva.

Recordemos que la AUP se debe orientar a la implementación de tecnologías limpias.



Para comprender de una mejor forma este planteamiento es necesario reconocer la interacción entre plantas, insectos o patógenos y las condiciones ambientales se presenta el diagrama (figura 22).



Figura 22. Interacción planta-patógeno-ambiente.

Fuente: Elaboración propia

El control de la situación se debe orientar: 1. planear las condiciones de espacio y tiempo del cultivo, así como de labores culturales que favorezcan el crecimiento y desarrollado adecuado de las plantas, y no el aumento de poblaciones de insectos o patógenos a niveles críticos; 2. dar ventaja a la planta frente a los insectos o patógenos, prerrogativa que se debe dar fundamentalmente mediante una buena nutrición; y 3. controlar las poblaciones de insectos o patógenos (Instituto Colombiano Agropecuario 2009; Pantoja y González 2014).

En las prácticas anteriores, ya se ha mencionado el diseño diversificado y escalonado de la siembra-producción-cosecha, y el manejo de la nutrición de las plantas. Aquí desarrollaremos algunas técnicas usadas en AUP para el control de las poblaciones de insectos y patógenos. Estos son controles culturales, biológicos y a base de extractos.

¿Qué es la solarización?

Es una práctica para la desinfección del sustrato mediante tratamiento de temperatura. El alza se consigue mediante el cubrimiento del sustrato con plástico transparente con el fin de aumentar la temperatura de los primeros centímetros del sustrato y mantener el contacto directo de los rayos del sol al suelo. Es una técnica que requiere necesariamente de altas temperaturas de forma constante, por lo cual no es efectiva en zonas frías.

¿Qué materiales se requieren para solarizar el sustrato?

Para lograr que la temperatura del suelo o sustrato aumente hasta casi 50 °C (la cual permitirá afectar el crecimiento de los microorganismos patógenos presentes), se requieren los materiales básicos que se presentan en la tabla 41.

Tabla 41. Materiales básicos para solarizar los sustratos

		
Plástico transparente (1 m ²)	Estacas	Cuerda

Fuente: Elaboración propia



¿Cómo solarizo el sustrato?

1. Lo primero que se debe hacer es limpiar y rastrillar el terreno que se va a solarizar.
2. Situar y enterrar las cuatro estacas, una en cada extremo.
3. Extender el plástico y fijarlo contra el suelo usando las estacas y más suelo para prevenir que lo levante el viento.

Hay que tener en cuenta que el proceso dura entre 30 y 45 días, dependiendo de la radiación solar, el calibre del plástico empleado y la altura de la pila.

¿Qué son las podas fitosanitarias?

Estas podas se realizan como parte del manejo integrado de plagas. Al quitar las estructuras o signos de la presencia de enfermedades que se presentan, se puede evitar el desarrollo avanzado de la enfermedad, en momentos oportunos. Así mismo, se refiere al ajuste de la arquitectura de las plantas para impedir que haya condiciones de alta humedad relativa y baja incidencia de la radiación que favorecen el establecimiento de los patógenos o insectos plaga.

¿Qué materiales se requieren para realizar las podas fitosanitarias?

Para realizar la podas fitosanitarias y disponer adecuadamente los residuos, en los huertos se requieren los implementos que se presentan en la tabla 42.

¿Cómo realizo las podas fitosanitarias?

1. Lo primero es identificar la planta o los órganos afectados de las plantas.
2. Luego se deben podar o erradicar, con la precaución de que antes de abordar otra planta se haga una limpieza de las tijeras con el desinfectante.
3. El material desechado se debe introducir en una bolsa plástica y que se mantendrá cerrada mientras se moviliza por el terreno o la casa con el fin de evitar que el problema se propague.
4. Con el ahoyador o el palín se debe abrir un hoyo de por lo menos 40 cm de profundidad y enterrar allí el material vegetal afectado.
5. Cubrir con cal y luego con suelo.
6. En la casa, dicho material debe ser descartado en bolsas de basura.

Tabla 42. Materiales básicos para realizar podas fitosanitarias

		
Tijera de poda	Hipoclorito de sodio (desinfectante casero diluido al 2%)	
		
Bolsa plástica	Ahoyador o palín	Cal

Fuente: Elaboración propia

Hay que tener en cuenta que por ningún motivo se debe utilizar el material vegetal afectado por plagas o enfermedades dentro del proceso de compostaje. Tampoco es recomendable sembrar nada sobre el hoyo donde se ha enterrado el material. Si es posible, se dejará ese hoyo para enterrar todos los materiales afectados.

¿Para qué son las trampas?

Las trampas sirven para atraer insectos hasta un sitio específico y atraparlos. Dependiendo de la biología del insecto se pueden utilizar trampas de color, con feromonas (hormonas sexuales) o alimenticias.



¿Qué materiales se requieren para elaborar las trampas?

Para realizar las trampas, que son parte del manejo integrado de plagas y enfermedades en los huertos, se requieren los implementos que se presentan en la tabla 43.

Tabla 43. Materiales básicos para realizar trampas

	
Plástico amarillo (para moscas)	Plástico azul (para trips)
	
Plástico rojo (para coleópteros)	Pegante no venenoso para insectos (o para ratas)
	
Brocha	Estacas con soporte para el plástico
	
Grapadora	Grapas

Fuente: Elaboración propia

¿Cómo construir las trampas?

1. Ubique y entierre las estacas en sitios estratégicos.
2. Fije el plástico adecuado (según el color) a las estacas con la grapadora.
3. Con una brocha impregne el plástico con pegante.

Hay que tener en cuenta que las trampas sirven también para monitorear las poblaciones de insectos. En estas trampas pueden quedar atrapados también algunos insectos benéficos. Reemplace las trampas periódicamente.

¿Qué materiales se requieren para elaborar las trampas con feromonas?

Para realizar las trampas con feromonas se requieren los implementos que se presentan de la tabla 44.

Tabla 44. Materiales básicos para realizar trampas con feromonas

		
Botella plástica de dos litros	Bisturí	Membranas, bolsas o cauchos impregnados con la feromona
		
Alambre dulce	Alicate	Insecticida comercial de amplio espectro

Fuente: Elaboración propia



¿Cómo construir trampas con feromonas?

1. Abrir en la botella un hueco de 2 cm de ancho por 5 cm de largo.
2. Con el alambre dulce sujetar a la botella la membrana, bolsa o caucho impregnado con feromona.
3. En el fondo de la botella poner el insecticida diluido.

Hay que tener en cuenta que este tipo de trampas no se deben usar en casas, debido al empleo de insecticida.

¿Qué materiales se requieren para elaborar las trampas alimenticias?

Para realizar las trampas alimenticias se requieren los implementos que se presentan en la tabla 45.

Tabla 45. Materiales básicos para realizar trampas alimenticias

			
Botella plástica de 2 litros	Bisturí	1 costal	Matababosa o ceniza

Fuente: Elaboración propia

¿Cómo construir las trampas alimenticias?

1. Para insectos voladores, instalar el mismo tipo de trampa que en el caso de las feromonas, pero usar alimentos atrayentes como frutas.
2. Para insectos terrestres o moluscos (babosas y caracoles), poner hojas frescas dentro del costal y, una vez listo, orientarlo de forma horizontal al suelo.
3. En el caso de las babosas o caracoles, poner matababosa mezclado con las hojas frescas dentro del costal.

Hay que tener en cuenta que el éxito de las trampas depende del monitoreo y reemplazo frecuente de las mismas.

Uso de *Trichoderma* spp.

El *Trichoderma* spp. es un género de hongos benéficos que desarrollan antagonismo con hongos patógenos limitantes. Aunque hay cepas de este hongo que habitan naturalmente en el suelo, existen productos comerciales concentrados para uso agrícola que las incluyen.

¿Qué materiales se requieren para preparar una solución con el *Trichoderma* spp.?

Para usar el *Trichoderma* spp. se requieren los materiales presentados en la tabla 46.

Tabla 46. Materiales básicos para preparar una solución con *Trichoderma* spp.

		
500 g de <i>Trichoderma</i> spp.	Caneca de 20 litros	
		
Balde de 8 litros	200 g de melaza o panela	Colador o tela

Fuente: Elaboración propia



¿Cómo se utiliza el *Trichoderma* spp.?

1. Diluir los 500 g de *Trichoderma* spp. en 5 L de agua.
2. Diluir los 200 g de melaza en 1 L de agua
3. Verter las diluciones dentro de la caneca; use el colador o tela.
4. Completar el volumen de la caneca con agua sin cloro.

Hay que tener en cuenta que la preparación se puede aplicar con bomba de espalda y esparcirla de forma generalizada en el suelo; en caso de no contar con una, se puede usar un frasco plástico y aplicarla en el sitio de la siembra de las plantas. Las dosis varían según el tipo de planta y de acuerdo con la concentración de esporas que contenga el *Trichoderma* spp. comercial.

Purines e hidrolatos

Los purines e hidrolatos son extractos líquidos de plantas que contienen propiedades nutricionales, pero también ayudan al control de insectos o patógenos que se convierten en limitantes. Los purines se preparan con agua fría, tienen un mayor tiempo de preparación y permiten una extracción más efectiva y pura de los compuestos de las plantas. Los hidrolatos se preparan con agua caliente y se obtienen rápidamente, aunque el contenido de compuestos es menos puro que el de los purines (Federación Nacional Sindical Unitaria Agropecuaria 2006; Terrile et al 2010; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2013).

Las plantas que se utilizan para elaborar purines e hidrolatos deben ser cosechadas cuando poseen mayor nivel de concentración de sus nutrientes. Para recolectar las plantas, se debe definir la parte que se va a utilizar y el mejor momento. Por ejemplo, si es la flor u hojas, debe ser antes de que la flor esté completamente abierta; si es el fruto, cuando esté maduro; y si es raíz, al final de la fase de crecimiento. Así mismo, se deben seleccionar las plantas vigorosas y con adecuado estado fitosanitario. Si se realiza secado, se debe considerar que raíz y hojas gruesas se pueden secar al sol; pero si son flores u hojas blandas, se debe hacer a la sombra a menos de 30 °C y ser conservadas en un ambiente fresco y seco, es decir, baja humedad relativa (< 75 %) y temperaturas por debajo de 18 °C, preferiblemente en frascos con tapa hermética o bolsas de papel. Se debe tener en cuenta que, una vez elaborados, no deben recibir luz

directa para evitar que sus compuestos se degraden y almacenarlos en envases oscuros y no corrosivos (Terrile et al. 2010).

¿Qué materiales se requieren para elaborar un purín de ají (*Capsicum sativum*)?

El purín de ají se emplea para la prevención de plagas como áfidos, pulgones, ácaros, araña roja y mosca blanca, principalmente. En la tabla 47 se presentan los materiales y el procedimiento básico para la elaboración de un purín de ají.

Tabla 47. Materiales básicos para preparar una solución con purín de ají

			
Caneca plástica de 20 litros con tapa	100 g de ají	Cuchara de palo	Cuchillo
			
Colador o tela	Guantes	Hojas de plantas aromáticas	

Fuente: Elaboración propia



¿Cómo se realiza purín de ají (*C. sativum*)?

1. Pique finamente el ají y póngalo junto con las hojas de aromáticas dentro de la caneca.
2. Llene la caneca con agua limpia (lluvia).
3. Cierre la caneca herméticamente. Solo se abre para revolver el purín cada siete días.
4. El purín estará listo cuando no tenga ningún tipo de mal olor. Esto puede tardar de 30 a 40 días.

Hay que tener en cuenta que no se recomienda usar agua de acueducto ya que esta contiene cloro. Durante el procedimiento use guantes y evite el contacto del ají con la superficie de la piel.

¿Qué materiales se requieren para elaborar un hidrolato de tabaco (*Nicotiana tabacum*) y pronto alivio?

Para la elaboración de un hidrolato de tabaco y pronto alivio, que se recomienda para repeler mosca blanca en solanáceas, se deben tener los materiales señalados en la tabla 48.

Tabla 48. Materiales básicos para preparar un hidrolato de tabaco y pronto alivio

			
250 g plantas de pronto alivio (completas)	3 tabacos (50 g)	3 litros de agua	Olla de capacidad de 4 litros
			
Cuchara de palo	Cuchillo	Estufa, hornilla u hoguera	

Fuente: Elaboración propia

¿Cómo se realiza un hidrolato de tabaco y pronto alivio?

1. Poner a calentar agua en la olla.
2. Picar las plantas de pronto alivio y el tabaco.
3. Depositar el material picado dentro de la olla cuando el agua este hirviendo. Mezclar continuamente con la cuchara de palo durante 10 minutos. Luego bajar la olla del fuego.
4. Después de enfriar colarlo y usarlo.

Hay que tener en cuenta que existen purines e hidrolatos a base de otras plantas: ajo, ajeno, laurel, botón de oro, albahaca, limonaria, poleo, ortiga, yerbabuena y helecho.

Daños causados por patógenos e insectos

Los daños que pueden causar los patógenos e insectos plaga son diversos y dependen de los hábitos alimenticios de las plagas, las condiciones edafoclimáticas que los favorecen y la susceptibilidad de las plantas durante su desarrollo. Conocer estos aspectos permitirá diseñar estrategias adecuadas y oportunas de manejo integrado de plagas y enfermedades.

Los insectos plaga, además de causar alteraciones que afectan el crecimiento y el desarrollo de las plantas, causan una disminución en la calidad de los productos. En la unidad productiva podemos encontrar insectos (tienen tres pares de patas), ácaros (poseen cuatro pares de patas similar a las arañas) y moluscos (no tienen patas y son babosos).

Los daños causados por estos pueden ir desde mordeduras (por insectos masticadores, como larvas o gusano de mariposas, caracoles y babosas o cucarrones), caminos dentro de la hoja o minas en las partes tiernas de las plantas (por minadores o barrenadores: larvas de moscas), hasta manchas pequeñas amarillas (por chupadores, como pulgones, ácaros o trips) (tabla 49).



¿Sabías que para el control de plagas y enfermedades en los cultivos es importante estar atentos a los síntomas de los agentes causales que generan la alteración o anormalidad en el desarrollo o funcionamiento en alguna o algunas partes de la planta?



Los microorganismos patógenos más comunes en los huertos de AUP causan síntomas como (tabla 49):

- Hongos: se manifiestan por la aparición en hojas y tallos de manchas oscuras o necrosadas secas, la mayoría con un anillo amarillo. En algunos casos se observa un polvo blanco o gris claro muy típico.
- Bacterias: se detectan por la presencia de manchas oscuras con aspecto húmedo y blando en los diferentes órganos de la planta. Pudren los tejidos vegetales y desprenden mal olor.
- Virus: se identifica por un amarillamiento punteado en las hojas, que se puede confundir con síntomas por falta de nutrientes o daño de insectos; se diferencia de estos últimos porque se manifiesta en algunas plantas y no es general en el cultivo. Otros síntomas son encrespamiento de las hojas y enanismo de las plantas.

Tabla 49. Síntomas de agentes causantes de enfermedad.

Hongos		
	<i>Sclerotinia</i> sp. en plantas de lechuga	<i>Botrytis</i> sp. en frutos de uchuva
Bacterias	Daño causado por <i>Erwinia</i> sp. en plantas de lechuga	
Virus	Entorchamientos en tomate por presencia de virus	
Insectos plaga		
Daño por minador en planta de albahaca	Daño por raspador en rúcula	Daño por minador en berenjena
		

Fuente: Elaboración propia



¿Sabías que para el control de plagas y enfermedades en los cultivos es importante estar atentos a los síntomas de los agentes causales que generan la alteración o anomalía en el desarrollo o funcionamiento en alguna o algunas partes de la planta?



Recuerda:

Es importante que tomes medidas preventivas con el fin de evitar la llegada de animales, plagas y enfermedades a tu unidad productiva o disminuir su presencia. Implementa las buenas prácticas agrícolas (BPA) y, en especial, lo relacionado con el manejo integrado de plagas (MIP). Como medidas curativas puedes realizar aplicaciones más seguidas de biopreparados, según recomendación del profesional que te preste asistencia técnica.



Insumos para el manejo de plagas y enfermedades

Uno de los componentes dentro del MIPE en la AUP para el control de plagas y enfermedades es el uso de insumos elaborados en la misma unidad productiva, entre ellos extractos, hidrolatos, purines y caldos, los mismos que se utilizan en la agricultura orgánica (Mejía 1996; 2002).

En ocasiones, los biopreparados no arrojan resultados similares debido a los múltiples factores involucrados en su preparación: los materiales utilizados que varían de una zona a otra, la edad de la planta, la etapa fenológica, la parte de la planta que se toma, la sanidad y el estado nutricional de la planta, la época del año y el aislamiento del lote de origen (Marulanda 2003; Izquierdo et al. 2007).

A continuación, se presentan algunos de los biopreparados que más se encuentran en la literatura.





Extracto, té de compost o lombricompost

Materiales: 1 kg de compost o lombricompost, 200 g de melaza o panela derretida en agua sin hervir, 4 L de agua lluvia o reposada, 1 vasija plástica.

Forma de preparación: el compost se disuelve en los 4 L de agua, se adiciona la melaza o panela sin hervir y se revuelve hasta que quede bien mezclado el producto. Si la aplicación es foliar, se cuela y aplica según la recomendación de la tabla 50. También se puede poner el compost en una malla o fibra que, a su vez, se colocará dentro de una vasija plástica; luego, se aplica agua a la malla o fibra de tal manera que el compost libere el extracto poco a poco y quede un poco más filtrado que con el método anterior.

Fermentado de yogur

Materiales: 150 centímetros cúbicos (cm³) de yogur, 200 g de melaza o panela derretida en agua sin hervir, una pizca de levadura, 2 fríjoles, 1 L de agua lluvia o reposada, 1 vasija plástica.

Forma de preparación: los dos fríjoles se dejan en agua desde el día anterior. Al yogur se adiciona el litro de agua, la melaza o panela derretida, la pizca de levadura, los fríjoles y luego se revuelve hasta que quede bien mezclado y uniforme. Se tapa con un cedazo o tela para luego dejar la mezcla en un sitio donde no le den los rayos directos del sol; se revuelve todos los días y así la mezcla empezará a fermentarse poco a poco. Se deja fermentar durante mínimo cinco días o hasta que deje de salir espuma, lo que indica que el fermento se ha estabilizado. Se aplica según la recomendación de la tabla 50.

Después de tener listo el fermentado, se puede conservarlo dejándolo refrigerado máximo 15 días, período del que se dispone para emplearlo.

Caldo de ceniza

Materiales: 10 kg de ceniza, 20 L de agua, 1 libra de jabón azul (nunca jabón en polvo).

Forma de preparación: en un recipiente metálico se mezclan el agua y la ceniza,

se disuelve bien el jabón y se añade a la mezcla; se pone al fuego por 20 minutos y se agita de manera continua. Luego de esto, se deja enfriar el caldo, se cuela y se aplica (Agudelo 2001).

Purín (fermentado de plantas, en especial medicinales)

Materiales: una parte de plantas medicinales (1 kg, aproximadamente), dos partes de agua lluvia o reposada y una vasija plástica preferiblemente de color blanco o azul (en la tabla 51 se presentan algunas de las plantas que puedes utilizar en la preparación de purines y de hidrolatos).

Forma de preparación: se macera (machaca) la hierba, planta medicinal o la mezcla de ellas. Una vez terminado este paso, se coloca la mezcla en la vasija. Luego, se agrega el agua y se tapa con un cedazo o tela. Se revuelve la mezcla todos los días y se deja fermentar a la sombra hasta que deje de salir espuma. Para potenciar el proceso de fermentación se puede aplicar a la mezcla de melaza o panela derretida en agua. Luego de un período que va entre 8 y 15 días, se cuela y aplica según recomendaciones (tabla 50) (Federación Nacional Sindical Unitaria Agropecuaria 2006).

Hidrolato (cocimiento de plantas, en especial medicinales)

Materiales: una parte de plantas medicinales (1 kg aproximadamente), dos partes de agua lluvia o reposada y una olla o recipiente metálico (al igual que en el punto anterior, en la tabla 51 se presentan algunas de las plantas que puedes utilizar en la preparación de purines e hidrolatos).

Forma de preparación: se pica la planta medicinal o la mezcla de ellas; se pone al fuego el agua en la vasija metálica y, al hervir, se adicionan las plantas medicinales picadas, se tapa la mezcla y se deja hervir por cinco minutos. Luego, se baja del fuego y, sin destapar, se deja enfriar. Se cuela y aplica según las recomendaciones de la tabla 50.

Caldo sulfocálcico

Materiales: 200 g de azufre, 100 g de cal viva, 1,2 L de agua lluvia o reposada y 1 olla o recipiente metálico.



Forma de preparación: El agua se pone al fuego y, después de que hierva, se adiciona simultáneamente el azufre y la cal; se mantiene a fuego alto y se revuelve constantemente. El caldo estará listo cuando cambie de color, entre vino tinto o ladrillo, y se torne espeso. Se deja enfriar y, luego, se guarda en un envase oscuro hasta por tres meses. Se aplica según recomendaciones de la tabla 50.

Caldo bordelés

Materiales: 20 g de cal viva, 20 g de sulfato de cobre, 2 L de agua lluvia o reposada y 2 vasijas plásticas de color blanco o azul.

Forma de preparación:

- Mezcla A: en un recipiente plástico, se ponen los 20 g de cal viva, se agrega 1,8 L de agua y se agita hasta que se disuelva.
- Mezcla B: en otro recipiente plástico, se ponen los 20 g de sulfato de cobre, se agrega 0,2 L de agua, si se quiere tibia, y se agita hasta que se disuelva.
- Mezcla final: la mezcla B, que contiene sulfato de cobre, se vierte en el recipiente que contiene la mezcla A, que tiene la cal viva, y mientras se mezcla, se va revolviendo (nunca se adiciona la mezcla A en la mezcla B). Para probar la acidez, se sumerge la punta de un cuchillo o un machete por un minuto y luego se retira; si se oxida, se debe añadir más cal. Se aplica inmediatamente, según las recomendaciones, o se guarda máximo tres días.

Tabla 50. Usos, dosis y recomendaciones de aplicación de los biopreparados

Biopreparado	Uso	Dosis	Recomendaciones
Extracto de compost o lombricompost	Abono foliar y para suelo	Aplicar sin mezclar con más agua	Si la aplicación es foliar, colar.
			Aplicar semanalmente.
Fermentado de yogur	Estimulante de la vida del suelo. Acelerador de la descomposición del compost.	Aplicar una medida o parte del fermentado (ya sean vasos, baldes, cucharadas, entre otros) con cinco medidas de agua lluvia o reposada.	Después preparado, se conserva refrigerado durante 15 días.
			Aplicar semanalmente.

(Continúa)

(Continuación tabla 50)

Biopreparado	Uso	Dosis	Recomendaciones
Caldo de ceniza	Previene y controla hongos y gusanos en brasicáceas.	Mezclar 1 litro de caldo de ceniza en 19 litros de agua.	Colar el caldo para su aplicación.
			Este caldo se puede mezclar con el bordelés, pero se reduce la dosis a la mitad de cada uno.
Purín	Previene y controla enfermedades y ataque de insectos según la planta empleada (ver tabla 51).	En hortalizas: una parte del purín por una de agua lluvia o reposada.	Como preventivo, aplicar semanalmente; como curativo, aplicar cada cuatro días dos veces al día.
		En frutales: dos partes del purín por una de agua lluvia o reposada.	Al momento de aplicar el purín, en lo posible, agregar un adherente como melaza, agua de panela cruda, cristal de sábila o jabón azul en barra.
Hidrolato	Previene enfermedades y ataques de insectos según la planta empleada (ver tabla 51).	Aplicar sin mezclar con más agua.	Se puede aplicar al suelo o foliar.
			Aplicar semanalmente.
			Al momento de aplicar el hidrolato, en lo posible añadir un adherente como melaza, agua de panela cruda, cristal de sábila o jabón azul en barra.

(Continúa)



(Continuación tabla 50)

Biopreparado	Uso	Dosis	Recomendaciones
Caldo sulfocálcico	Previene y controla hongos, bacterias y ácaros en los cultivos, y trips en cebolla y ajo.	En hortalizas de hojas y para trips en cebolla y ajo: 750 mililitros (3/4 de litro) de caldo sulfocálcico en 20 litros de agua.	Aplicar cada 20 días.
		En leguminosas y cebolla: mezclar 500 mililitros (1/2 litro) del biopreparado con 20 litros de agua.	No aplicar en leguminosas cuando estén florecidas.
		En frutales: dos litros del biopreparado por 20 litros de agua.	No aplicar en cucurbitáceas como pepino, calabacín, ahuyama, melón o sandía.
			Después de preparado, se puede conservar por tres meses.
Caldo bordelés	Previene y controla hongos en los cultivos.	Para hortalizas de hojas y leguminosas: mezclar un litro del biopreparado con un litro de agua.	Aplicar cada 20 días.
		En cebolla, ajo, remolacha y frutales: tres litros del biopreparado por un litro del agua.	Nunca adicionar la mezcla A a la mezcla B.
		En tomate, papa, zanahoria con más de 30 cm de altura: dos partes de caldo por una de agua.	El biopreparado queda listo inmediatamente y se debe aplicar el mismo día.
No aplicar en plantas recién germinadas, ni en floración.			

(Continúa)

(Continuación tabla 50)

Biopreparado	Uso	Dosis	Recomendaciones
Recomendaciones generales	Aplicar temprano por la mañana o después de las 5:00 p.m.		
	Los biopreparados se pueden aplicar en las hojas tanto en el haz como en el envés.		
	Los biopreparados que se emplean para el suelo se deben aplicar con el terreno húmedo.		
	No exceder la dosis recomendada. Aplicar cada dos semanas.		

Fuente: Cano 2008; Schonwald y Pescio 2015; Calvo 2009; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2013

En la tabla 51 se relacionan algunas plantas con las cuales se pueden hacer purines e hidrolatos en la AUP, según las recomendaciones que se dieron en la tabla 50.

Tabla 51. Plantas que se pueden utilizar en la preparación de purines e hidrolatos

Tipo de planta (hierba)	Para control de
Ajenjo (<i>Artemisia absinthium</i>)	Babosa
Ajo (<i>Allium sativum</i>)	Áfidos, ácaros y mariposa de las brassicáceas
Albahaca (<i>Ocimum basilicum</i>)	Áfidos, ácaros y araña roja. Gusano blanco de la papa (se pican las hojas)
Artemisa (<i>Artemisia vulgaris</i>)	Tierreros
Borrachero (<i>Datura stramonium</i>)	Comedores de hojas
Caléndula (<i>Calendula officinalis</i>) / (sus flores)	Nematodos, hongos, mosca blanca, polilla del tomate y cicatrizante
Cebolla (<i>Allium cepa</i>)	Pulgones, ácaros

(Continúa)



(Continuación tabla 51)

Tipo de planta (hierba)	Para control de:
Cidrón (<i>Aloysia triphylla</i>)	Pulgones, ácaros, nematodos y hongos
Cola de caballo (<i>Equisetum</i> spp.)	Hongos e insectos comedores de hojas
Corteza de roble (<i>Quercus humboldtii</i>)/(en hidrolato)	Fungicida
Diente de león (<i>Taraxarum officinale</i>)	Nematodos y hongos
Helecho (<i>Pteridium aquilinum</i>)	Ácaros, pulgones, cochinillas y cucarrones
Hierbabuena (<i>Mentha piperita</i>)	Áfidos, pulgones, miones de los pastizales y gusano del repollo
Higuerilla (<i>Ricinus communis</i>)	Nematodos (incorporando hojas al suelo)
Manzanilla (<i>Matricaria chamomilla</i>)/(sus flores)	Hongos, mildeos y antracosis
Margarita (<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>)/(sus flores)	Insectos chupadores
Ortiga (<i>Urtica urens</i>)	Hongos (gota) y bacterias
	Aplicada al suelo, gusanos trozadores, babosas y nematodos
	Gusano blanco de la papa (se pican las hojas y se entierran una semana antes)
Papaya (<i>Carica papaya</i>)/(sus hojas)	Mildeos y royas
Repollo (<i>Brassica oleracea</i>)/(su tronco y raíz)	Mosca blanca del tomate
Ruda de castilla (<i>Ruta graveolens</i>)	Mosca blanca y mosca negra, comedores de hojas. Hongos (antracosis)
Salvia amarga (<i>Eupatorium odoratum</i>)	Hongos, gusano perforador del fruto y del repollo
Tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)/(sus retoños)	Mariposa de la brasicáceas
Tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>)	Gusano del repollo

Fuente: Federación Nacional Sindical Unitaria Agropecuaria 2006; Terrile et al. 2010

Cosecha y poscosecha

La aplicación de técnicas de cosecha y poscosecha a los productos hortofrutícolas permiten mantener su calidad en términos de apariencia, textura, sabor, valor nutricional y sanidad, así se reducen las pérdidas desde la cosecha hasta el momento que llegan a los consumidores (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 1996).

¿Cuáles tareas son importantes?

Para poder aprovechar de la mejor manera la cosecha para el autoabastecimiento o la comercialización, debemos considerar algunos de los elementos como:

1. El tipo de órgano de interés para cosechar (hojas, tallos, raíces, frutos o flores).
2. El contenido de humedad en el producto al momento de cosecha.
3. Las condiciones climáticas al momento de la cosecha.
4. El empaque y el transporte del producto.



La fase de recolección de productos es tan importante como todo el proceso de producción. Aquí se verá el fruto de la planificación y de las distintas actividades realizadas en nuestras estructuras o huerta.

Recordemos que el enfoque de seguridad alimentaria de las huertas familiares está orientado al autoabastecimiento, en comparación a cuando realizamos una producción más amplia para comercializar. Sin embargo, ambas son probables y válidas en AUP.

La diversidad y escalonamiento en la fase de semillero y de trasplante se deben reflejar en la temporalidad de la cosecha. Así, debemos tener cosechas relativamente constantes de todo tipo de productos.



¿Cuándo y cómo puedo cosechar?

Cuando se van a cosechar las hortalizas, se deben conocer sus diferentes estados de madurez, según la parte de la planta que se use como alimento. La tabla 52 presenta algunos ejemplos de los índices de madurez de ciertos cultivos hortícolas.



Sabías que...

Cosechar, cuando el estado de madurez es apropiado, permite a los agricultores presentar un producto de la mejor calidad. Si se cosecha en un estado temprano, los productos pueden carecer del sabor apropiado y, por lo general, no maduran de manera adecuada. Así mismo, los productos cosechados tardíamente pueden ser demasiado fibrosos o en un estado avanzado de madurez que promueve la aceleración de su deterioro por factores físicos químicos o biológicos.

Existen diferentes técnicas para la cosecha según la especie:

- Para bulbos y hortalizas de raíz, se debe arrancar la planta de raíz.
- De las hortalizas de hoja pueden ser cosechadas las hojas externas o más grandes
- La crucíferas (perejil) deben ser cortados a nivel del suelo
- Las frutas deben ser cortadas con unas tijeras o cuchillo sin afectar la estructura reproductiva de la planta (Schonwald y Pescio 2015).

Cada especie tiene su momento adecuado para ser cosechado y este se relaciona con el estado de desarrollo o madurez del órgano de interés (tabla 52).


Tabla 52. Índice de madurez y de cosecha de algunas hortalizas

Cultivo	Índice
Raíces, bulbos y tubérculos	
Rábano y zanahoria	Suficientemente grande y turgente (firme).
Papa, cebolla y ajo	Parte superior (hojas) que se empieza a secar y a inclinar hacia abajo. En papa también se puede evaluar la gravedad específica .
Jengibre	Suficientemente grande (sobremaduro, si está duro y fibroso).
Cebollines (cebollita)	Hojas en su estado más ancho y largo.
Frutas y hortalizas	
Arveja (guisantes o chícharos), habas verdes (judías verdes), judías verdes de vaina larga, guisante dulce y judía alada	Vainas bien llenas y fáciles de cortar. También se puede emplear el promedio de unidades de calor durante el desarrollo y el color externo de la vaina. En guisantes se puede evaluar la terneza.
Judía lima guisante	Vainas bien llenas e inicio de pérdida de color verde.
Oca o ibia	Tamaño deseable y con puntas fáciles de cortar.
Upo, calabaza spaghetti y calabaza	Tamaño deseable del fruto y si la uña del pulgar puede penetrar de manera fácil en la pulpa (sobremaduro si la uña del pulgar no puede penetrar en la pulpa fácilmente). También se puede evaluar el color externo.
Berenjena, calabaza amarga, chayote y pepino para rebanar	Tamaño deseable pero todavía tierno (sobremaduro si hay decoloración o cambios en el color y las semillas se endurecen).
Maíz dulce (elote dulce)	Exuda una savia lechosa cuando la uña del pulgar penetra el grano. También se puede evaluar el promedio de unidades de calor durante el desarrollo.

(Continúa)

(Continuación tabla 52)

Cultivo	Índice
Frutas y hortalizas	
Tomate (jitomate)	Las semillas se resbalan cuando se corta el fruto o el color verde cambia a rosa. También se puede evaluar la formación de la cutícula, brillo, tamaño, color externo y de la pulpa y formación del material gelatinoso.
Pimiento dulce	El color verde del fruto intenso se aclara o cambia a rojo.
Melón (<i>Cantaloupe</i>)	Se separa fácilmente de la planta, dejando una cavidad limpia o capa de abscisión.
Melón (<i>Honeydew</i>)	Cambios en el color del fruto, desde ligeramente blanco verdoso a color crema, y aroma notable.
Sandía	El color de la parte inferior (en contacto con el suelo) cambia a amarillo cremoso y tiene un sonido sordo hueco cuando se golpea.
Hortalizas de flor	
Coliflor	Cogollo compacto o compacidad (sobremaduro si los racimos de flores se alargan y se aflojan).
Brócoli	Brotos de los racimos compactos o compacidad (sobremaduros si se aflojan).
Hortalizas de hoja	
Lechuga	Suficientemente grande antes de la floración. También se puede evaluar la solidez.
Repollo (col)	Cabeza compacta (sobremaduro si la cabeza se agrieta). También se puede evaluar la solidez.
Apio	Suficientemente grande antes de que se endurezca.

Fuente: Bautista y Mabesa 1978; Kader 1983; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 1996



Prácticas de cosecha

Las prácticas de cosecha no deben causar daños físicos. Se recomienda un cuidado extremo al entresacar, sujetar, desprender y manipular el producto; así se reducirán considerablemente las pérdidas.

A continuación, se presentan algunos consejos para realizar el procedimiento de manera adecuada:

1. Para la cosecha de hortalizas de hoja debemos considerar que estén bien hidratadas. El corte se debe hacer con un cuchillo de acero inoxidable.
2. Para la cosecha de frutos, debemos emplear una tijera de poda y efectuar el corte a unos 2 cm del pedúnculo.
3. Para la cosecha de plantas cuyo órgano esté enterrado en suelo, debemos emplear el palín o azadón para aflojar el terreno contiguo a la planta.
4. Para la cosecha de aromáticas debemos emplear también una tijera de poda.
5. Según el tipo de producto, podemos depositar los productos cosechados en una canastilla, un balde o una bolsa.
6. Posteriormente, se realiza un proceso de clasificación y limpieza. Aquí hay que retirar las hojas secas o deterioradas, los frutos sobremadurados o los tallos que presenten daños mecánicos.
7. En el caso de consumo directo, los productos se deben lavar y preparar. No es bueno almacenarlos húmedos, ya que se facilita el desarrollo de microorganismos que afecta su calidad.
8. Cuando se va a realizar la comercialización de los productos, es necesario empacarlos en bolsas y pesarlos en una gramera, según la unidad de comercialización (libra, kilo, unidad, otro).

Desprender la fruta cuidadosamente para evitar daños

En algunos cultivos existe una zona de desprendimiento natural entre el pedúnculo del fruto y el tallo o rama de la planta o árbol, cuando el producto está maduro. Se deberá halar la fruta firme pero suavemente y tirar hacia arriba. Para esta práctica es recomendable usar guantes desechables y no elementos que puedan causar daños físicos al producto durante la cosecha. También se pueden emplear herramientas como tijeras o cuchillos debidamente desinfectados (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 1996).

¿Qué herramientas requiero para cosechar?

Algunas frutas tienen que ser desprendidas de las plantas o árboles con tijera o navaja. Las navajas y tijeras que se vayan a utilizar deberán estar bien afiladas. Durante el corte, es necesario dejar el pedúnculo o el tallo tan pequeño como sea posible para evitar daños por punción a los frutos adyacentes durante el transporte.

Las tijeras de poda se usan frecuentemente para la cosecha de frutas, algunas hortalizas y flores. Existe una gran variedad de estilos, como los modelos que se sujetan con la mano o los que se colocan en una vara, incluyendo aquellos que cortan y retienen el tallo del cortado. Este último diseño permite al cosechador trabajar sin la bolsa colectora, porque se instala en un extremo de la vara sin peligro de dejarlo caer. Los implementos básicos para la realización correcta de la cosecha de los diferentes productos de la huerta se presentan a en la tabla 53.

Tabla 53. Implementos básicos para realizar la cosecha de los productos de la huerta

				
Tijeras de poda	Cuchillo en acero inoxidable	Azadón	Balde	Canastillas
				
Guantes de látex	Hipoclorito de sodio (desinfectante casero diluido al 2%)	Bolsas plásticas	Gramera	

Fuente: Elaboración propia



Recipientes de cosecha

Si se cosechan pequeñas cantidades de hortalizas de hoja, ya sea para uso doméstico o para venta directa en la orilla de la carretera o en los mercados locales cercanos, se puede utilizar una cubeta de agua fría para enfriar el producto. El agricultor puede llevar la cubeta directamente al campo y utilizarla como recipiente de cosecha. El enfriado de las hortalizas de hoja mediante el uso de agua fría en el momento de la cosecha ayudará a mantener la calidad y a prevenir su deshidratación (Food and Agriculture Organization of the United Nations 1989).

Se pueden encontrar cestas, bolsas y cubetas de cosecha de diferentes tamaños y formas. Las bandejas o las canastas de plástico (rejas de plástico) son relativamente caras pero duraderas, fáciles de limpiar y reutilizables. Cuando están vacías se pueden colocar una dentro de la otra para ahorrar espacio en el almacén o transporte.

Adicional al uso o comercialización de productos frescos, estos se pueden transformar para sumarles valor agregado, que es una estrategia de comercialización en la cual damos una característica diferenciadora a lo que cosechamos. Algunas de estas estrategias son: 1. la deshidratación de productos; 2. mezclas de productos (mercados personales o familiares); 3. procesados agroindustriales (encurtidos) y marcas diferenciadoras que indiquen que el producto fue obtenido con estándares diferenciados como son las BPA, la AUP, manejo orgánico, etc.



¿Cómo la AUP promueve formas de organización en la comunidad?

La AUP es una actividad que —además de producir alimentos para enfrentar el hambre y plantas medicinales que favorecen la salud— tiene un papel importante en la sociedad, ya que genera empleo de bajo costo, reduce la exclusión social al valorizar la identidad individual y comunitaria, rescata saberes tradicionales y permite que algunas personas retomen parte de las actividades que realizaban cuando habitaban zonas rurales (Cosecha Urbana 2004).

Las experiencias señalan la importancia de hacer contacto con la comunidad para garantizar la sostenibilidad de los proyectos. Entonces, en el contexto de la AUP, se debe realizar un diagnóstico para consolidar agrupaciones de unidades productivas o personas dispuestas a participar activamente en la construcción de las cooperativas o asociaciones comunitarias, con papeles claros según sean identificadas las capacidades, fortalezas y debilidades de cada miembro.

La acción descrita se facilita cuando los procesos de AUP surgen a partir de la iniciativa familiar o comunitaria, pero debe ser muy fortalecida cuando los mismos son impulsados por organismos no gubernamentales, internacionales, académicos o de investigación. Se debe partir de una línea base que caracterice las unidades productivas y se promueve la configuración y desarrollo de las organizaciones según el esquema que se tenga en la comunidad; esto con el fin de diseñar objetivos y enfoques claros, de manera que se vayan consolidando los procesos de organización, comunicación y concertación que atañen a la AUP.



Es importante que haya claridad sobre la capacidad productiva de cada unidad, qué productos pueden ser intercambiados para garantizar en primera medida el acceso a ellos por parte de las personas que conforman la cooperativa o asociación y realizar un análisis de los excedentes que se tienen, que permita estimar su cantidad, calidad, frecuencia, de manera que se puedan buscar canales de comercialización externos (Dimuro y De Manuel 2011).

Se debe garantizar que el espacio físico sea el necesario, o cercano a lo necesario, para producir cantidades que satisfagan, al menos, la seguridad alimentaria de los agricultores que participan en el proyecto. Las huertas deben propiciar un ambiente de trabajo en equipo, importante para las actividades frecuentes, como son siembra, mantenimiento y cosecha, y para el crecimiento del capital social, que podrá darle continuidad al proyecto.

Es importante empoderar a quienes participan en la actividad; es decir que las personas tengan autonomía y autosuficiencia idóneas para hacerse cargo del proceso y puedan desarrollarlo sin ayudas externas; esto es muy importante para propiciar la continuidad de lo gestado en las huertas e incluso generar otros proyectos a partir del inicial (Barriga y Leal 2011).

La AUP está en constante construcción y tiene limitantes como los mercados y los espacios para promover sus procesos productivos. Las organizaciones comunitarias tienen la capacidad de acudir a las entidades locales para discutir su inclusión en los ámbitos en los cuales se puedan compartir experiencias con otras organizaciones, se tenga contacto directo con el consumidor y se facilite la oferta de los productos provenientes de la agricultura urbana, como son puntos de venta, ferias, casas del productor, en busca de abaratar los precios y aproximar la organización de productores a los consumidores.

El mantenimiento de las organizaciones en el tiempo implica la generación de una red en la cual se brinden espacios de interrelación e integración con otros actores sociales: autoridades locales, grupos y otras organizaciones comunitarias, para promover la AUP como herramienta para mejorar la calidad de vida de los habitantes actuales y de las generaciones futuras, y para estimular el cuidado del medio ambiente, las dinámicas de la ciudad y los procesos de participación ciudadana (Lara 2008; Dimuro y De Manuel 2011).

Recomendaciones

Para que la AUP se proyecte como una práctica sostenible, que proporcione alimentos, genere ingresos, mejore las relaciones entre los miembros de la comunidad y contribuya con el mejoramiento del ambiente, se debe acudir al apoyo de publicaciones, personas capacitadas y seguir como recomendaciones (Mosquera 2009):

- Garantizar la calidad del agua, mediante el empleo de filtros y con la realización de análisis físicos, químicos y microbiológicos de la misma para poder descartar alguna posibilidad de generar contaminación en los cultivos y causar problemas de salud en los consumidores.
- Si se decide la cría de aves de corral (gallinas) o animales menores (cabras, conejos), es necesario el mantenimiento y aseo constante de los corrales, para evitar la generación de olores desagradables y reducir los riesgos de contraer enfermedades infectocontagiosas.
- Llevar registros de las actividades y eventos relacionados con la producción para contar con información como: volumen de producción, costos de producción, aparición de problemas fitosanitarios y, de ser posible, su relación con el tiempo meteorológico, entre otros. Esta actividad permitirá tener una idea de la rentabilidad de la unidad productiva.
- Las instituciones deben continuar desarrollando investigaciones que les permitan conocer en detalle las condiciones para el desarrollo de la AUP, con base en las características técnicas, sociales y económicas de los agricultores urbanos, para así poder tomar decisiones que generen resultados favorables para los involucrados.
- En vista de que la agricultura urbana se proyecta como una actividad de gran importancia en cuanto a su contribución a la seguridad alimentaria, la organización comunitaria y el mejoramiento ambiental para las personas que la practican, para un mejor desempeño y óptimo aprovechamiento de la misma, se hace necesario la articulación de diferentes actores gubernamentales y particulares.

Aspectos prácticos

Al decidir la implementación de unidades productivas bajo el enfoque de AUP se deben considerar los recursos que serán demandados en las cantidades pertinentes, de acuerdo con el tamaño del lote destinado y el diseño que se realice, al considerar los recursos disponibles y el objetivo de la unidad productiva.



Costos e insumos por unidad productiva

Los costos de las estructuras varían mucho, dependiendo del origen de los materiales o de los insumos, como es el caso de las plántulas. Para esta circunstancia, el costo de las plántulas obedece ante todo al costo de la semilla y al tiempo que transcurre desde la siembra hasta el trasplante, que varía entre especies y de acuerdo con las condiciones del clima del sitio de producción.

A su turno, el costo de la semilla depende de la especie y del hecho de que esta corresponda a una variedad o un híbrido. Los precios de cada semilla pueden fluctuar, en pesos colombianos, así: lechuga o apio \$0,50; cebolla puerro \$0,80; repollo morado \$18; brócoli de \$12 a \$18; coliflor \$28 a \$35. Las semillas de tomate pueden estar en un rango que va desde \$1, si son variedades comunes, pasando por \$40 a \$80 para el caso de híbridos de tomate tipo chonto, hasta \$110 a \$180 por semilla de híbridos tipo milano larga vida.

Costos e insumos por estructura

En la tabla 54 se presentan ejemplos de distintas estructuras que se pueden usar en AUP. Para cada ejemplo de estructura se presenta una propuesta de insumos requeridos y de cantidad requerida.

Tabla 54. Variables que determinan el costo de las estructuras*

Insumos usados				
Estructuras	Insumos	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Estructura escalonada: 2 canaletas de 2 m y 3 cojines en guaya de 2 m	Tierra	35 kilos	\$160	\$5.600
	Abono	35 kilos	\$625	\$21.875
	Cascarilla	17 kilos	\$200	\$3.400
	Plántulas	40 plántulas	\$40	\$1.600
			Total	\$32.475

(Continúa)

(Continuación tabla 54)

Insumos usados				
Estructuras	Insumos	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Estructura escalonada: 2 tubos de PVC x 2 (2 m cada una) y 3 cojines en guaya (2 m cada uno)	Tierra	30 kilos	\$160	\$4.800
	Abono	30 kilos	\$625	\$18.750
	Cascarilla	15 kilos	\$200	\$3.000
	Plántulas	40 plántulas	\$40	\$1.600
			Total	\$28.150
Estructura escalonada x 1: 4 líneas en guadua por + 1 cojín en guaya (2 m cada uno)	Tierra	15 kilos	\$160	\$2.400
	Abono	15 kilos	\$625	\$9.375
	Cascarilla	7,5 kilos	\$200	\$1.500
	Plántulas	40 plántulas	\$40	\$1.600
			Total	\$14.875
Pórtico para seis tubulares	Bolsa tubular	6 bolsas	\$1.000	\$6.000
	Tierra	36 kilos	\$160	\$5.760
	Abono	36 kilos	\$625	\$22.500
	Cascarilla	18 kilos	\$200	\$3.600
	Plántulas	84 plántulas	\$40	\$3.360
			Total	\$41.220
Estructura tipo triángulo para 50 botellas	Tierra	20 kilos	\$160	\$3.200
	Abono	20 kilos	\$625	\$12.500
	Cascarilla	10 kilos	\$200	\$2.000
	Plántulas	50 plántulas	\$40	\$2.000
			Total	\$19.700

(Continúa)



(Continuación tabla 54)

Insumos usados				
Estructuras	Insumos	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Marco de ventana para materas	Materas	20 unidades	\$1.200	\$24.000
	Tierra	8 kilos	\$160	\$1.280
	Abono	8 kilos	\$625	\$5.000
	Cascarilla	4 kilos	\$200	\$800
	Plántulas	20 plántulas	\$40	\$800
			Total	\$31.880

Construcción			
Infraestructura	Cantidad	Valor unitario	Valor total
		Unitario	Total
Estructura tipo triángulo para 80 botellas	1	\$45.000	\$45.000
Reforzamiento de ventana para colgar materas	1	\$35.000	\$35.000
Pórtico para 6 tubulares	1	\$35.000	\$ 35.000
		Total	\$ 835.000

*Se aclara que estos precios corresponden al año 2014. Para una comprensión global se puede hacer la conversión a dólares con la tasa representativa de \$2.130 (noviembre 2014).

Fuente: Elaboración propia

Como datos de referencia, en la tabla 55 se presentan los costos que se pueden generar en la implementación de la AUP; además, una relación de insumos y de costos requeridos para conformar una unidad productiva demostrativa y de formación en las instituciones de educación media técnica de la sabana de occidente del departamento de Cundinamarca.

Tabla 55. Costos e insumos por estructura

Insumos/costos unidad familiar promedio				
Insumos requeridos	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Nutriente mayor hidropónico	Litro	1	\$15.000	\$15.000
Nutriente menor hidropónico	Litro	1	\$15.000	\$15.000
Lámina de icopor (poliestireno expandido)	Lámina de 3 cm de grueso, de 1 m x 1 m	1	\$3.000	\$3.000
Espuma	Lámina de 1 m x 1 m	1	\$3.000	\$3.000
Tierra encalada	Bultos (total 1 m ³)	8	\$12.850	\$102.800
Humus sólido	Bultos (total 1 m ³)	8	\$25.000	\$200.000
Cascarilla de arroz	Bultos (total 1 m ³)	6	\$5.000	\$30.000
Plántulas de lechuga morada	Unidad	100	\$26	\$2.600
Estolones de fresa	Unidad	40	\$1.500	\$60.000
Plántulas de acelga china	Unidad	25	\$45	\$1.125
Plántulas de espinaca	Unidad	150	\$35	\$5.250
Plántulas lechuga crespita Vera	Unidad	188	\$26	\$4.888
Ruda	Unidad	5	\$55	\$275
Caléndula	Unidad	10	\$55	\$550

(Continúa)



(Continuación tabla 55)

Insumos/costos unidad familiar promedio				
Insumos requeridos	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Poleo	Unidad	10	\$55	\$550
Ortiga	Unidad	10	\$55	\$550
Hierbabuena	Unidad	21	\$55	\$1.155
Lechuga Simpson (semillas)	Paquete de 25 g	2	\$3.020	\$6.040
Espinaca (semillas)	Paquete de 25 g	1	\$2.500	\$2.500
Acelga (semillas)	Paquete de 25 g	1	\$2.500	\$2.500
Zanahoria (semillas)	Paquete de 25 g	1	\$2.600	\$2.600
Hierbabuena (semillas)	Paquete de 25 g	1	\$4.000	\$4.000
Madera (125 cm de largo x 15 cm de ancho)	Tabla	20	\$8.000	\$160.000
Puntilla de 3"	Libra	2	\$2.500	\$5.000
Puntilla de 2 1/2"	Libra	2	\$2.000	\$4.000
Camas plásticas	Unidad	4	\$17.800	\$71.200
Canecas de pintura de 1 galón	Unidad	5	\$4.000	\$20.000
Tubulares	Unidad	5	\$10.000	\$50.000
Estructura para colgar tubulares en madera	Unidad	1	\$75.000	\$75.000

(Continúa)

(Continuación tabla 55)

Insumos / costos unidad familiar promedio				
Insumos requeridos	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Plástico negro calibre 6, reciclable 2 que abra a 4	Metro	6	\$5.000	\$30.000
Plástico de invernadero	Metro	2	\$6.000	\$12.000
Tapones tubo de ½ pulgada	Unidad	5	\$500	\$2.500
Silicona en barra	Barra	4	\$5.500	\$22.000
Balde aforado	Unidad	1	\$8.000	\$8.000
Alambre dulce delgado	Chipa o rollo	1	\$7.000	\$7.000
Segueta	Unidad pequeña con marco	1	\$7.000	\$7.000
Palines	Unidad	1	\$6.070	\$6.070
Alicate	Unidad	1	\$18.000	\$18.000
Regaderas	Unidad	1	\$12.000	\$12.000
Guantes para jardinería	Unidad	2	\$2.500	\$5.000
Bandejas para germinación	Bandejas de 72 alveolos	3	\$2.500	\$5.000
Fumigadora manual	Unidad	1	\$22.000	\$22.000
Kit de jardinería	Unidad	2	\$9.500	\$19.000
Extracto de ortiga	Frasco	1	\$16.000	\$16.000
Extracto de ají	Frasco	1	\$16.000	\$16.000
Humus líquido San Rafael	Litro	1	\$13.400	\$13.400
Micorrizas	Paquete	1	\$2.000	\$2.000
			Total	\$1.079.153

Fuente: Elaboración propia



Monitoreo de las unidades productivas

El monitoreo o seguimiento a los procesos en la agricultura urbana genera información sobre las unidades productivas, lo que puede ayudar a:

- Comprobar tecnologías innovadoras y eficaces para la agricultura urbana.
- Generar apoyo institucional y social para la continuidad de la práctica agrícola.
- Motivar a docentes, estudiantes y familias para continuar con las unidades productivas que generan buenos resultados.

Formatos de seguimiento

En los formatos se pueden apreciar los modelos para hacer seguimiento a las unidades productivas. El diligenciamiento de ellos permite evidenciar el progreso de la unidad productiva al facilitar la observación del desarrollo de cada especie, enfermedad o plaga presente en el cultivo y definir las condiciones que se deben asociar a cada estructura.



Autores

Blanca Aurora Arce Barboza

Correo electrónico: blanca_arce16@hotmail.com

Ingeniera zootecnista, MSc en Zootecnia Producción Animal de la Universidad Pontificia Católica de Chile y PhD en Animal Science de Cornell University, EE. UU., especialidad en análisis de sistemas agrarios. Ha sido coordinadora del programa Urban Harvest del Centro Internacional de la Papa (CIP) e investigadora de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). En la actualidad, se desempeña como jefe del proyecto de “Mejoramiento de los servicios estratégicos de innovación agraria” del Programa Nacional de Innovación Agraria, del Instituto Nacional de Innovación Agraria, Ministerio de Agricultura y Riego (PNIA-INIA-MINAGRI), Lima, Perú.

Deissy Carolina Malagón Guzmán

Correo electrónico: dcmg.kiara@gmail.com

Ingeniera agrónoma de la Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá. En Corpoica, se desempeñó como profesional técnico asistente en los proyectos de agricultura urbana y periurbana (AUP) y en los proyectos de desarrollo e implementación de sistemas expertos de apoyo a la toma de decisiones (SATD). Actualmente, está cursando una maestría en Gestión del Agua en la Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Germán David Sánchez León

Correo electrónico: gsanchez@corpoica.org.co

Ingeniero agrónomo, MSc (c) en Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia. En sus 22 años de carrera en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), se ha desempeñado investigador en temas relacionados con la producción limpia, buenas prácticas agrícolas, producción ecológica, agricultura protegida, manejo integrado de plagas, producción de plántulas y agricultura urbana. Durante los últimos cuatro años se ha desempeñado como gestor de innovación de la Red de Raíces y Tubérculos de Corpoica.

César Augusto Terán Chaves

Correo electrónico: cteran@corpoica.org.co

Ingeniero Agrícola de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá; MSc en Ciencias Financieras y Sistemas de la Universidad Central, Microsoft Certified Solution Developer de Microsoft y PhD en Ingeniería del Agua y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia (España). En la actualidad se desempeña como investigador PhD en agroclimatología y manejo del agua en el Centro de Investigación Tibaitatá de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).

Referencias

- Agudelo G. 2001. Fundamentos de nutrición animal aplicada. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Aguilar-Murillo X, Valle-Meza G, González-Rosas G, Murillo-Amador B. 2013. Guía de cultivo de orégano. Cibnor; [consultado 2016 abr 3], <http://intranet.cibnor.mx/personal/bmurillo/docs/manual-arbitrado-oregano.pdf>.
- Albuja S, Ceballos M. 2010. Desplazamiento urbano y migración en Colombia. Revista Migraciones Forzadas. [consultado 2015 oct 20]; 34:10. <http://www.fmreview.org/es/pdf/RMF34/RMF34.pdf>.
- Alcolea I, De Gea S, Moscardó E. c2010. Glosario de Agricultura Ecológica. Universidad de Alicante; [consultado 2015 may 15]. http://www.coambcv.com/folletos/AE_Terminologia.pdf.
- Altieri M, Nicholls C. 2000. Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Primera edición. México D.F.: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Alto Comisionado las Naciones Unidas para los Refugiados. 2008. Cambio climático, desastres naturales y desplazamiento humano: la perspectiva del ACNUR. Organization of American States; [consultado 2015 oct 10], http://www.oas.org/dil/esp/refugiados_3_curso_material_referencia_cambio_climatico.pdf.
- Antunes MC. 2000. John Dewey: un ensayo de superación del desfase entre pensamiento y acción en educación. Revista Educación y Pedagogía. [consultado 2014 ago 31]; 12(26-27):143-149. <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/revistaeyep/article/viewFile/11198/10265>.
- Arce B, Malagón C. 2015. Agricultura urbana: produciendo alimentos dentro de la ciudad, aprovechando los recursos suelo, agua, residuos sólidos y orgánicos. Frutas y hortalizas. 41:8-11.
- Arce B, Peña A. 2010. Commercial Substrates for Urban Agriculture in Bogotá. Urban Agriculture Magazine. RUA. (23):29-30.



- Arce B, Prain G. 2005. La agricultura urbana como un componente económico familiar y su inserción en la gestión municipal. La experiencia del proyecto: “Agricultores en la ciudad” Lima, Perú. Ponencia presentada en: IV General Assembly of Red Aguila Seminar: Construyendo ciudades sustentables con agricultura urbana y periurbana. México, D.F., México
- Arce B, Valencia C, Warnars M, Prain G, Valle R. 2006. The farmer field school (FFS) method in an urban setting: A case study in Lima, Perú. En: Van Veenhuizen R, editor. Cities farming for the future, urban agriculture for green and productive cities. Leusden, Holanda: RUA Foundation, IDRC IIRR Publishing. pp. 299-303.
- Barriga L, Leal D. 2011. Agricultura urbana en Bogotá. Una evaluación externa-participativa. Ponencia presentada en: X Congreso Nacional de Sociología; Cali, Colombia.
- Bautista OK, Mabesa RC. 1978. Vegetable production. Los Baños, Filipinas: University of the Philippines at Los Baños.
- Cadavid JI. 1995. Alelopatía (control biológico de las plantas) y huerto casero. Santafé de Bogotá: Fundación Hogares Juveniles Campesinos, Fundación Grania.
- Cadena J, Gómez G, Araméndiz H, Ibañez K. 2011. C015 y C029 nuevas variedades de berenjena para la región Caribe; [consultado 2014 jun 6]. http://digitool.gsl.com.mx:1801/webclient/DeliveryManager?pid=44865&custom_att_2=direct.
- Calderón F, Cevallos F. 2001. Los sustratos. Dr. Calderón Labs; [consultado 2016 mar 21]. http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Los_Sustratos.htm.
- Calvo J. 2009. Especialista en preparación y uso de bioinsumos orgánicos. Informe de consultoría. USAID; [consultado 2016 mar 14]. http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnadw237.pdf.
- Cano Y. 2008. Elaboración de extractos vegetales y caldos minerales en la producción hortícola agroecológica. Corporación Ecológica y Cultural Penca de Sábila; [consultado 2016 mar 29]. <http://corpenca.org/wp-content/uploads/2013/05/Cuadernillo-N%C2%BA2-Protecci%C3%B3n-vegetal.pdf>.

- Carballo R. 2006. Aprender haciendo. Guía para profesores. Aproximación a los espacios de aprendizaje basados en la acción, la experiencia y el grupo de trabajo y aplicaciones prácticas. Segundo encuentro sobre experiencias grupales innovadoras en la docencia universitaria; [consultado 2016 mar 29]. http://redes.cepcordoba.org/file.php/36/Material_de_Jose_Moraga/Roberto_Carballo_aprender_haciendo.pdf.
- Carrasco J, Antúnez A, Lemus G. 2010. Evite problemas: conozca cómo es el suelo antes de establecer un huerto frutal. INIA; [consultado 2015 oct 25]. <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR36668.pdf>.
- Carrasco J, Mora D, Echeverría S. 2012. Cosecha de aguas lluvias para combatir la escasez de agua en el secano de la región de O'Higgins. INIA; [consultado 2015 abr 15]. <http://agroclimatico.mina.gi.gob.cl/wp-content/uploads/sites/26/2014/01/Cartilla-INIA-Rayetue-N%C2%B0-35-Cosecha-agua.pdf>.
- Chaboussou F. 1969. La teoría de la trofobiosis: nuevos caminos para una agricultura sana.. Fundación Gaia y el Centro de Agricultura Ecológica Ipe; [consultado 2015 abr 15]. http://www.cepes.org.pe/pdf/la_teor%C3%ADa_de_la_trofobiosis.pdf.
- Cofie O, Van Veenhuizen R. 2008. Uso sostenible del agua en la agricultura urbana. Revista Agricultura Urbana; [consultado 2016 abr 13]; 20:3-6. <http://www.ruaf.org/sites/default/files/RAU20.pdf>.
- Colombia, Congreso de la República. Proyecto de ley 062 Cámara, Por medio de la cual se regula y promueve la agricultura urbana y se dictan otras disposiciones. 28 de julio de 2009. [consultado 2015 abr 15]. http://www.imprenta.gov.co/gacetap/gaceta.mostrar_documento?p_tipo=05&p_numero=062&p_consec=23137.
- Comisión Nacional Forestal. 2010. Prácticas de reforestación. Manual básico. Conafor; [consultado 2015 oct 15]. http://www.conafor.gob.mx/BIBLIOTECA/MANUAL_PRACTICAS_DE_REFORESTACION.PDF
- Comisión Nacional de Medio Ambiente. 2001. Manual de compostaje casero. Conama; [consultado 2016 mar 28]. <http://www.virtual.chapingo.mx/dona/paginaIntAgronomia/compostaje4.pdf>.



- Corporación Regional del Magdalena. s. f. Residuos Sólidos. Corpamag; [consultado 2011 ago 12]. http://fs03eja1.cormagdalena.com.co/nuevaweb/Proyectos/ConveniosconOtrasEntidades/CONVENIO_FUNDASES/Curso%20Guardaorillas/ABONOS%20ORGANICOS.pdf.
- Cosecha Urbana. 2004. La integración de la agricultura urbana en el desarrollo sostenible de las municipalidades. Centro Internacional de la Papa; [consultado 2015 feb 23]. <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/003439.pdf>.
- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. 2014. La situación demográfica en el mundo. Naciones Unidas; [consultado 2015 oct 10]. <http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/trends/Concise%20Report%20on%20the%20World%20Population%20Situation%202014/es.pdf>.
- Desarrollo Comunitario de los Tuxtlas A.C. s. f. Manual de capacitación. Cultura y manejo adecuado de agua. Decotux; [consultado 2016 mar 21]. http://www.cinu.mx/minisitio/Programa_Conjunto_Agua/ManualCulturaAguaAprove_AguaLluvia.pdf.
- Dimuro G, De Manuel E. 2011. La agricultura urbana como proceso de desarrollo a escala humana. N-AERUS; [consultado 2015 oct 10]; (XII): 1-6. https://habitatydesarrollo.files.wordpress.com/2011/11/n-aerus-xii_dimuroglenda-demanuelesteban.pdf.
- Dipecho. c2015. Manual para la elaboración de un pluviómetro comunitario. Sistematización de herramientas de gestión de riesgo de desastres; [consultado 2015 oct 10]. http://herramientas.cridlac.org/documentos/H_7_Guia_manual_pluviometro_casero_Caritas.pdf.
- Farmaverde. 2006 sin publicar. Capacitación sobre cultivo y uso de plantas medicinales. Material de trabajo.
- Federación Nacional Sindical Unitaria Agropecuaria. 2006. Cartilla de Agroecología. Segunda edición. Bogotá, Colombia: Fensuagro.
- Fernández ME. 2013. Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de cultivo por sectores. Evaluación del riesgo agroclimático por sectores. Ideam; [consultado 2015 nov 9]. <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Efectos+del+Cambio+Climatico+en+la+agricultura.pdf/3b209fae-f078-4823-afa0-1679224a5e85>

- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1989. Prevention of the Post-Harvest Food Losses. Fruits, Vegetables and Root Crops. Roma: UNFAO.
- Gallego JH, Bermúdez MB, Barajas ER. 2006. Agroecología y rastrojos productivos. Manizales, Colombia: Departamento de Caldas y Universidad de Caldas, Manizales.
- Gilsanz JC. 2007. Hidroponía. INIA; [consultado 2016 mar 21]. http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ad/ad_509.pdf.
- Gutiérrez J, Campos H. 2004. Incidencia de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn) y picudo (*Anthonomus eugenii* Cano) en cinco genotipos de Chile (*Capsicum* ssp.) [trabajo de grado]. [Managua]: Universidad Nacional Agraria; [consultado 2014 abr 19]. <http://repositorio.una.edu.ni/1933/1/tnh10g984.pdf>
- Gutiérrez V, Realp E. 2012. Guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, mediante compostaje y lombricultura. MMAyA/VAPSB/DGGIRS; [consultado 2016 feb 25], <http://www.mmaya.gob.bo/redcompostaje/files/biblioteca/04%20GUIAS%20MANUALES/201%20Gu%C3%ADa%20para%20el%20Aprovechamiento%20de%20Residuos%20S%C3%B3lidos%20Org%C3%A1nicos.pdf>.
- Instituto Colombiano Agropecuario. 2009. Mis buenas prácticas agrícolas. Guía para agroempresarios. ICA; [consultado 2014 ene 14]. <http://www.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/Inocuidad-Agricola/Capacitacion/cartillaBPA.aspx>
- IPES - Promoción del Desarrollo Sostenible. 2006. Módulo de desarrollo técnico. La huerta en la agricultura urbana. Bogotá, Colombia: IPES.
- IPES - Promoción del Desarrollo Sostenible. 2007. Agricultura urbana; [consultado 2015 mayo 16]. http://www.ipes.org/backup_eyresis/public_html/au/switch/au/au.html.
- IPES - Promoción del Desarrollo Sostenible, RUAF Foundation, Jardín Botánico de Bogotá. 2008. Huertos orgánicos urbanos en azoteas, terrazas y patios traseros. Lima, Perú: IPES - Promoción del Desarrollo Sostenible, RUAF Foundation.



- Izquierdo J, Rodríguez M, Durán M. 2007. Manual. Buenas prácticas agrícolas para la agricultura familiar. Medellín, Colombia: FAO.
- Jaramillo J, Bolaños M, Montañó M, Estrada EI, Silva H. 2012. Producción artesanal de semillas de hortalizas; [consultado 2016 abr 1]. http://digitool.gsl.com.mx:1801/webclient/DeliveryManager?pid=45046&custom_att_2=direct.
- Jaramillo J, Lobo M. 1983. Manual de hortalizas. Manual de asistencia técnica N.º 28. Bogotá: ICA.
- Jaramillo J, Ríos G. 2007. Estrategias de producción limpia de hortalizas. Boletín técnico. Rionegro, Colombia: Corpoica.
- Jaramillo J, Rodríguez V, Guzmán M, Zapata M, Rengifo T. 2007. Manual técnico. Buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. Corpoica, MANA, FAO; [consultado 2014 jun 11]. <http://www.fao.org/co/manualtomate.pdf>.
- Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. 2007. Agricultura urbana. Sostenibilidad ambiental sin indiferencia para Bogotá. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. 2008. Proyecto 319 “Investigación y formación para el aprovechamiento de los usos potenciales de especies vegetales andinas y exóticas de clima frío a través de cultivos urbanos”. Informe de gestión a diciembre 31 de 2008. Bogotá, Colombia: JBB.
- Jiménez W, Añasco A. 2005. Cultivo de coberturas y abonos verdes. Cedeco; [consultado 2014 feb 11]. http://cedeco.or.cr/files/Abonos_verdes.pdf.
- Kader A. 1983. Postharvest Quality Maintenance of Fruits and Vegetables in Developing Countries. En: Lieberman M, editor. Post-Harvest Physiology and Crop Preservation. Nueva York, EE. UU.: Plenum Publishing Corporation. pp. 455-469.
- Lal R. 1985. A soil suitability guide for different tillage systems in the tropics. Soil Tillage Res. 5(2):179-196.
- Lara AJ. 2008. Agricultura urbana en Bogotá: implicaciones en la construcción de una ciudad sustentable [trabajo de grado]. [Bogotá]: Pontificia Universidad Javeriana.

- Leandro AV. 2013. La agricultura urbana en Bogotá: como llegar a tener un modelo de negocio [trabajo de grado]. [Bogotá]: Universidad Escuela de Administración de Negocios.
- Leiton JS. 1985. Riego y drenaje. San José, Costa Rica: EUED.
- Lozano MD, Villota C, Corredor GA, Bolaños MM, García J. 2007. Manual técnico de capacitación para la preparación, uso, manejo y certificación de productos para una agricultura ecológica. Espinal, Colombia: Corpoica.
- Manual de lombricultura. 2011. [consultado 2011 feb 08]. <http://www.manualdelombricultura.com>.
- Marulanda C. 2003. La huerta hidropónica popular. Tercera edición. Santiago de Chile: FAO.
- Mejía J. 1995. Manual de aleopatía básica y de productos botánicos. Sistemas integrados de producción agropecuaria. Bogotá, Colombia: Didácticas Kingraf.
- Mejía M. 1996. Agricultura sin agrotóxicos. Cali, Colombia: Corporación Mi Nuevo Mundo.
- Mejía M. 2002. Seminario sobre aspectos históricos, políticos y filosóficos de la agricultura orgánica. Manizales, Colombia: Jardín Botánico Universidad de Caldas.
- Mesa S. 2006. Guía “Capacitación buenas prácticas en agricultura urbana”. Bogotá, Colombia: Jardín Botánico de Bogotá.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Fundación Manuel Mejía. 2012. Agricultura Limpia: Buenas Prácticas Agrícolas. Agronet; [consultado 2012 ene 02]. http://www.agronet.gov.co/www/peqprod/imagenes_agricultura/agro_apl_pdfBpa.pdf.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1991. Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. San José, Costa Rica: MAG.
- Ministerio de Salud. s. f. Diseño de filtro casero para tratamiento del agua de consumo humano en comunidades indígenas de Guatemala. BVSDE; [consultado 2015 oct 02]. <http://www.bvsde.paho.org/bvsapi/e/paises/guatemala/filtro.pdf>.
- Miñambres MS. 2005. La alubia. Manual para su cultivo en agricultura ecológica. Eneek; [consultado 2014 may 17]. <http://www.eneek.org/descargas/dteknikoak/ALUBIA.pdf>.



- Mosquera JE. 2009. Efectos socioeconómicos y ambientales de la agricultura urbana caso: unidades de planeamiento zonal (UPZ) de Rincón y Tibabuyes integradas, localidad de Suba, Bogotá, D.C. [tesis de maestría]. [Bogotá]: Pontificia Universidad Javeriana.
- Noda Y. 2009. Las micorrizas: una alternativa de fertilización ecológica en los pastos. Pastos y forrajes; [consultado 2010 may 23];32(2):1-10. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S086403942009.0002.00001&script=sci_arttext.
- Núñez A. 1994. Fruticultura ecológica en la agricultura tropical sustentable. Fundacite Mérida; [consultado 2009 ene 16]. <http://www.fundacite-merida.gob.ve/portalcc/agro/ag03/seccion12.html>.
- Organization for Industrial Spiritual and Cultural Advancement International. 2009. Manual práctico de uso de EM. EM Uruguay; [consultado 2015 oct 26]. http://www.emuruguay.org/images/Manual_Practico_Uso_EM_OISCA_BID.pdf.
- Orellana R, Martorell AM, Díaz M, Sosa MO, Cruz A. 2005. Propiedades físicas de sustratos, base de los sistemas agrícolas urbanos. Revista Agrotecnia de Cuba; [consultado 2009 ene 16]. http://www.actaf.co.cu/revistas/agrotecnia_05_2008/agrot2005-1/CMAN49.pdf.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. s. f. El manejo de los residuos de cultivos, de los cultivos de cobertura y de la rotación de cultivos. FAO; [consultado 2016 mar 29]. http://www.fao.org/ag/ca/training_materials/cd27-spanish/cc/cover_crops.pdf.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 1996. Manual de prácticas de manejo postcosecha de los productos hortofrutícolas a pequeña escala; [consultado 2015 jul 25]. <http://www.fao.org/Wairdocs/X5403S/x5403s00.htm#Contents>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 1999. Cuestiones de la agricultura urbana. FAO; [consultado 2011 dic 26]. www.fao.org/ag/esp/revista/9901sp2.htm.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. FAO; [consultado 2015 jul 24]. <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/lw8s.pdf>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2003. Hidroponía simplificada. Cartillas de capacitación. Plan Ceibal; [consultado 2015 jul 24]. http://www.ceibal.edu.uy/contenidos/areas_conocimiento/cs_sociales/fao/hidroponia.pdf.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2006a. Colección FAO capacitación. Capítulo 6. Suelo. FAO; [consultado 2015 oct 27]. ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training/FAO_training/general/x6706s/Index.htm.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2006b. Seguridad alimentaria. Informe de políticas. FAO; [consultado 2012 ago 20]. ftp://ftp.fao.org/es/esa/policybriefs/pb_02_es.pdf.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2007. Manual. Buenas prácticas agrícolas para la agricultura familiar. FAO; [consultado 2013 ago 20]. <http://www.fao.org/co/manualbpa.pdf>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2009. Glosario de agricultura orgánica. FAO; [consultado 2015 mar 22]. <http://www.fao.org/organicag/es/>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2010. Nueva política de huertos escolares. FAO; [consultado 2015 mar 12]. www.fao.org/docrep/013/i1689s/i1689s00.pdf.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2011. Agricultura urbana y periurbana en América Latina y el Caribe: una realidad. Santiago de Chile: FAO, RUAFA, IPES.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2012. Cartilla de uso y manejo de agua segura para consumo y la producción en huertos familiares. FAO; [consultado 2015 may 1]. http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/13/13643186091130/cartilla_agua_250113.pdf.



- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2013. Los biopreparados para la producción de hortalizas en la agricultura urbana y periurbana. FAO; [consultado 2016 mar 22]. <http://www.fao.org/3/a-i3360s.pdf>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. c2016. Agrovoc Multilingual agricultural thesaurus. FAO; [consultado 2016 mar 22]. <http://oek1.fao.org/skosmos/agrovoc/en/?clang=es>.
- Orsini F, Michelon N, Prosdocimi G. s. f. Sistemas sin suelo sencillos para el cultivo urbano. Hortis; [consultado 2016 mar 22]. <http://www.hortis-europe.net/files/documenti/spagnolo/final-e-books/ebook-4-sistemas-sin-suelo-sencillos.pdf>.
- Pagliarini MK, Monteiro de Castilho RM, Rodrigues E, Alves MC. 2015. Caracterização física e química de substratos com diferentes proporções de residuo de celulose. Ornamental Horticulture. [consultado 2016 mar 21]; 21(1):33-38. <http://ornamentalthorticulture.emnuvens.com.br/rbho/article/download/773/554>.
- Pantoja A, González M. 2014. Una huerta para todos. Quinta edición. Santiago de Chile: FAO.
- Pérez SJ. 2011. Análisis de crecimiento y comportamiento de los nutrientes en clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) variedad Delphi en un sistema de cultivo en sustrato en la sabana de Bogotá [tesis de maestría]. [Bogotá]: Universidad Nacional de Colombia. [consultado 2016 mar] <http://www.bdigital.unal.edu.co/4275/1/790652.2011.pdf>.
- Pinzón H. 1999. Haga su propia huerta. Mosquera, Colombia: [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- Prairie G, González N, Arce B, Tenorio J. 2011. Producción de hortalizas orgánicas en la zona peri-urbana: Ayudando a los productores de bajos ingresos a acceder a mercados de alto valor en Lima, Perú. En: FAO, IPES. Memorias AU. Experiencias de agricultura urbana y periurbana en América Latina y el Caribe; Santiago de Chile: FAO, IPES.
- Qadir G, Cheema MA, Hassan F, Ashraf M, Wahid MA. 2007. Relationship of heat units accumulation and fatty acid composition in sunflower. Pak J Agri Sci; [consultado 2016 mar 15] 44(1):24-29. <http://www.pakjas.com.pk/papers%5C350.pdf>.

- Ramírez G. 2000. Agricultura orgánica. Insecticidas y fungicidas biológicos, fórmula y formas de preparación en su finca. Quinta Edición. Buga, Colombia. Real Academia Española. 2016. Diccionario de la lengua española; [consultado 2016 mayo 25]. <http://dle.rae.es/>
- Restrepo J. 2000. Teoría de la trofobiosis. Nicaragua: Edición SIMAS.
- Rodríguez GA. 2000. Tecnología para la modernización de la agroindustria de la achira. Corpoica; [consultado 2016 mar 2]. http://digitool.gsl.com.mx:1801/webclient/DeliveryManager?pid=42006&custom_att_2=direct.
- Rodríguez S. 2005. Guías “Capacitación talleres básicos de agricultura urbana”. Bogotá: Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.
- Rojas S, García J, Alarcón M. 2004. Propagación asexual de plantas. Conceptos básicos y experiencias con especies amazónica. [consultado 2016 mar 29]. <https://ecojardines.files.wordpress.com/2013/12/propagacinasexual-deplantas.pdf>.
- Román P, Martínez M, Pantoja A. 2013. Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. Santiago de Chile. FAO; [consultado 2016 mar 29]. <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>.
- Ruiz P, Seija C. 2008. Guías “Capacitación talleres asistencia técnica. Programa de atención integral a población desarraigada en Bogotá”. Bogotá, Colombia: Universidad del Rosario, Convenio Red Nacional de Jardines Botánicos.
- Saiz P, Pérez-Urria E. 2014. Cúrcuma I (*Curcuma longa* L.). Reduca (Biología). Serie Botánica; [consultado 2015 ene 18] 7(2):84-99. <http://eprints.ucm.es/27836/1/C%C3%9ARCUMA%20%20Paula%20Saiz.pdf>.
- Sánchez GD, Pinzón H, Clímaco J, Herrera CA, Martínez EO, Quevedo DH, Murcia GA, Pedraza RA, Martínez P, Ortiz LE, et al. 2012. Manual de la cebolla de rama. Corpoica; [consultado 2015 may 4]. http://digitool.gsl.com.mx:1801/webclient/DeliveryManager?pid=64320&custom_att_2=direct.
- Santandreu A, Gómez A, Dubbeling M. 2002. Biodiversidad, pobreza y agricultura urbana en América Latina. Revista Agricultura Urbana; [consultado 2015 oct 24]; 6:9-11. http://www.ruaf.org/sites/default/files/06compleet_1.pdf.



- Santos BM, Obregón-Olivas H. 2013. Producción de hortalizas en ambientes protegidos. Medios de siembra y contenedores. EDIS; [consultado 2015 mar 23]. <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS121600.pdf>.
- Sauca E, Urabayen D. 2005. Rotaciones y asociaciones de cultivos. Eneek; [consultado 2015 mar 23]. <http://www.eneek.org/descargas/dteknikoak/ROTACIONES.pdf>.
- Schonwald J, Pescio J. 2015. Mi casa, mi huerta. Técnicas de agricultura urbana. INTA; [consultado 2016 mar 13]. http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_-_mi_casa_-_mi_huerta.pdf.
- Sena Virtual. 2008. Material “Curso sobre Buenas Prácticas Agrícolas”. Bogotá: Sena.
- Sorensen M, Barzetti V, Keipi K, Williams J. 1998. Manejo de las áreas verdes urbanas; [consultado 2015 mar 24]. <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=1441394>.
- Soria JA. 2012. 6° curso de hidroponía básica para principiantes. Asohofrucol; [consultado 2015 mar 24]. http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_247_Curso%20Hidropon%20Basica.pdf.
- Sztern D, Pravia M. 1999. Manual para la elaboración de compost. Bases conceptuales y procedimientos. Biblioteca Virtual en Salud; [consultado 2015 mar 24]. <http://www.bvsops.org/pdf/compost.pdf>.
- Tapia ME, Fries AM. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos. FAO; [consultado 2016 mar 13]. <http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s.pdf>.
- Tannfeld J. 2011. La huerta agroecológica de autosustento. INTA; [consultado 2015 ene 14]. <http://inta.gob.ar/documentos/huerta-agroecologica>.
- Terrile R, Izquierdo J, Santivañez T. 2010. Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. FAO; [consultado 2015 mar 23]. <http://www.fao.org/3/a-as435s.pdf>.
- UITA, Secretaría Regional Latinoamericana. 2002. De la huerta a la mesa; [consultado 2016 mar 26]. <http://www6.rel-uita.org/old/separatas/huerta/index.htm>.

- Universidad Francisco Gavidia. s. f. Glosario de términos ecológicos; [consultado 2010 nov 25]. <http://ri.ufg.edu.sv/jspui/bitstream/11592/7801/6/338.1-C348d-GBA.pdf>.
- Universidad Nacional Agraria La Molina. 2000. Programa de hortalizas. UNA La Molina; [consultado 2016 mar 29]. [http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Publicaciones/Datos%20b%C3%A1sicos/9-p96%20a%20p110%20\(de%20tomate%20a%20zapallo\).pdf](http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Publicaciones/Datos%20b%C3%A1sicos/9-p96%20a%20p110%20(de%20tomate%20a%20zapallo).pdf).
- Universidad de Antioquia. s. f. Glosario. UdeA; [consultado 2010 nov 25]. <http://docencia.udea.edu.co/cen/MetodosNumericos/principal/glosario.html>.
- Vallejo FA, Estrada EI. s. f. Producción de hortalizas de clima cálido. [consultado 2010 nov 25]. http://digitool.gsl.com.mx:1801/webclient/DeliveryManager?pid=42067&custom_att_2=direct.
- Water Use and Conservation Bureau. s. f. Guía para la persona educada de cómo cosechar agua de lluvia. New Mexico Office of the State Engineer; [consultado 2011 ago 12]. <http://www.ose.state.nm.us/water-info/conservation/pdf-manuals/RainwaterHarvesting-Spanish.pdf>.



Glosario de términos

°C	Grados Celsius
Abonamiento	Agregación manual o mecánica de plantas o residuos vegetales al suelo, para favorecer la incorporación de nutrientes, mejorar la textura, la estructura y la fertilidad del mismo.
Abonos orgánicos	Un abono orgánico o compost es un fertilizante que proviene de animales, restos vegetales de alimentos u otra fuente orgánica y natural.
Abonos verdes	Son cultivos de especies que, por lo general se caracterizan por su rápido crecimiento, los cuales, aunque se siembran, no se cosechan sino que se incorporan al suelo para incrementar los tenores de materia orgánica en el mismo.
Acuaponía	Similar a la acuicultura. Manejo productivo de animales acuáticos o de plantas en agua fresca, salobre o salada (estas dos para el caso de los animales) en un ambiente restringido.
Agricultura orgánica	Sistema de cultivo que se propone evitar el uso de agroquímicos con la aplicación de técnicas como la rotación de cultivos, la adición de subproductos agrícolas y el control biológico de plagas y enfermedades.
Alelopatía	Inhibición de una especie vegetal causada por las sustancias químicas producidas por otro vegetal.
Alimentos inocuos (inocuidad de los alimentos)	Según lo establecido por el Codex Alimentarius es la garantía de que un alimento no causará daño al consumidor cuando sea preparado o ingerido, de acuerdo con el uso a que se destine.



Alimentos sanos

Son los que se obtienen de la agricultura orgánica, ya que no emplean ni contienen ningún insumo químico en sus procesos de producción.

Antracnosis

Enfermedad de las plantas que se detecta por el hundimiento del tejido que, por lo general, toma un color que contrasta con el del tejido contiguo (sano). Casi siempre estos síntomas se atribuyen a hongos de los géneros *Colletotrichum* y *Gloeosporium*.

Aporque

Movimiento de la tierra alrededor de la planta para darle soporte y evitar su caída o para blanquear la parte comercial de la planta.

Asociación benéfica (planta amiga)

Combinación de especies para que se complementen y ayuden en su desarrollo.

AUP

La agricultura urbana y periurbana (AUP) es una actividad multifuncional y multicomponente que incluye la producción o transformación inocua de especies vegetales (hortalizas, frutales, plantas aromáticas, medicinales, etc.) y la crianza de animales menores para el autoconsumo o la comercialización en áreas situadas dentro de los límites de las ciudades (agricultura urbana) y en los perímetros de las mismas (agricultura periurbana).

Babosa

Molusco del orden Pulmonata que se alimenta de tejidos vegetales.

Barrera viva

En sistemas de producción de montaña y alta montaña, significa sembrar plantas en hileras a través de la pendiente con el propósito de detener, hasta donde sea posible, la erosión.

Biofertilizante

Un biofertilizante es un abono orgánico natural que ayuda a proporcionar a las plantas los nutrientes que necesitan y a mejorar la calidad del suelo al crear un entorno microbiológico natural. Por ejemplo, bacterias nitrificantes (rizobios), hongos micorrizas y otros microorganismos capaces de aumentar la accesibilidad de los nutrientes de las plantas presentes en el suelo.

Biopesticidas

Pesticida en que el ingrediente activo puede ser un virus, un hongo, una bacteria o un producto natural derivado de las plantas.

Biopreparados o bioproductos (biofertilizantes, biofungicidas, bioinsecticidas)

Son líquidos, polvos o granulados cuyo principal ingrediente activo es cualquier fuente de microorganismos beneficiosos (bacterias, hongos, etc.) que contribuyen a proteger a la planta de plagas y enfermedades, o que ayudan a potenciar su crecimiento. Son productos de este tipo los plaguicidas biológicos, los inóculos, los acondicionadores del suelo, los bioestimulantes, etc.

Bokashi

Término japonés que significa abono orgánico fermentado, que se logra mediante un proceso de fermentación acelerada, con la ayuda de microorganismos benéficos.

Buenas prácticas agrícolas (BPA)

Comprende las prácticas orientadas a la mejora de los métodos convencionales de producción y manejo en el campo, haciendo hincapié en la prevención y control de los peligros para la inocuidad del producto. A la vez, reduce las repercusiones negativas de las prácticas de producción sobre el medio ambiente y la salud de los trabajadores.

Caldo trofobiótico

Biofertilizante orgánico que provee equilibrio nutricional a las plantas y, además, permite controlar preventivamente el ataque de insectos o de patógenos. Este es un proceso anaerobio (en ausencia de aire), por lo que el recipiente debe tener cierre hermético.



Ciclo de vida o ciclo vegetativo	Serie de transformaciones por la que pasa una planta lo largo de su existencia, desde que emerge hasta que muere.
Cola de caballo	Planta que crece en suelos húmedos y areno-arcillosos, cuyo tallo se usa para extraer una sustancia fungicida.
Compacidad	Compactibilidad. Cualidad de compacto de frutos y verduras.
Compost	Componente estable que resulta de la descomposición de la materia orgánica en procesos de transformación de hojas, residuos sólidos orgánicos seleccionados y estiércol, que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes.
Compostaje	Proceso de descomposición de la materia orgánica. Reciclaje completo de la materia orgánica que es sometida a fermentación controlada (aerobia) con el fin de obtener un producto estable, de características definidas y útil para la agricultura.
Control biológico	Método de control de plagas, enfermedades y malas hierbas que se basa en la depredación natural, parasitismo u otros mecanismos rutinarios de los organismos (hongos, virus o bacterias). Si se efectúa adecuadamente, puede ayudar a mantener los organismos dentro de un equilibrio natural.
Control cultural	Manejo de plagas, malezas y enfermedades a través de prácticas de producción tales como sistemas de cultivo, manejo del calor, poda, métodos de cultivo.
Densidad de siembra	Número de plantas sembradas por unidad de superficie (por ejemplo, por hectárea).
Depredador	Insecto u otro organismo que busca y caza otros organismos como ocurre con las plagas de las plantas.

Ecología

Ciencia que estudia los organismos en relación con el medio que los rodea y la influencia de este en los procesos orgánicos.

Ecosistema

Las comunidades de seres vivos interactúan en un ambiente fisicoquímico definido: el hábitat, que puede ser terrestre o acuático. Comunidades y hábitat conforman el ecosistema. Las áreas de compostaje y de siembra son, en cierto modo, un pequeño ecosistema.

Efecto invernadero

Se refiere a la disminución en la capa de ozono, la cual es responsable de evitar la penetración de la radiación solar en la superficie terrestre. Actualmente la producción de los gases que provocan el llamado efecto invernadero (gases de invernadero) ha aumentado.

Erosión hídrica

Erosión de suelo causada por arrastre de agua.

Esqueje

Porción de tallo joven utilizado para propagar algunas especies.

Estolón

Tallo rastrero que echa raíces y produce nuevas plantas.

g

Símbolo de gramo.

Gallinaza

Fertilizante a base de excremento de aves preparado para ser utilizado tanto en ganadería como en agricultura.

Gravedad específica

Relación entre la densidad de una sustancia y del agua pura a determinada temperatura, usualmente 4°C .

ha

Hectárea, es decir 10.000 m^2 .

Híbrido

Organismo vivo animal o vegetal procedente del cruce de dos razas, especies o subespecies distintas, o de alguna o más cualidades diferentes.



Hidrolatos	Básicamente es un extracto acuoso, de hierbas frescas o secas al calor. Es el método por el cual se concentran más y mejor los principios activos de las plantas, especialmente de las partes verdes y de los tallos.
Humus	Capa superficial del suelo estabilizada, constituida por la descomposición de materiales animales y vegetales, que alberga o atrapa nutrientes minerales (sales), indispensables para el desarrollo vegetal.
Humificación	Conjunto de procesos microbiológicos y químicos que permiten la transformación de la materia orgánica en humus.
Infiltración del agua	Penetración del agua en el suelo.
kg	Símbolo de kilogramo.
L	Símbolo de Litro.
Lixiviados	Aguas residuales complejas generadas cuando el contenido de humedad o de agua de los residuos sólidos, en un relleno sanitario, es mucho mayor a su capacidad de campo.
Lombricompost (lombricom- puesto)	Producto que se logra en un proceso en el que la materia orgánica en estado intermedio de descomposición es procesada por la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) y que se observa como píldoras fecales (estiércol) de las lombrices.
m	Símbolo de metro.
ml	Símbolo de milímetro.
msnm	Metros sobre el nivel del mar.

**Manejo
integrado
de plagas y
enfermedades
(MIPE)**

Sistema de aplicación racional de una combinación de técnicas disponibles para el control de plagas y enfermedades. Considera el contexto del agroecosistema asociado y su dinámica de poblaciones, que incluye medios biológicos, mecánicos y químicos. Sinónimo de control integrado de plagas y enfermedades.

**Medio
ambiente**

Es el conjunto de factores físiconaturales, sociales, culturales, económicos y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la sociedad en que vive, y determinan su forma, carácter, relación y supervivencia.

Micorriza

(lat. *Mico*, hongo; *riza*, raíz). Asociación de un hongo con una raíz de una planta superior. Es la unión íntima y generalmente simbiótica de la raíz de una planta con partes (hifas) de determinados hongos.

**Mulch
(Mulching)**

Palabra tomada del inglés con la que se hace referencia a la cobertura vegetal sobre la superficie del suelo para proteger a las plantas de la competencia de malezas, moderar la temperatura y evitar pérdida de humedad del suelo.

Nim

Planta procedente del sur de Asia que posee principios activos para ser empleados como insecticida natural al regular el crecimiento de las plagas o actuar como repelente.

Parásito

Organismo que se beneficia de otro sin aportarle un beneficio.

pH

Es el índice de acidez o alcalinidad del suelo. Se basa en la medida de la concentración de iones de hidrógeno (H+) en el agua o una solución salina.

Plántula

Embrión ya desarrollado como consecuencia de la germinación. Planta recién nacida.



Postcosecha o poscosecha	Actividades que se realizan con posterioridad a la cosecha para almacenar, seleccionar y clasificar los productos obtenidos.
Prendimiento	Término usado para señalar que la planta se estableció en el sitio en que fue trasplantada e inicia su crecimiento.
Producción limpia	Es la obtención de cosechas en las que no se han utilizado insumos químicos; por tanto, son altamente sanas, inocuas y nutritivas.
Purines (purín)	Mezcla líquida de un 20 a 25 % de estiércol y un 80 a 85 % de orinas. Se logra a partir de la orina de los animales domésticos fermentada y mezclada con partículas de excrementos, jugos que fluyen del estiércol y agua de lluvia.
Reciclaje	Proceso al que se somete un material o producto para ser reincorporado en un ciclo de producción o consumo. Según la complejidad del mismo se establecen dos tipos: directo, primario o simple; indirecto, secundario o complejo.
Relación C/N	Indica la relación entre las unidades de carbono (C) por unidades de nitrógeno (N). Ya que el C es una fuente de energía y el N es necesario para la síntesis proteica, se recomienda que esta relación esté cercana a 25 en el material fresco a compostar.
Residuos sólidos orgánicos (RSO)	Son todos aquellos materiales, sustancias u objetos de naturaleza orgánica resultantes de los alimentos, otros artículos de consumo o de un proceso de producción agrícola o pecuaria.
Residuos sólidos urbanos (RSU)	Materiales que resultan de las actividades de consumo y gestión de actividades domésticas, servicios y tráfico en espacios urbanizados.
Reutilizar	Volver a usar un producto o material.

Rotación de cultivos

Técnica que consiste en la alternancia de la siembra de cultivos en secuencia temporal pero en un mismo espacio de terreno. Al realizarse adecuadamente, tiende a mantener la fertilidad del suelo y disminuir problemas fitosanitarios.

Semillero

Es un sitio donde se colocan las semillas de vegetales con la finalidad de producir su germinación. Allí las plántulas pueden crecer en las mejores condiciones y cuidados, hasta que estén listas para el trasplante o traslado al lugar de producción.

Sostenibilidad

Proceso de racionalización de las condiciones sociales, económicas, educativas, jurídicas, éticas, morales y ecológicas fundamentales que posibilitan la adecuación del incremento de las riquezas en beneficios de la sociedad sin afectar al medio ambiente, para garantizar el bienestar de las generaciones futuras.

Sustrato

Medio, alimento en el que se siembran las plantas o que se coloca en los lechos o camas de producción de lombricompost.

Termófilo (termofilia)

(lat. *Termo*: referido a temperatura; y *filia/fila*: afinidad por, simpatía por). Los microorganismos se pueden clasificar operativamente en función del rango térmico en el que se desempeñan. Hay una flora microbiana psicrófila, que es lenta y activa por debajo de 35 °C, y microorganismos mesófilos (rápidos) que prosperan entre 35 y 45 °C. Temperaturas superiores generan una flora termófila que se vincula con la formación de condiciones anaeróbicas, formación de cenizas y acidez, que se corrige con una fase aeróbica (volteos, bajar la pila, regar) ulterior. Es fácil apreciar que los microorganismos mesófilos son los que permiten —cuando no hay riesgo sanitario— un adecuado proceso de compostación si lo que interesa es la calidad del producto final.



Terneza	Cualidad que se refiere a la frescura de las frutas o verduras.
Textura del suelo	Grosor o finura de las partículas y la proporción de cada uno de los grupos de agregados (arena, limo y arcilla) que constituye el suelo.
Tiempo meteorológico	Se refiere al estado de la atmósfera (temperatura, presión atmosférica, dirección y fuerza del viento, cantidad de nubes, humedad, etc.) en un lugar y un momento determinados.
Trofobiosis	Teoría creada por Chaboussou (1969), la cual sostiene que las defensas orgánicas de los vegetales están determinadas por una nutrición equilibrada que impide la acumulación de sustancias nutritivas (para los heterótrofos = azúcares y aminoácidos libres) en la savia o citoplasma.
Unidad de calor o grados día de desarrollo	Permite expresar matemáticamente la acumulación de temperatura por encima de una temperatura crítica de una planta u organismo dado, que genera actividad biológica de desarrollo. Es decir, en las plantas es la relación entre la acumulación de calor dada por la temperatura que permite la tasa de desarrollo y es específica para cada especie.
Unidad de producción	Superficie delimitada de un establecimiento agropecuario, sujeta a un mismo sistema de manejo.

Fuente: Universidad de Antioquia s. f.; Universidad Francisco Gavidia s. f.; Restrepo 2000; Federación Nacional Sindical Unitaria Agropecuaria 2006; IPES - Promoción del Desarrollo Sostenible 2007; Lozano et al. 2007; Qadir et al. 2007; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2009; Alcolea et al. c2010; Manual de lombricultura 2011; Real Academia Española 2016; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura c2016

Impresión y encuadernación:
Fundación Cultural Javeriana de Artes Gráficas - JAVEGRAF

Terminó de imprimirse
Noviembre de 2016, Bogotá, DC, Colombia



BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

Correo: bac@corpoica.org.co
Teléfono: (57 1) 4 227300 ext. 1257 o 1274
Skype: biblioteca.agropecuaria

**DISTRIBUCIÓN GRATUITA
PROHIBIDA SU VENTA**

Corpoica
EDITORIAL

www.corpoica.org.co

ISBN: 978-958-740-215-5



9 789587 402155