



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

**INSTITUTO DE CIENCIAS**

**POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES**



*“La Tierra no es de nosotros, nosotros somos de la Tierra”*

**“Evaluación de la integral térmica en el huerto urbano para la producción sustentable de alimentos vegetales”**

TESIS

Que para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS AMBIENTALES**

Presenta

**ELIMELEC MUÑOZ NÚÑEZ**



Enero 2021



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

**INSTITUTO DE CIENCIAS**

**POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES**



*“La Tierra no es de nosotros, nosotros somos de la Tierra”*

**“Evaluación de la integral térmica en el huerto urbano para la producción sustentable de alimentos vegetales”**

”

TESIS

Que para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS AMBIENTALES**

Presenta

**ELIMELEC MUÑOZ NÚÑEZ**

Comité tutorial:

Director	Dr. Manuel Huerta Lara
Co Director I	Dr. Rolando Rueda Luna
Tutor	Dr. Miguel Ángel González Fuentes
Integrante Comité Tutorial	Dra. María Teresa Flores Sotelo
Integrante Comité Tutorial	Dr. Fernando Hernández Aldana

Enero 2021



## Tabla de contenido

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>II. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>8</b>
<b>III. MARCO DE REFERENCIA</b>	<b>9</b>
<b>3.1 Marco teórico</b>	<b>9</b>
<b>3.1.1 Agricultura Urbana y Periurbana</b>	<b>9</b>
<b>3.1.2 Huertos domésticos urbanos y periurbanos</b>	<b>15</b>
3.1.2.1 Concepto	15
3.1.2.2 Beneficios de la producción de alimentos vegetales en Huertos Urbanos	17
3.1.2.3 Beneficios nutricionales de los vegetales	19
<b>3.1.3 Agroecología y permacultura en ambientes urbanos y periurbanos</b>	<b>22</b>
<b>3.1.4 Sustentabilidad y agricultura urbana.</b>	<b>27</b>
<b>3.1.5 Importancia internacional del huerto urbano</b>	<b>29</b>
<b>3.1.6 Importancia Nacional del Huerto Urbano</b>	<b>34</b>
<b>3.1.7 Importancia regional del huerto urbano</b>	<b>35</b>
<b>3.1.8 Componentes del Huerto Urbano</b>	<b>37</b>
<b>3.2 Marco Conceptual</b>	<b>38</b>
<b>3.2.1 Tipo de investigación</b>	<b>43</b>
<b>3.2.2 Paradigma</b>	<b>43</b>
<b>3.2.3 Enfoque epistemológico</b>	<b>45</b>
<b>3.2.4 Teorías y método que soporta la investigación</b>	<b>45</b>
3.2.4.1. Teoría de sistemas complejos	45
3.2.4.2. Método de la Integral térmica (tiempo térmico)	47
<b>3.3 Marco legal</b>	<b>51</b>
<b>IV. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>53</b>
<b>4.1 Pregunta de investigación</b>	<b>54</b>
<b>V. HIPOTESIS</b>	<b>54</b>
<b>5.1 Hipótesis general</b>	<b>54</b>
<b>VI. OBJETIVOS</b>	<b>55</b>
<b>6.1 Objetivo general</b>	<b>55</b>
<b>6.2 Objetivos específicos</b>	<b>55</b>
<b>VII. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>55</b>
<b>7.1 Localización del experimento</b>	<b>55</b>
<b>7.2 Fase de campo</b>	<b>58</b>

7.2.1 Establecimiento del experimento	58
7.2.2 Muestreos de campo	61
7.3 Variables respuestas	61
7.4 Análisis Estadístico	64
<b>VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>64</b>
8.1 Interés de las familias por cultivar hortalizas en Huerto Urbano en la Ciudad de Puebla.	64
8.2. Temperatura y crecimientos promedios de hortalizas.	68
8.3. Integral térmica de hortalizas en la ciudad de Puebla.	69
8.4 Producción de hortalizas en huerto urbano en la ciudad de Puebla.	70
8.5. Análisis de la temperatura cero vital de crecimiento e integral térmica de acuerdo con la familia y especie de la planta cultivada.	71
<b>IX. CONCLUSIONES</b>	<b>79</b>
<b>X. LITERATURA CITADA</b>	<b>81</b>
<b>XI. ANEXOS</b>	<b>92</b>

## I. INTRODUCCIÓN

Las ciudades han estado estrechamente relacionadas con la agricultura desde los primeros establecimientos humanos sedentarios del periodo Neolítico, y estos aparecen ligados al desarrollo del sistema agrícola (Moran, 2011). El huerto urbano, también conocido como agroecología urbana (AU), es semejante a tener un huerto en un espacio reducido dentro de una vivienda urbana, destinado al cultivo de hortalizas, hierbas medicinales, árboles frutales o plantas ornamentales a escala doméstica, sin que se afecte la calidad de los productos obtenidos mediante este sistema (FAO, 1996).

La producción de alimentos vegetales dentro de las zonas urbanas en techos, patios, terrazas, huertos comunitarios, huertos de frutales, así como en áreas públicas o abandonados tiene como finalidad abastecer o producir alimentos inocuos para mejorar la salud y el entorno físico (FAO, 1999). Los vegetales son una fuente de alimentación para las personas con mayores insuficiencias alimentarias y una herramienta de reclamo de una alimentación más saludable y un ambiente menos contaminado, lo que genera una seguridad alimentaria (ZAAR, 2011).

La implementación de un huerto urbano promueve la concientización de consumo de alimentos agroecológicos (inocuos) de costo moderado, además de que aporta dentro la sostenibilidad ambiental el mejoramiento de entornos urbanos (ZAAR, 2011). Esto ha tenido como consecuencia que la sociedad preste atención a problemas ambientales y considere consumir alimentos sanos y saludables. Con ello, la sociedad se replantea el reto de subsistir, ya que actualmente enfrenta una crisis ecológica, energética y económica a escala global (Moran 2011).

Históricamente los huertos urbanos surgen como respuesta a crisis o colapsos de las economías de diversos países, derivadas de la posguerra. Esta práctica de agricultura urbana no es reciente y ha estado presente como apoyo a la economía de gobiernos siendo parte de una estrategia de seguridad

alimentaria. Por lo que todas las ciudades deberían desde una perspectiva sistémica, considerar los ciclos del metabolismo urbano, el argumento territorial, los procesos identitarios y culturales de las sociedades que las habitan actualmente, ya que cumplen con funciones de integración social, desarrollo local, y educación ambiental (Moran 2011 y ZAAR, 2011).

En 2014, Poulsen y colaboradores establecen que los huertos urbanos son una herramienta de planificación urbana para mejorar los sistemas alimentarios locales, al tiempo que mejoran los entornos degradados, ya que rompen el impacto del cemento y los ladrillos con áreas verdes, esto tiene resultados positivos considerando que estas brindan refugio contra el deterioro urbano y mejoran la ciudad.

Estas actividades llenan vacíos, reducen las tensiones existentes y promueven la integración social entre grupos. Los huertos urbanos fomentan la creación de redes sociales y mejoran las relaciones humanas, ya que son lugares en donde la convivencia y el apoyo mutuo priman sobre los intereses individuales. Además de que cumple con funciones relacionadas a la adherencia social y la participación comunitaria ('Yotti Kingsley & Townsend, 2006).

De la Casa y colaboradores (2011) explican que, dado el crecimiento poblacional y su concentración en las ciudades, es necesario producir alimentos de manera local. Monitorear el crecimiento mediante la integral térmica, y el efecto de los factores ambientales en los cultivos y su desarrollo ayudan en esto. La integral térmica puede ser considerada un factor ambiental, porque es la acumulación de energía para diferentes tipos de organismos esto incluye procesos físicos y biológicos, dicho de otra manera, los seres vivos dependen directamente de la radiación solar, ya que los vegetales la utilizan para elaborar carbohidratos mediante la fotosíntesis (Taiz y Zeiger, 2002).

El impacto que tiene la temperatura en el desarrollo fenológico de los vegetales se calcula con la integral térmica o también llamados grados día de desarrollo GDD (Díaz *et al.*, 2012). Esta variable se puede relacionar con la temperatura ambiental y con el periodo fenológico del cultivo, con esto permite

pronosticar cuándo ocurrirá una etapa fenológica y calcular el rendimiento de una siembra (Kantolic y Slafer, 2001).

Las ciudades son un conjunto de elementos sociobiológicos relacionados, (Collins *et al.*, 2000); es decir, sistemas donde los aspectos sociales y naturales están relacionados mediante el suministro y aprovechamiento de servicios ecosistémicos.

Zoppolo (2009) señaló que los beneficios para el desarrollo de un huerto urbano se fundamentan en la propuesta agroecológica, que estudia el mantenimiento y diseño de sistemas de producción buscando la sostenibilidad en un plazo más duradero y prolongado. El propósito de este enfoque es lograr un equilibrio en el proceso del cuidado de los recursos naturales, respetando y promoviendo la biodiversidad para producir alimentos saludables sin agregar productos químicos como fertilizantes, pesticidas o herbicidas sintéticos, ahorrando y reevaluando las conexiones personales. Técnicas de cultivo ancestral y naturaleza juntas. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (1999), señaló que la Agricultura Urbana y Periurbana (AUP) es la actividad agrícola que se lleva a cabo en áreas limitadas (por ejemplo, macetas, recipientes, zotehuelas, patios, huertos, terrazas, o azoteas) ubicadas dentro de las áreas urbanas de una ciudad y destinadas a la siembra de cultivos.

Morán y Aja, (2011) señalaron que el acceso a alimentos inocuos cultivados localmente es otra de las principales funciones que pueden cumplir los huertos urbanos. En la actualidad es el fortalecimiento social, la mejora del paisaje y habitabilidad urbana. Los principales beneficios que los productores destacan de estos huertos son la creación y mejora de las relaciones interculturales. Finalmente, estos autores señalan una tercera función de la agricultura urbana, la creación de cooperativas y empresas de trabajo social. Los huertos urbanos proporcionan un lugar de aprendizaje de las técnicas de cultivo y contribuyen a un aumento de interés por la agricultura (Lok, Rossana.1998).



Los huertos urbanos presentan beneficios ecológicos, sociales y económicos, así como en la salud. Desde la perspectiva de la salud, promover huertos urbanos se traduce en que la sociedad tenga disponibilidad de alimentos inocuos y, por lo tanto, conozcan mejor en qué reside una dieta sana, disfruten de ellos y mejoren su condición física, así como la actividad física. El huerto urbano desde la perspectiva ecológica contribuye a la sensibilización sobre los sistemas ecológicos alimenticios, su administración y conservación, así como el aprovechamiento óptimo del agua, suelo, así como de la biodiversidad y los hábitats (Zoppolo et al, 2009).

Existen diferentes comentarios de los huertos urbanos de contribuciones reales al núcleo familiar; en hogares urbanos el mayor aporte se refleja en el alto valor nutricional de los alimentos, especialmente el aporte de árboles frutales y vegetales, familias musoides o bananoides, y animales. En menor medida se consiguen beneficios económicos; ya que aportan de entre 10%-25% a los ingresos familiares. Además de la pronta obtención de alimentos y su seguridad alimentaria (Marsh y Hernández, 1998).

El concepto de integral térmica es utilizado para desarrollar un patrón y establecer cómo se comportar ciertos organismos o plantas de acuerdo con las temperaturas ambientales locales a las que están siendo sometidos. Este concepto relaciona la temperatura ambiental con los factores climáticos y los ciclos de crecimiento del cultivo, además permite predecir cuándo sucederá cierta etapa de desarrollo e incluso permite calcular el rendimiento de un cultivo (Kantolic y Slafer, 2001).

## II. JUSTIFICACIÓN

Generar consciencia en la sociedad con respecto al beneficio que tiene la biodiversidad urbana, está relacionado con el incremento en los últimos años de la investigación sobre la protección y conservación de entornos urbanos o suburbanos (Miller & Hobbs, 2002) que hacen notorio la dependencia que tiene la sociedad con la preservación de los ecosistemas y los bienes que éstos generan, lo que nos señala la necesidad de estudiar y analizar los ecosistemas en conjunto, incluyendo los sistemas sociales, ya que, al alterar el funcionamiento de los ecosistemas, tiene un impacto negativo en el bienestar humano (Hernández, 2013). El papel que juega la agricultura urbana y periurbana es crucial en la lucha contra el hambre y en los problemas de salud ligados a la dieta (Hernández, 2013) y, además, los huertos urbanos pueden aumentar el conocimiento y el interés de las personas en el proceso del cultivo de alimentos, la conciencia ambiental y establecer vínculos con prácticas sostenibles que promoverán estilos de vida más saludables. (CBD, 2012). Con esto se generan alimentos inocuos de alta calidad dado que es posible que no se necesite ningún pesticida o fertilizante convencionales ya que se hace uso de mejores prácticas agroecológicas, así como el uso de fertilizantes y bio-plaguicidas orgánicos para la producción y con esto los resultados son más frescos que los convencionales, por lo tanto, mejora la calidad de la alimentación (FAO, 2015). Para determinar cuál será la producción óptima dentro del huerto urbano con prácticas sostenibles eficientes, según Kooman (1996) es importante analizar la cantidad de radiación solar absorbida por los vegetales en los huertos urbanos a través de la integral térmica, así como la utilización de esta energía en el desarrollo vegetal que componen los procesos biofísicos de las plantas, ya que mediante la radiación se regula la producción de biomasa y el rendimiento de los cultivos en un porcentaje potencial. Estos parámetros son primordiales para calcular el crecimiento de un cultivo y su potencial producción, en medida que no experimente condiciones de estrés durante su ciclo. (Liu et al., 2004). Es por esto que se realizó el presente trabajo con la intención de medir la integral térmica junto con la producción de alimentos en el huerto urbano.

### III. MARCO DE REFERENCIA

#### 3.1 Marco teórico

##### 3.1.1 Agricultura Urbana y Periurbana

“La ciudad no puede pensarse a sí misma sin lo rural, es decir, prescindiendo de los flujos metabólicos más allá de su *hinterland*. Aún, la actual dinámica metabólica entre lo rural y lo urbano no puede entenderse por mucho tiempo sin generar profundas implicaciones socio-ecológicas” (Delgado, 2015).

En la revolución industrial las ciudades se desarrollaron para alojar la emigración de la mano de obra que llegaban desde las zonas rurales para trabajar en las nuevas fábricas. La paradoja es que para hacer soportable la vida en los suburbios obreros, era la necesaria incorporación de un reducto de la vida en el campo: la viabilidad de cultivar alimentos para autoconsumo, reduciendo los espacios verdes. Desde este momento los huertos aparecerán recurrentemente como herramientas fundamentales de las estrategias de sostenimiento en momentos de crisis a lo largo de toda la historia de las ciudades. El contexto actual vuelve a replantear a las ciudades del planeta el desafío de la subsistencia, ahora se desafía a una crisis ecológica, energética, y económica de escala global. Las crisis alimentarias, el cambio climático, la tasa máxima de extracción global de petróleo... hacen urgente mejorar los valores de la sociedad, el sistema económico, los estilos de vida y el sistema espacial que refleja todo ello: las infraestructuras del transporte, el modelo urbano y la gestión del territorio (Morán y Aja, 2011).

El desarrollo de las ciudades ha traído grandes problemas a la planificación urbana y la toma de decisiones. Desde la esfera social, la dinámica es muy nutrida, las personas se congregan en grupos por las mismas demandas y exigencias para disponer de vivienda y servicios básicos. Sin embargo, el incremento de población demanda más energía y esto cambia de fondo el metabolismo urbano y rural. La demanda energética de las ciudades aumenta constantemente, el sistema urbano se caracteriza por un alto incremento en el uso y transformación de materiales y energía. Desde esta perspectiva, en las zonas rurales, la producción de alimentos

tiende a tecnificarse por la incapacidad de satisfacer la demanda actual de alimentos y energía en el medio urbano. (Soto - Cortés, 2015).

La expansión de la ciudad resultó en una gran pérdida de tierras y terrenos utilizados para la producción agrícola y ganadera en sus alrededores. La discusión de la agricultura urbana es indispensable como línea productiva de alimentos y de servicios ambientales para los territorios urbanos que integran las propuestas de la sociedad civil. Este dilema tiene que incluir un replanteamiento a la estrategia seguida como única línea de lo urbano, la cual carece notablemente del vínculo sociedad-naturaleza, sin un acercamiento a las actividades agropecuarias y a las actividades relacionadas con los modos de vida rurales-sustentables. El sistema de producción agrícola utilizado para la alimentación local significa un cambio radical en la política de desarrollo ecológico y sostenible del territorio urbano; con ello, las organizaciones sociales involucradas en el tema demandan volver a la pequeña producción de origen campesino, característica de México, así como reorientar modos de vida congruentes con la sustentabilidad. La producción de alimentos en las ciudades es de suma importancia ante los graves problemas que afectan la alimentación mundial, al medio ambiente y a la agricultura. La producción alimentaria puede y tiene que regresar a las comunidades e incluirse en el debate acerca del desarrollo sustentable para alcanzar una soberanía alimentaria. (Martínez y Monroy, 2009).

Ante el contexto de crisis económica, ambiental y social, la agricultura urbana y periurbana (AUP) está cobrando gran relevancia. La ONU declara que se requiere reducir la distancia del transporte de la comida de donde se produce a donde se consume, mediante su producción local y cuando las condiciones lo permiten dentro de los límites de la ciudad y en especial en su periferia. (ONUb, 2010). McClintock *et al.* (2013) mencionan que conforme se articulan las relaciones entre sistemas agrícolas, salud y diseño de las ciudades, el localizar los posibles sitios para la AUP se ha convertido en una prioridad. Estimaciones de la productividad de la AUP en diferentes ciudades de Asia, África, Norte América y Europa muestran que se puede

producir entre el 2.9 y 7.3% de las hortalizas que se consumen en la ciudad, entre el 46% y el 60% o incluso el 100% en el escenario donde se ocupan todos los sitios disponibles con una práctica biointensiva, así como 33% a 94% del huevo y 100% de la miel (Grewal y Grewal 2012; McClintock *et al.*, 2013).

En general, la AUP se puede definir como el cultivo de plantas y árboles, y la producción de ganado dentro de la ciudad o en la periferia de la ciudad, haciendo una distinción entre la agricultura urbana y la periurbana. La AUP se enfoca en producir productos perecederos de alto valor que puedan ser producidos en espacios confinados, como hortalizas verdes, hongos, hierbas, leche fresca, huevos, carne de cerdo, pollo e incluso pescado (De Zeeuw *et al.*, 2011). Por su parte Mougeot (2000) define a la AUP como una industria localizada dentro (intra-urbana) o en el límite (peri-urbana) de una ciudad o metrópolis, que cultiva, procesa y distribuye una diversidad de productos alimenticios y no alimenticios, (re)usando principalmente recursos humanos y materiales, así como productos y servicios encontrados en y alrededor de las áreas urbanas, a la vez que suministra recursos humanos y materiales, productos y servicios principalmente a esa área urbana.

La FAO (1999) caracteriza a la agricultura urbana como una actividad dentro de la ciudad en pequeñas superficies donde se producen cultivos y cría de ganado menor para el autoconsumo o para la venta en mercados locales, y la distingue de la agricultura periurbana, esta última como una actividad cercana a la ciudad con orientación comercial o semicomercial por venta de hortaliza, ganado, leche y huevos; así la FAO entiende a la AUP como una actividad que se desarrolla dentro de los límites o en los alrededores de la ciudad e incluye actividades agropecuarias, pesqueras, forestales no madereros, silvicultura, con la distinción de que la agricultura urbana no tiene una finalidad netamente comercial.

La AUP puede describirse según su orientación, escala, organización y beneficios. Respecto a su orientación, puede variar desde la orientación puramente de subsistencia hasta la orientación únicamente recreativa o a la orientación

empresarial. Respecto a la escala, puede ocurrir ya sea en el hogar, o en escalas superiores como jardines comunitarios, espacios semi-comerciales hasta agronegocios. Respecto a la organización, pueden ser sistemas manejados de manera pública, privada, individual o colectiva (FAO, 1999).

Las áreas, maneras, formas e imágenes que relacionamos a la agricultura urbana y los huertos dentro de estas zonas son mucho más diversos que la típica parcela de tierra con zanjas. La diversidad de formatos, lugares, motivaciones y grupos sociales que promueven la agroecología urbana evidencian que su rasgo más característico sería la **agrobiodiversidad**. Esta diversidad se refleja en los diferentes tipos de huertos que deberían impulsarse en el marco de un programa integral de fomento de la agricultura urbana (Fernández y Morán, 2012):

- **Huertos comunitarios:** espacios públicos gestionados colectiva y participativamente destinados a la agricultura y la jardinería, recuperando espacios abandonados o degradados, solares temporales o zonas verdes infrautilizadas.
- **Huertos en instituciones públicas:** terrenos dentro de colegios, institutos o universidades, centros de salud u hospitales, centros penitenciarios, centros culturales, etc.
- **Huertos de ocio:** en el borde urbano se pueden habilitar espacios para la agricultura familiar de autoconsumo, de forma que no resten suelo a los espacios agrarios periurbanos productivos.
- **Huertos en patios privados, individuales o colectivos:** una iniciativa que abarcaría la reconversión en huertos de los pequeños jardines de las casas bajas o los chalets adosados, así como los patios cerrados de urbanizaciones.
- **Azoteas:** grandes superficies urbanas infrautilizadas que podrían servir para realizar desde actividades agrícolas a pequeñas actividades de avicultura o apicultura. Múltiples por todo el planeta iniciativas están empezando a explorar estos espacios que el urbanismo y la arquitectura convencionales suelen olvidar.

- **Ventanas y Terrazas:** estos espacios privados, además de alegrar la vista a residentes y gente que pasee por las calles, suponen una excelente herramienta de aprendizaje sobre cuestiones agronómicas.

Además de obtener alimentos saludables cultivados localmente, otra función importante que pueden cumplir los huertos en la actualidad es el fortalecimiento comunitario, mejora del paisaje y habitabilidad urbanas. Los principales beneficios que los organizadores destacan de estos huertos son por una parte la creación de relaciones interculturales, dado que hortelanos de orígenes diversos tienen que organizarse y ponerse de acuerdo, participando activamente en el mantenimiento y la gestión de los espacios, y por otra parte que proporcionan cierta “continuidad biográfica”, en la medida en que muchos de los participantes han tenido que abandonar no sólo sus pertenencias, sino a sus comunidades, con el consiguiente sentimiento de desarraigo y pérdida de identidad, con los huertos se establecen una conexión entre el lugar de origen (mediante los cultivos) y el lugar de acogida. Finalmente cabe destacar una tercera función de la agricultura urbana, la creación de cooperativas y empresas de trabajo social, aunque las experiencias de este tipo son difícilmente trasladables a ciudades con alta densidad, los huertos sí proporcionan un espacio de aprendizaje de las técnicas de cultivo y podrían contribuir a un aumento de interés por el trabajo agrícola. (Morán y Aja, 2011).

Después de que el huerto urbano se haya tomado básicamente como un elemento de ocio o bienestar durante mucho tiempo, el objetivo de hacer que las ciudades sean más sostenibles ahora se hace cada vez más fuerte, y con esto lograr la inserción de la naturaleza en ellas mediante corredores ecológicos y otro tipo de espacios verdes que influyen positivamente en el metabolismo urbano y que aumenten la biodiversidad. Los individuos interesados en los huertos urbanos lo están a menudo también en el sistema alimentario, y buscan maneras de tener acceso a alimentos ecológicos, frescos, y de calidad. El reto para el futuro sería integrar los proyectos de huertos urbanos dentro de un proceso general de rehabilitación urbana y territorial ecológica, como un elemento más de los que

conforman la complejidad urbana, y no solo como excepciones exóticas o puntuales. (Morán y Aja, 2011).

Por esos motivos nace un cuestionamiento, “¿cómo es que las personas que habitan lo urbano pueden organizar la aplicabilidad de un modelo sustentable de producción agrícola de alimentos?” El ordenamiento social ha impulsado a una “lucha” por la defensa de bienes y recursos naturales. Sin embargo, en las ciudades de países en desarrollo, dicho aspecto no queda visiblemente definido, pues el modelo de ciudad y expansión de lo urbano no se establece bajo el esquema de territorios sustentables, y menos aún con respeto al conocimiento ancestral y cultural de los pueblos originarios de cada zona. De tal manera, el movimiento social y la organización en las zonas urbanas son fundamentales para regresar la producción de alimentos sustentables a las comunidades. Concretamente en aquellas regiones donde la pobreza, vulnerabilidad, y marginación son peculiaridades de polarización y desigualdad, por lo tanto, son una condicionante a la obtención de alimentos sanos (Vía Campesina, 2015).

Las organizaciones sociales han definido lineamientos para establecer la aplicabilidad de un sistema sustentable de producción agrícola-campesino-ciudad basado en la soberanía alimentaria en el que destacan los siguientes aspectos:

- **Producción local para alimentar a la población.** Significa que las decisiones sobre intercambio, consumo, comercio y distribución son soberanas y locales. Debe incluir factores culturales, éticos, religiosos, estéticos, calidad que implica alimentos sanos, accesibles y culturalmente apropiados.
- **Garantizar plenos derechos sobre la tierra,** así como la defensa de espacios y territorios de comunidades y pueblos indígenas. Estas acciones permiten acceso y control de las tierras, así como la interdependencia entre productores y consumidores (Vía Campesina, 2015).



- **Conocimiento pleno para intercambiar y mejorar semillas**, base para una nutrición adecuada y variada. Ligado a la campaña de las comunidades y organizaciones sobre el derecho colectivo sobre las semillas.
- **Organizaciones sociales a favor de la soberanía alimentaria** encabezan la lucha contra los organismos genéticamente modificados; fomentan las prácticas de agricultura orgánica, agroecológica y sostenible, basándose en el derecho a la recuperación de los conocimientos ancestrales (Tierra, 2010).

Pollan (2009) señala que en la actualidad la producción de alimentos urbanos está en crecimiento, y es un fenómeno que ocurre por dos vías: la gubernamental e instituciones civiles. La primera es la aplicación de las exigencias de políticas internacionales en la promoción del desarrollo sustentable y erradicación del hambre; las organizaciones de la sociedad civil están naciendo en zonas urbanas debido a la necesidad de erradicar el hambre con un nuevo paradigma: se trata de ver a los alimentos como derecho y no como mercancía. Es decir, representa una transformación al enfoque convencional productivo/consumo/comercio para que la gente de las comunidades urbanas acceda a alimentos sanos, aunque esté lejos del ambiente rural. En la exigencia de una mejor alimentación, las organizaciones sociales buscan ganar espacios a la delincuencia, recuperando predios abandonados y la cohesión social; destaca la participación de las mujeres como gestoras y promotoras de las actividades en sus comunidades.

### **3.1.2 Huertos domésticos urbanos y periurbanos**

#### **3.1.2.1 Concepto**

Una de las expresiones de la AUP es el huerto doméstico, que es una práctica agropecuaria usualmente a escala pequeña ubicada dentro de la vivienda, llevada por los integrantes del hogar para producir bienes alimenticios vegetales y/o animales, con fines de autoconsumo con venta ocasional de excedentes (Advocates for Urban Agriculture, 2004). Lin *et al.* (2015) nombran a los huertos domésticos como jardín privado, y lo definen como un sistema multiespecie de producción en un área de tierra que rodea la casa para satisfacer diferentes necesidades y funciones físicas, sociales, económicas y tradicionales, que puede abarcar incluso

unos pocos metros cuadrados con diferentes niveles de vegetación diversa o al otro extremo donde puede haber una gran área pavimentada sin vegetación. Así, el huerto doméstico se puede entender como un sistema agro cultural pues de acuerdo con Head *et al.* (2004) son espacios donde se refleja la identidad y procedencia de los integrantes del hogar.

La FAO (2014a, 2014b) promueve las huertas urbanas y periurbanas de consumo familiar para contribuir a una dieta saludable, generar ahorro y alimentos durante todo el año, así como la posibilidad de mejorar los ingresos y consumir hortalizas frescas, sanas y baratas. Bueno (2010) promueve los huertos domésticos como la oportunidad de realizar tareas creativas, de experimentar, descubrir, hacer ejercicio, producir alimentos saludables, regalar excedentes a familiares y amigos, respirar aire fresco, disfrutar plenamente de la vida. Por su parte, Madaleno (2001) menciona que los huertos domésticos en algunas ciudades son el único punto de encuentro con la naturaleza, por lo que su presencia aumenta el bienestar de los integrantes del hogar.

Los huertos domésticos pueden manejarse desde sistemas semi-hidropónicos, hidropónicos, y desde principios de agroecología, agricultura ecológica o permacultura (Caporal, 2017). También se emplean tanto agroquímicos como métodos agroecológicos para el manejo de plagas, estos últimos, con el fin de proteger la salud de los integrantes del hogar al no usar agroquímicos. Los métodos agroecológicos buscan optimizar los recursos y potencialidades locales y regionales, así como generar procesos de reciclaje de los desechos domésticos con la práctica de la composta y lombricomposta. El diseño de los huertos puede ser sencillo al usar patrones lineales, o complejo al usar mándalas, espirales, laberintos o distintas formas geométricas (Bueno, 2010).

El área de los huertos domésticos puede abarcar desde un metro cuadrado. Bueno (2010) recomienda diferentes áreas según la riqueza y cantidad deseadas para un hogar de cuatro personas: 30 a 50 m<sup>2</sup> para una producción suficiente de

hortalizas básicas, 100 a 200 m<sup>2</sup> para producir excedentes para conservas o regalar, 300 a 500 m<sup>2</sup> para incluir legumbres y cereales, 5000 a 10000 m<sup>2</sup> para venta local. La asociación civil PROAS (2015) recomienda camas de hortalizas de 1.25m por 8m.

### **3.1.2.2 Beneficios de la producción de alimentos vegetales en Huertos Urbanos**

La presencia de huertos urbanos en las familias está relacionada con una serie de factores sociales, culturales y económicos. Respecto a los sociales y culturales, Schupp y Sharp (2012) encontraron que la presencia de huertos urbanos en las ciudades de Ohio está relacionada con dos principales factores: entre más cerca de una zona rural, más probabilidad de que la familia tenga un huerto; entre más dificultades económicas familiares tengan un huerto como una estrategia de subsistencia. Los autores también reconocen otros factores como el hecho de que no todos los miembros de la familia participan en el huerto, así como la relación de tener un huerto familiar si algún miembro participa en algún movimiento social de producción de alimentos locales o hay preocupación ambiental.

Los huertos urbanos también son espacios con importancia religiosa, cultural, familiar, al igual que ecológica. Mazumdar y Mazumdar (2012) estudiaron cómo los integrantes de otros países asentados en el sur de California diseñan sus jardines, y lo que estos significan para ellos; encontraron que inmigrantes hindúes y vietnamitas transforman sus jardines para adquirir un simbolismo sagrado de acuerdo a su religión hindú o budista; por otro lado, inmigrantes vietnamitas y chinos diseñan sus jardines frontales como los jardines norteamericanos pero sus jardines traseros los convierten en espacios étnicos, donde siembran flores, árboles frutales, hierbas medicinales y vegetales de su país o región de origen, como melones, plátanos, cebollas, pimientos, espinacas, cilantro, menta, tomates, granadas persas y lemon Grass. Básicamente, los inmigrantes diseñan sus jardines con fuertes lazos emocionales hacia su cultura y su familia que dejaron atrás, pues a veces dedican un árbol a un familiar en particular.

La presencia de huertos urbanos también se relaciona con aspectos económicos de la familia o el entorno económico. Winklerprins y Souza (2005) encontraron que los migrantes rurales que se mudan a las ciudades de la región de la amazonia brasileña, al no encontrar oportunidades adecuadas de empleo compensan su inestable fuente de ingreso con cultivar su propia comida en sus huertos urbanos familiares, como una forma de AUP. Por otro lado, Reyes-García *et al.* (2013) encontraron en la península ibérica que un huerto familiar agrodiverso tiene beneficios económicos pues contribuye con la subsistencia familiar, al calcular el valor financiero del huerto con respecto a los valores monetarios en el mercado de los productos que cosechan y cultivan.

Por su parte, Zezza y Tasciotti (2010) realizan un análisis del papel que juega la AUP en responder al problema de la inseguridad alimentaria en los sectores con pobreza de las ciudades en países en desarrollo. Concluyen que la contribución de la AUP en la seguridad alimentaria no debe ser sobreestimada pues generalmente el ingreso y producción suelen estar limitados, pero que tampoco debe ignorarse, pues particularmente en países africanos, la AUP constituye una parte sustancial del ingreso y una fuente importante como medio de vida. También encontraron que la AUP está asociada a una mayor diversidad en la dieta y disponibilidad de calorías, siendo las frutas y verduras el grupo de alimentos que más contribuyen en el incremento de consumo de calorías. Los autores recalcan que la importancia de la AUP de autoconsumo en los hogares pobres se encuentra en el hecho de que brinda micronutrientes a los miembros de los hogares, en especial a mujeres y niños, cuando estos cambian su consumo de alimentos comprados a productos más baratos ante un alza de precios, alejándose de los micronutrientes. En este sentido, la AUP juega un papel potencialmente importante en proteger a las personas con pobreza mientras lidian con una crisis económica que se convierte en una crisis de precios de los alimentos.

Los huertos urbanos proporcionan una serie de servicios ecosistémicos. Calvet-Mir *et al.* (2012) encontraron 19 servicios ecosistémicos identificados por los dueños de los huertos en la localidad Vall Fosca en los Pirineos Catalanes. Los huertos son para consumir en la casa lo que se coseche, practican una agricultura orgánica y prácticas agroecológicas como rotación de cultivos. Entre los servicios que brinda el huerto están los de mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales como la formación de suelos, polinización, tratamiento de agua residual gris y control biológico; también actúan como refugio para fauna local y mantienen la diversidad genética de la flora local; por otro lado proveen de alimento para la familia, hierbas medicinales y elementos estéticos al tener flores y plantas ornamentales; por último, los servicios más valorados son los culturales, como espacios de recreación, relajación, mantenimiento del conocimiento local y la creación y mantenimiento de relaciones sociales.

Por su parte, Galuzzi *et al.* (2010) señalan que los huertos familiares, tanto urbanos como rurales, son espacios de agrobiodiversidad y hacen una revisión de literatura sobre los trabajos realizados en varios países que describen el número y abundancia de las especies presentes en el huerto familiar. La característica más común en estos huertos, en términos de composición, son aquellos que tienen una alta diversidad de especies con uso inmediato para el consumo en el hogar.

### **3.1.2.3 Beneficios nutricionales de los vegetales**

Aunque los resultados de las prácticas agroecológicas sean varios, la mayoría de las investigaciones realizadas, mayormente en países anglosajones, se especializan en los cambios sugeridos por estas prácticas sobre los hábitos alimentarios y la salud nutricional de las personas que están a cargo de un huerto urbano (Heim *et al.*, 2009; Robinson-O'Brien *et al.*, 2009). Con esto, los estudios examinados muestran que mientras los principales objetivos de los huertos urbanos están relacionados con la nutrición y secundariamente con conocimientos y actitudes socio ambientales más amplios, el principal aprendizaje de los huertos recae sobre su potencial epistémico y su vinculación efectiva con la comunidad

externa. El objetivo de la creación de un huerto urbano es crear programas que posibiliten la educación científica recibida de forma empírica y esta sea compartida con la sociedad a través de prácticas hortícolas sustentables, con una especial atención dirigida a la conservación de agua y a la creación de estilos de vida más saludables (Chalker-Scott y Collman, 2006; Gibby et al., 2008).

Lok (1998) comenta que la distribución promedio mensual de la producción del huerto urbano es básicamente para autoconsumo. También se menciona que los porcentajes de producción regalada y perdida son relativamente mayores, lo cual podría ser el resultado de la mayor variedad y volumen de producción. Y se indica que las mismas familias dan evidencia de la importancia del huerto en la provisión de alimentos básicos en la dieta (Zuñiga y Marsh 1994). Aulestia Guerrero (2018) comenta que es recomendable cosechar el huerto una vez que vayamos a consumir los vegetales con la finalidad de aprovechar la frescura y la calidad nutricional de las mismas.

De acuerdo con los estudios realizados por Lok (1998) existen muestras de deficiencias en consumo de energía, hierro y vitamina A en todos los grupos de edad y sexo. En síntesis, el huerto urbano juega un rol significativo en las familias mexicanas como fuente de nutrientes claves, particularmente vitaminas A y C, aunque no necesariamente en cantidades suficientes en todos los meses. A la vez, la provisión de alimentos del huerto significa en muchos casos, un ahorro significativo en la compra de alimentos (Lok, 1998).

Las verduras suelen ser ricas en fitoquímicos, pero la naturaleza y cantidad de estos varía para cada planta en particular, y dentro de cada familia depende considerablemente de la variedad y factores medioambientales de cada cultivo y la forma en que se conserva en postcosecha, en el cuadro 1 se recoge información de forma resumida los principales tipos de sustancias fitoquímicas que se pueden encontrar en las hortalizas y en el cuadro 2 las propiedades beneficiosas para la

salud de las diferentes sustancias fitoquímicas de las hortalizas y otros elementos de origen vegetal (Santos-Buelga, 2001).

**Cuadro 1. Distribución de sustancias fitoquímicas en hortalizas, modificado de Santos-Buelga (2001).**

Hortaliza	Sustancias fitoquímicas
<b>Acelga</b>	Flavononas, carotenoides
Ajo	Compuestos azufrados (alliina, allicina)
Alcachofa	Derivados del cafeico
Apio	Flavononas derivadas de apigenina y luteolina
Berenjena	Antocianinas en piel, derivados del cafeico (clorogénico)
<b>Brócoli</b>	Glucosinatos, flavonoles (derivados de kaempferol y quercetina), derivados del sináptico, folatos, carotenoides (luteina y $\beta$ -caroteno)
Cebolla	Flavonoles (quercetina), compuestos azufrados
Col	Glucosinatos
Col de Bruselas	Glucosinatos, folatos
<b>Espinaca</b>	Carotenoides (luteina y $\beta$ -caroteno), flavonoles, derivados del cafeico, folatos
<b>Lechuga, escarola y endibia</b>	Derivados del cafeico, flavonoles (sobre todo en partes externas), carotenoides (luteina y $\beta$ -caroteno)
Lombarda	Glucosinatos, antocianos
Patata	Derivados del cafeico, folatos
Pimiento	Carotenoides (luteina, criptoxantina y $\beta$ -caroteno), capsaicina
<b>Rábano</b>	Glucosinolatos, antocianos
<b>Tomate</b>	Licopeno, derivados del cafeico, chalconas, flavonoles (en piel)
Zanahoria	Carotenoides (alfa- y $\beta$ -caroteno), cumarinas, derivados del cafeico, folatos

**Cuadro 2. Propiedades beneficiosas para la salud de las diferentes sustancias fitoquímicas de hortalizas, modificado de Santos-Buelga (2001).**

<b>Fitoquímicos en hortalizas.</b>	Anti-cancerígeno	Anti-microbiano	Anti-trombótico	Inmunoestimulante	Anti-hipertensivo	Hipo-colesterolémica	Hipo-glucemiante	Anti-inflamatorio	Antioxidante
<b>Sustancias fenólicas</b>									
Flavonoles y antocianos	X	X	X	X				X	X
Estilbenos (resveratrol)	X	X							X
Isoflavonas	X	X							
Procianidinas	X		X					X	X
Taninos (polifenoles)	X	X	X				X	X	X
<b>Sustancias terpénticas</b>									
Carotenoides	X	X							X
Monoterpenos (limoneno)	X	X							
<b>Sustancias azufradas</b>									
Glucosinatos	X	X				X			
Sustancias de Aliaceas	X		X	X	X	X		X	X

### 3.1.3 Agroecología y permacultura en ambientes urbanos y periurbanos

La agroecología y la permacultura son dos enfoques que permiten diseñar espacios productivos bajo principios, no bajo recetas, esto permite crear una gran variedad de diseños de acuerdo con las condiciones ecológicas, los recursos y el aspecto de un sitio determinado (Altieri, 2002). La agroecología es la aplicación de conceptos y principios ecológicos en el diseño de ecosistemas agrícolas sostenibles, basados en una dependencia mínima de insumos externos al sistema, en diversidad de especies y sinergismos entre ellas en distintas escalas temporales y espaciales, con el fin de aumentar su eficiencia, su capacidad productiva a largo plazo y su autosuficiencia. Un aspecto importante de la agroecología es que parte



de un enfoque sistémico enfatizando las interrelaciones entre los componentes biológicos y sociales del agroecosistema, y estos con la dinámica de los procesos ecológicos (Altieri 2002:28). Así, los agroecosistemas se definen como comunidades de plantas y animales (incluido el ser humano) interactuando con su ambiente físico y químico que ha sido transformado para producir alimentos, fibra, combustible y otros productos para el ser humano.

La agroecología, a través de la comprensión del funcionamiento de los procesos fisicoquímicos, biológicos y ecológicos y la reivindicación de las prácticas campesinas e indígenas, brinda los principios para conseguir una agricultura sustentable que aboga por un acceso equitativo a los alimentos y respeto por los diferentes medios de vida. En la agroecología, la valoración y consideración de la matriz sociocultural, el conocimiento, la identidad y las relaciones sociales locales son clave en la forma en cómo los alimentos son producidos, distribuidos y consumidos (Sevilla-Guzmán, 2006), reflejando un sistema agroalimentario local o regional con una naturaleza endógena intrínseca creado a partir de una coevolución entre una cosmovisión-cultura y una especificidad ecosistémica.

Se dice que los agroecosistemas son sustentables si sus modos de producción y manejo permiten la conservación de los recursos naturales, son altamente productivos, socialmente equitativos y económicamente viables (Altieri, 2002). Sin embargo, un agroecosistema puede ser considerado sustentable, aunque no goce de viabilidad económica pues, aunque la producción no se destine a fines comerciales, el agroecosistema brinda una serie de beneficios sociales, ambientales, nutritivos, estéticos y culturales que trascienden a la dimensión económica.

Los principios ecológicos para el diseño de agroecosistemas son  
(Reijntjes *et al.*, 1992):

1. Aumentar el reciclado de biomasa y optimizar el ciclo de nutrientes.

2. Crear un suelo favorable a través del manejo de la materia orgánica y los cultivos para mantener y aumentar la actividad microbiana del suelo.
3. Minimizar pérdidas debidas a flujos de radiación solar, aire y agua mediante el manejo de microclima, cosecha de agua y cobertura del suelo.
4. Diversificar específica y genéticamente el agroecosistema en el tiempo y el espacio.
5. Aumentar las interacciones biológicas y los sinergismos entre los componentes de la biodiversidad promoviendo procesos y servicios ecológicos clave.

Así, el diseño de un agroecosistema consiste en imitar la composición, estructura y función de los ecosistemas naturales locales para promover un control natural de plagas, el reciclaje de nutrientes y la conservación del suelo y el agua.

Además de su dimensión ambiental, técnica y cultural, la agroecología es una respuesta política contra las estructuras de poder globales excluyentes y degradadoras (Sevilla-Guzmán, 2006). El movimiento agroecológico como base del desarrollo social es contrario a las características del modelo agroalimentario hegemónico industrial, pues los saberes tradicionales, los procesos de aprendizaje participativos continuos, la producción orientada al autoconsumo y mercado local, el uso de insumos internos y prácticas agropecuarias respetuosas con el medio ambiente (policultivos) interactúan para defender a la soberanía alimentaria, a un acceso equitativo de alimentos nutritivos y sanos, y a un desarrollo local endógeno, a la vez que se resguarda la integridad de los agroecosistemas y ecosistemas vinculados, se protege a la bio y agro-diversidad y se valoriza y respeta la cultura rural de cada región.

En las zonas urbanas, la agroecología adopta un rol educativo al presentar procesos ecológicos de producción de alimentos en sistemas donde la producción y el consumo se conectan por canales cortos de intercambio y/o comercialización, donde el consumidor puede observar y aprender la forma en cómo se producen los

alimentos y su interacción con los recursos locales, así como percibir la multifuncionalidad de un área anteriormente ociosa a un área productiva. Además, los saberes agroecológicos en la ciudad contribuyen a la sustentabilidad social y ambiental, y proveen de medios para responder ante la dificultad de abastecimiento de alimentos, los huertos manejados desde la agroecología se convierten en espacios transformadores de saberes, actitudes, prácticas y valores en torno a la producción, distribución y consumo de alimentos, así como en torno a cómo nos relacionamos con el tejido social y el entorno ecológico (Mercon *et al.*, 2012).

Un aspecto relevante de la agroecología urbana es su naturaleza integradora (Mercon *et al.*, 2012):

1. Integración de disciplinas científicas con saberes tradicionales, artísticos y filosóficos;
2. Integración entre teoría y práctica al aprender haciendo;
3. Integración entre epistemología, política y ética al asumir un compromiso político y ético transformador del entorno urbano;
4. Integración de lo local, regional y global facilitando una actuación efectiva;
5. Integración entre pasado, presente y futuro al buscar comprender la actualidad y actuar para construir un futuro sustentable.

Además de su dimensión educativa, la agroecología urbana a través de las huertas comunitarias o particulares adquiere un carácter de resistencia contra el dinamismo territorial urbano del capitalismo global y de la mercantilización de la tierra. Los huertos urbanos se convierten en un movimiento social que contribuye al reverdecimiento de las ciudades, revaloriza a la agricultura y a los productores, fomenta los cinturones verdes de las ciudades, contribuyen a una transformación positiva del entorno ecológico urbano y asigna un valor social y ecológico a los lotes donde se practica (López-García, 2011).

La permacultura es el sistema de diseño para la creación de ecosistemas humanos sustentables, donde los elementos son ubicados conscientemente para realizar acciones que maximicen las relaciones entre ellos, imitando los patrones y procesos de los sistemas naturales (diversidad, estabilidad, resistencia y creatividad) con base en principios éticos y a través de principios de diseño (Mollison y Reny, 1991).

Los principios éticos son cuidar la tierra, cuidar a la gente y la repartición justa. Los principios de diseño de acuerdo con Mollison y Reny (1991):

1. Observar;
2. Cada elemento realiza varias funciones;
3. Cada función es soportada por varios elementos;
4. Ver oportunidades, no problemas;
5. Cooperación, no competencia;
6. Uso eficiente de la energía;
7. Cerrar ciclos y no producir desechos;
8. Potenciar la diversidad;
9. Obtener beneficios o rendimientos donde se conjunte lo productivo con lo estético;
10. Uso de servicios y recursos naturales sin agotarlos;
11. Utilizar bordes y valorar lo marginal;
12. Respetar la sucesión y los ciclos naturales.

La permacultura urbana es la aplicación de los principios éticos y de diseño adaptados a ambientes urbanos, y más que ofrecer una guía para cultivar alimentos en la ciudad ofrece una manera de relacionarnos y transformar el entorno de la ciudad con responsabilidad hacia el medio ambiente. En Cuba, existe un movimiento de permacultura urbana impulsado por la Fundación Antonio Núñez Jiménez, la cual ha capacitado a 1300 personas organizadas en 24 grupos comunitarios de siete provincias (Caridad-Cruz, 2016). En México se cuenta con la Licenciatura en Permacultura de la Universidad Fray Luca Paccioli, en Cuernavaca,

Morelos. En las ciudades está siendo impulsada principalmente por organizaciones de la sociedad civil como Ruta Ahimsa, Huerto Romita A.C. En Puebla, el colectivo Casa Olinka, la Granja Tequio privada, y la asociación civil Granja la Tierra ofrecen asesoría y cursos de Permacultura.

Algunos autores afirman que las ciudades pequeñas y medianas tienen mayores condiciones para promover o experimentar la sustentabilidad urbana debido a su estructura y su situación territorial (Bellet y Llop, 2001; Pesci 2002). También se ha afirmado que los huertos urbanos constituyen un componente para favorecer la sustentabilidad urbana (FAO 2014b; Pearson et al., 2010).

#### **3.1.4 Sustentabilidad y agricultura urbana.**

Se han señalado distintos elementos que contribuyen a la sustentabilidad urbana en diversas ciudades del mundo (Vázquez-Moreno y Córdova, 2013 y Pearson et al., 2010.):

- a) Sociales: Seguridad y proximidad alimentaria, salud, bienestar personal y psicológico, sentido de lugar, estética, interacciones sociales, construcción de comunidad, desarrollo de habilidades, planeación urbana, equidad de género, alivio de la pobreza, reducción de vulnerabilidad social, provisión de espacios de recreación, conciencia y consideración sobre el medio rural.
- b) Ambientales: reciclaje de residuos, nutrientes, y agua en la ciudad, promoción de áreas verdes y microservicios ambientales, educación y conciencia ambiental, reducción de uso de combustibles, conservación de biodiversidad local, calidad del aire y ambiente urbano, mitigación de ruido, olor, luz; uso de pesticidas.
- c) Económicos: mayor uso productivo de la tierra urbana disponible, empleo e ingresos familiares, producción con valor agregado, industria urbana diversificada, mercados locales, uso local de recursos, reducción de costos de manejo de residuos.
- d) Culturales: Conexión de prácticas y conocimientos tradicionales, sistemas de producción, prácticas culinarias, diversidad biocultural, medicina tradicional.

Otro concepto de sostenibilidad en la literatura es la resiliencia, es decir, desde la perspectiva de los sistemas físicos y ecológicos, la resiliencia se refiere a la capacidad del sistema para recuperarse y reconstruirse a sí mismo de cambios o perturbaciones (Calderón-Cisneros, 2016). El estudio de la resiliencia cobra relevancia a partir del reconocimiento de la incertidumbre y la vulnerabilidad como factores claves y persistentes a que están sometidos los ecosistemas y derivó de un cambio de paradigma en la ecología que ha tenido eco en las ciencias sociales (Escalera y Ruiz, 2011). Esta constituye un punto clave en la sustentabilidad y le confiere una cualidad dinámica y procesual, pues esta dependerá de la capacidad de los sistemas socio ecológicos de asumir los cambios en el entorno conservando su estructura general y su funcionalidad.

Según diversos estudios, se han planteado cuatro principios sociales y culturales, que generan o fortalecen la adaptabilidad o resiliencia en sistemas socioambientales (Escalera y Ruiz, 2011, Berkes y Seixas, 2005); estos son: **a)** aprender a vivir con cambios e incertidumbre, **b)** nutrir la diversidad para reorganización y renovación, **c)** combinar diferentes tipos de conocimiento y **d)** crear oportunidades para la autoorganización. La resiliencia no es equivalente de la sustentabilidad, pero poner un énfasis en este elemento permite vislumbrar de mejor manera la tensión a la cual están sometidos los sistemas agrícolas en el contexto urbano, el cual impone frecuentes cambios y diversas limitaciones para su práctica (Fernández y Morán, 2012).

La agricultura practicada en la estructura urbana o sus alrededores, sobre todo cuando impide el uso de sustancias químicas, revela cuan indispensable e importante resulta mejorar la calidad de vida urbana y junto a ella, aminorar la pobreza de la población (Madaleno y Armijo, 2004). Así, el énfasis en una agricultura sustentable y ecológica, según la perspectiva de los ecologistas, relaciona a las personas con los procesos naturales de la tierra mediante la utilización de las tecnologías apropiadas y limpias, lo que involucra un cambio de actitud ante el ambiente, es decir, dado que la agricultura sustentable no necesita tanta

maquinaria, implica más trabajo, y por ende “es deseable porque es donde la teoría se hace práctica: la agricultura es, en efecto, la praxis de la política verde” (Dobson, 1997, p.145).

En este sentido, la agricultura urbana favorece, en cierta forma a mejorar la calidad del medio ambiente, aunque por sí sola no es la solución a los problemas medioambientales que presentan las urbes: en muchas experiencias, las personas que hacen agricultura urbana utilizan residuos orgánicos para la elaboración de abonos para los cultivos, riegan los cultivos con aguas excedentes, y reutilizan desechos para la elaboración de espacios para cultivar, como el caso de las botellas de plástico. La agricultura urbana también ha emergido como una herramienta para mitigar el proceso de pérdida de biodiversidad, incluyendo el cultivo de plantas, cría de ganado o acuicultura en los asentamientos humanos (Santandreu, Perazzoli, Dubbeling, 2002, p.10).

### **3.1.5 Importancia internacional del huerto urbano**

Desde 2009, la población urbana de América Latina y el Caribe ha crecido unos 50 millones de personas, alcanzado casi los 500 millones. Actualmente América Latina es la zona más urbanizada del mundo, ya que el 80% de su población vive en ciudades. Casi 70 millones de habitantes se concentran en cuatro megalópolis: Buenos Aires, la Ciudad de México, Río de Janeiro y São Paulo (FAO, 2014).

Vivimos una crisis global sin precedentes. No se trata sólo de una crisis económica; también alcanza una dimensión social, política, energética y medioambiental. Así que como una de las acciones positivas para enfrentar los problemas del sistema mundial de alimentos que acompañan a la producción, distribución y consumo de alimentos, instituciones internacionales, como la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.) y organizaciones civiles han propuesto llevar a cabo la práctica de la agricultura urbana también conocido como huertos urbanos como una opción para combatir

estos problemas en las ciudades de mayor crecimiento en cuestión territorial y poblacional.

El artículo 25 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos, nos dice que: “la alimentación es un derecho reconocido, y cabe señalar que el derecho a la disposición de los recursos para la agricultura y la alimentación, así como el derecho a la participación en toma de decisiones en lo relacionado a la conservación y el uso sostenible de las semillas y de los bienes comunes, es un derecho individual.”

De acuerdo con la FAO, para alcanzar la soberanía alimentaria, se propone la agroecología como estrategia para alcanzar un modelo de producción alimentaria justa, solidaria y sostenible frente al desarrollismo, al consumismo y al dominio de las empresas transnacionales sobre los alimentos en el modelo agroindustrial dominante en la globalización neoliberal.

Se busca que el huerto urbano sea un sistema agroecológico, por lo tanto, requiere que tenga los siguientes principios elementales: el reciclaje de nutrientes y energía, la sustitución de insumos externos; la mejora de la materia orgánica y la actividad biológica del suelo; la diversificación de las especies de plantas y la optimización de las interacciones y la productividad del sistema agrícola en su totalidad (Gliessman 1998).

El huerto urbano según la FAO (2016) es practicado por 800 millones de personas alrededor del mundo. Como ejemplo de este incremento de las prácticas agrícolas en las ciudades, la misma FAO (2014) destaca como un ejemplo a la ciudad de México.

Por otra parte, Brooklyn, Nueva York ya se sumó a esta iniciativa, su clima húmedo es el ambiente propicio para esta nueva forma de agricultura que se gesta en el mundo. Una azotea del Brooklyn Navy Yard cubrió con cultivos varios – tomates, lechugas y pimientos entre otros – sus más de 6.000 metros de superficie



de la azotea. Su desarrollo fue documentado en video durante 7 meses consecutivos para poder demostrar su eficacia.

Investigaciones de la FAO (2013) confirmaron que la agricultura urbana se está difundiendo y practicando, da como ejemplo a Cuba que tiene alrededor de un 40% y 20 % en Guatemala y Santa Lucía. También señala que, en las principales ciudades y municipios del Estado Plurinacional de Bolivia, 50.000 familias son productoras de sus propios alimentos. En la capital de Colombia, 8,500 familias producen alimentos para consumo doméstico. En Haití, 25,500 familias cultivan 260 hectáreas de tierra en Puerto Príncipe y sus alrededores.

Entre las ciudades “más verdes” está la capital de la República de Cuba, donde 90,000 personas se dedican a algún tipo de agricultura, ya sea cultivando huertos caseros o trabajando en estos y las granjas pecuarias comerciales de la ciudad. Quito es otra de las que destacan, ya que según el último recuento contaba con 140 huertos urbanos comunitarios. Puede verse que la agricultura practicada en zonas urbanas es fundamental para el abastecimiento de alimentos a las ciudades y contribuye al empleo, los medios de subsistencia, la nutrición y la capacidad de recuperación del medio ambiente (FAO, 2014).

Comúnmente, la agricultura urbana se ha centrado como una necesidad en los países pobres como estrategia de seguridad alimentaria (FAO, 2001). Sin embargo, tanto en Europa (Bakker, 2000) como en Norteamérica (Lang, 2006) se están desarrollando investigaciones e iniciativas destinadas a fomentar la agricultura urbana y su incorporación como un elemento más en el desarrollo urbano en países enriquecidos.

Por ejemplo, el proyecto SWAPUA llevado a cabo en países del este de Europa ha generado importantes evidencias de que la agricultura urbana es parte del sistema ecológico, sociocultural, y económico de la ciudad y puede desarrollar funciones importantes para el conjunto de personas que habitan la ciudad (Teubner,

de Zeeuw, 2002). Las experiencias de Ámsterdam (Pouw y Wilbers, 2006) o Londres (Viljoen y bohn, 2006) ponen también de manifiesto las posibilidades de integrar la agricultura en el diseño urbano de ciudades europeas.

Otro ejemplo se da dentro y en los alrededores de la capital de Tanzania, hay cerca de 650 hectáreas de tierra produciendo hortalizas. Esta tierra suministra no sólo el producto fresco de la ciudad, sino que representa también el apoyo para 4,000 agricultores que intensivamente cultivan sus pequeñas parcelas todo el año. Al otro lado del continente, un proyecto de la Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y la Agricultura tiene a los residentes urbanos en Dakar, Senegal, produciendo hasta 30 kilogramos de tomates por metro cuadrado cada año en cosecha continua en huertos urbanos sobre los tejados.

En Hanói, Vietnam el 80% de las verduras frescas provienen de parcelas dentro e inmediatamente contiguas a la ciudad. Estas granjas urbanas producen también el 50% de la carne de cerdo y las aves de corral consumidas en la ciudad. La mitad del pescado de agua dulce que se consume en la ciudad es producida por agricultores urbanos emprendedores. Cerca del 40% del suministro de huevos se produce también dentro de la ciudad o en sus cercanías. Los agricultores urbanos ingeniosamente reciclan los residuos humanos y del ganado para alimentar las plantas y fertilizar los estanques de peces.

En Caracas, Venezuela, un proyecto financiado por el gobierno y asistido por la FAO ha creado 4.000 micro-huertos de un metro cuadrado cada uno en los barrios de la ciudad, muchos de ellos situados a pocos pasos de las cocinas familiares. Tan pronto como un cultivo madura, se cosecha e inmediatamente después es repuesto con nuevas plántulas. Cada metro cuadrado, continuamente cosechado, puede producir 330 lechugas, 18 kilogramos de tomates, o 16 kilogramos de col al año.

El objetivo de Venezuela es tener 100.000 micro-huertos dentro de las áreas urbanas del país y 1.000 hectáreas de huertos que emplean abonos de compost

urbano a escala nacional. Leonardo Gil Mora, viceministro del desarrollo rural integrado, señala que “en los barrios y en Venezuela en general, las personas son lo más importante que tenemos. A través de la agricultura urbana, esperamos aumentar la confianza en sí mismos de los pobres, así como también aumentar su participación en la sociedad.”

Japón es un caso peculiar en lo que concierne a la agricultura urbana. A pesar de ser un país altamente industrializado, la presencia de uso de la tierra agrícola es una característica común en el paisaje urbano de ciudades de todo el país. Podría ser una sorpresa que casi un tercio de toda la producción agrícola en el país es, de hecho, generada por la agricultura urbana. Del mismo modo, los agricultores urbanos representan el 25% de los hogares agrícolas en Japón.

La agricultura urbana en Japón es más fructífera que sus contrapartes rurales. Según datos de 2010 del Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca (MAFF), En términos del valor económico de la producción por unidad de área, los huertos urbanos son el tipo de agricultura más productiva -3% más productivos que la media nacional. En términos de ingresos por agricultor, la agricultura urbana es dos veces más rentable que la agricultura entre montañosa y alrededor de 10% más que la agricultura en zonas llanas rurales. Incluso en Tokio, una de las ciudades más grandes y congestionadas del mundo, entre las intrincadas redes de ferrocarriles, carreteras, edificios y cables de alimentación, la agricultura local produce suficientes verduras para alimentar potencialmente a casi 700.000 habitantes de la ciudad.

Nueva York, al igual que muchas ciudades, ha comenzado a añadir huertos urbanos en las azoteas y jardines en los edificios de la ciudad. Según el Urban Design Lab, en el Instituto de la Tierra de la Universidad de Columbia, Nueva York tiene 38,256 hectáreas totales de área disponible en la azotea que podría utilizarse para la agricultura urbana. Aunque esto parece poco probable porque Nueva York es una de las ciudades más grandes, esta se ha convertido en un líder en agricultura urbana.

Una asociación de los Países Bajos está trabajando en la integración de la agricultura urbana y la sostenibilidad en la arquitectura y el urbanismo de las ciudades. Uno de los propósitos en los que están trabajando actualmente se llama la “Polydome”, este es un proyecto que utiliza una amplia variedad de cultivos y animales integrados en un ecosistema, la compañía estima que incluso una pequeña “Polydome” podría proveer alimento a una gran población. Como el interés y las necesidades crecen, tal vez vamos a empezar a ver más proyectos como este en nuestras ciudades a medida que avanzamos hacia el futuro.

### **3.1.6 Importancia Nacional del Huerto Urbano**

La misma FAO (2014) enfatiza a la Ciudad de México como un ejemplo quien se encuentra en segundo lugar, solo por detrás de La Habana, Cuba. La población económicamente activa ocupada en actividades agropecuarias en la Ciudad de México asciende a unas 16,000 personas, en 11,543 unidades de producción familiar. En donde se dedican más a la producción de agricultura urbana, son principalmente las delegaciones de Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan y Xochimilco. En estas zonas se producen plantas frutales, hortalizas y animales para el autoconsumo familiar así como la venta local, pero también hay una producción a mayor escala de nopal (chumbera), amaranto, hortalizas, hierbas y plantas ornamentales para los mercados urbanos y regionales (FAO, 2014) Por ejemplo, se menciona el Huerto Romita, un sitio comunitario en el centro de la Ciudad de México que produce vegetales orgánicos También se sabe que el Gobierno del Distrito Federal está promoviendo la agricultura sostenible en las zonas rurales y la producción de alimentos en la propia ciudad.

Desde el año 2000, el Gobierno del Distrito Federal ha brindado una mayor atención a la agricultura urbana, sobre todo con el enfoque de mantener los servicios ambientales que las zonas suburbanas y periurbanas ofrecen a la ciudad, y en menor medida, para garantizar la provisión de alimento local. Una ventaja importante fue la fundación en el año 2007 de la Secretaría de Desarrollo Rural y Equidad para las Comunidades (Sederec), que lidera los esfuerzos municipales en

favor de una producción sostenible, libre de agroquímicos y, en ciertos casos, completamente orgánica.

El rendimiento de la agricultura urbana en el año 2012, logró un valor aproximado de más de 100 millones de dólares e incluyó 336,000 toneladas de nopal, 147,000 toneladas de avena forrajera, 12 mil toneladas de papa y 15 mil toneladas de brócoli, zanahorias, lechuga y una hierba local conocida como romerito. A pesar de que el Distrito Federal es el principal productor de México de nopal y romerito, se estima que el 80 % de los alimentos que se consumen en la ciudad proceden de otros estados del país o se importan. Es por esto por lo que se pretende fomentar la producción de alimentos en casas, dentro de zonas urbanas (FAO, 2014) (SIAP, SEDESOL, PESA-FAO México).

### **3.1.7 Importancia regional del huerto urbano**

Sin embargo, Puebla es una de las ciudades más contaminadas de México y con menos áreas y espacios verdes. Además de que carece de mecanismos e infraestructura para resolver esta problemática, está dentro de una situación alimentaria grave, caracterizada por 3.72 millones de personas (64.5% del total del estado) que experimentan algún grado de pobreza alimentaria y el incremento alarmante en las estadísticas de Morbimortalidad relacionadas a los hábitos alimenticios y la vida sedentaria. Es por esto que se pretende desarrollar este tipo de proyectos como las "azoteas verdes". Siendo entre ellas, un programa de la Secretaría de Medio Ambiente que ha ayudado a instalar camas de plantas suculentas en más de 12,300 metros cuadrados de azoteas, en escuelas, hospitales y museos.

En un desplegado de la SAGARPA (2014) se comunicó que para atender la agricultura urbana y de traspatio en el municipio de Puebla, el gobierno federal invirtió, dentro del marco de la Cruzada Nacional Contra el Hambre (CNCH), 16 millones de pesos. Asimismo, en la localidad se incentivó a productores, a través

del Proagro Productivo, con 7 millones 591 mil 913 pesos, lo que permitió favorecer a 5 mil 704 productores principalmente de maíz.

En 2019, con la intención de promover la educación ambiental en la ciudad de Puebla, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Desarrollo Sustentable, a través de la Dirección de Desarrollo Rural, inició una serie de seminarios de educación e información sobre adaptación e implementación para producir familias de manera sustentable en la práctica, así como alimentos para uso propio (figura 1). Actualmente siguiendo la estrategia de promover la autosuficiencia alimentaria y brindar herramientas agrícolas útiles en la ciudad de Puebla, el gobierno de la ciudad organizó 16 talleres virtuales destinados a brindar al público su propia alimentación (H. Ayuntamiento de Puebla 2018-2021, 2020).

**Un taller para toda la familia**

**CAPACITACIÓN VIRTUAL AGRICULTURA URBANA**  
del 13 de agosto al 31 de agosto

<b>13 AGOSTO</b>	<b>ELABORACIÓN DE LICOR CASERO</b> Aprenderás a preparar licores de distintos sabores naturales. 10:00 hrs.	<b>21 AGOSTO</b>	<b>MESA VIRTUAL DE DIALOGO - AGRICULTURA</b> Platicaremos sobre las experiencias y resultados obtenidos de las capacitaciones realizadas sobre el manejo, cuidado, desarrollo de la Tierra. 10:00 hrs.
<b>14 AGOSTO</b>	<b>ELABORACIÓN DE MERMELESADAS</b> Aprenderás la técnica artesanal para la elaboración de mermeladas libres de conservadores. 10:00 hrs.	<b>24 AGOSTO</b>	<b>ELABORACIÓN DE SEMILLEROS</b> Aprenderás la técnica de siembra directa, inducción y la implementación de semilleros con material reciclable. 10:00 hrs.
<b>17 AGOSTO</b>	<b>ELABORACIÓN DE ESCABECHES</b> Aprenderás las técnicas para lograr una óptima calidad, sabor, color y conservación de escabeches caseros. 10:00 hrs.	<b>25 AGOSTO</b>	<b>PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS EN AZOTEAS (SISTEMAS DE CUBOS BIOTERMOFÍlicos)</b> Aprenderás sobre los modelos económicos de producción de hortalizas elaborados con huacales de madera. 10:00 hrs.
<b>18 AGOSTO</b>	<b>USO DEL BAMBU COMO PRODUCTO COMESTIBLE</b> Conocerás los beneficios del bambú en la alimentación. 10:00 hrs.	<b>26 AGOSTO</b>	<b>PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS EN AZOTEAS (SISTEMAS DE AUTO RIEGO)</b> Aprenderás a realizar las botetas de PET para producir modelos de auto riego en hortalizas dentro del hogar. 10:00 hrs.
<b>18 AGOSTO</b>	<b>MESA VIRTUAL DE DIALOGO TRANSFORMACIÓN DE ALIMENTOS</b> Hablaremos de los resultados y experiencias de los cursos para la elaboración de productos artesanales. 10:00 hrs.	<b>27 AGOSTO</b>	<b>MANEJO NATURAL DE PLAGAS</b> Conocerás una alternativa viable para la elaboración de repelentes naturales mediante el uso de extractos vegetales. 10:00 hrs.
<b>19 AGOSTO</b>	<b>GENERALIDADES DE LA TIJAPIA</b> Identificarás las características básicas y las ventajas de la producción de Tijapia en el hogar. 10:00 hrs.	<b>28 AGOSTO</b>	<b>ELABORACIÓN DE COMPOSTAS</b> Conocerás, de forma teórica-práctica, las ventajas y desventajas de las diferentes técnicas para la elaboración de compostas caseras, así como sus beneficios para el suelo. 10:00 hrs.
<b>20 AGOSTO</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DE ESTANQUES</b> Conocerás los diferentes modelos de estanques, sus características, así como sus ventajas y desventajas para seleccionar el que mejor se adapte a tus necesidades de producción acuícola. 10:00 hrs.	<b>28 AGOSTO</b>	<b>MESA VIRTUAL DE DIALOGO - AGRICULTURA URBANA</b> Hablaremos de los resultados y experiencias de los cursos sobre Agricultura Urbana. 10:00 hrs.
<b>21 AGOSTO</b>	<b>MANEJO DE LA TIJAPIA</b> Aprenderás las recomendaciones básicas de nutrición y sanidad de cada etapa de engorde de la Tijapia. 10:00 hrs.	<b>31 AGOSTO</b>	<b>ORGANIZACIÓN FAMILIAR Y MICRO AHORRO</b> Identificarás la importancia y ventajas de implementar un modelo de ahorro familiar. 10:00 hrs.

pueblacapital.gob.mx  
@PueblaApto | @SEDUSPue | @SEDUSPue

**Mayores Informes:**  
3.09.46.00 Ext. 7172, 7174, 7195

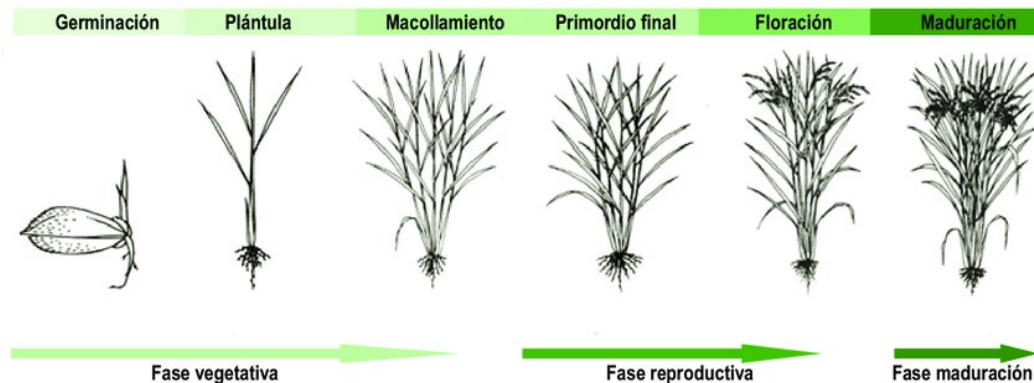
VE LA TRANSMISIÓN POR:  
@SEDUSPue

**Figura 1. Promoción de Huertos Urbanos y Agricultura Familiar en la Ciudad de Puebla H. Ayuntamiento de Puebla 2018-2021, (2020).**

### 3.1.8 Componentes del Huerto Urbano

Mantener un huerto urbano requiere dedicación, también es importante saber lo que se quiere cosechar, para así poder plantar y saber cómo hacerlo. Hay que tener en cuenta una serie de conceptos básicos:

1. La zona o espacio: ¿cuál es el mejor lugar para establecer un huerto urbano?  
La ventaja de los huertos urbanos es que se pueden adaptar a cualquier lugar, por muy reducido que sea el lugar, por eso se debe de aprovechar al máximo el lugar que se tenga. El único requisito indispensable es que el lugar que se escoja debe tener una buena iluminación, en donde la radiación solar sea la óptima.
2. La luz solar: es esencial en el huerto urbano. La radiación emitida por el sol es fundamental para que el huerto urbano sobreviva. Como ya se sabe, sin la luz solar las plantas no pueden realizar el proceso de fotosíntesis y, por tanto, se quedan sin energía.
3. El sustrato: Este material sólido destinado al suelo, es el alimento básico del cultivo. El sustrato puede ser la tierra que se utiliza para cultivar las plantas. La elección de un buen sustrato es primordial para que el cultivo tenga todos los nutrientes necesarios y este pueda desarrollarse fuerte y sano. Así, el sustrato adecuado será el que asegure: Sujeción, Acceso del oxígeno a las raíces, Retención adecuada de humedad, y acceso a nutrientes.
4. El agua: utilizar el sistema de riego más eficaz. Cuando se cultiva un huerto urbano, se necesita estar muy pendiente del riego, ya que puedes caer en el error de excederte.
5. La tarea: siembra, trasplante y cosecha. La primera tarea es sembrar, si se es principiante se recomienda iniciar con hortalizas de ciclo corto en un semillero o almacigo. De esta forma se logra una siembra protegida que aumenta mucho las posibilidades de éxito. El proceso de siembra en semillero se divide en dos fases: cultivo y trasplante. Una vez sembrada la semilla comienza la fase vegetativa, seguida de la fase reproductiva y terminando con la fase de maduración (ver figura 2).



**Figura 2. Esquema de las diferentes fases y etapas del desarrollo y crecimiento de la planta, modificado de Quirós McIntire (2005).**

### 3.2 Marco Conceptual

- **Agroecología.** La agroecología es una ciencia que se ocupa del diseño y la gestión de ecosistemas agrícolas sostenibles. Surgió en la década de 1970 como respuesta a problemas ecológicos, económicos y sociales. Tiene una base epistemológica para enfrentar de manera efectiva los problemas ambientales producto de la agricultura industrial (Fernando et al 2015).

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación, la agroecología utiliza principios ecológicos para investigar y gestionar sistemas agrícolas para hacerlos más productivos y mejorar la conservación de los recursos naturales. Todo el enfoque de este modelo se basa en una variedad de tecnologías, prácticas e innovaciones, incluidos los conocimientos locales y tradicionales y la ciencia moderna. Además de que incluye las interacciones entre plantas, animales, seres humanos y el medio ambiente dentro del sistema, esta abarca múltiples dimensiones del sistema alimentario, incluyendo la ecológica, la económica y la social (FAO, 2015).

- **Agricultura orgánica.** Su principal objetivo es el no hacer uso de productos químicos de síntesis u organismos modificados, reguladores del crecimiento y aditivos. También recomienda una gestión integral de en la agricultura, donde la rotación y los animales toman un papel indispensable en el sistema.



La fertilidad del suelo es el fundamento de la gestión orgánica. Debido a que los agricultores orgánicos no utilizan nutrientes sintetizados para restaurar suelos degradados, deben concentrarse en crear y mantener la fertilidad del suelo principalmente a través de prácticas agrícolas básicas como la composta, lombricomposta, u otras (FAO, 2015).

- **Agroecología urbana.** La agricultura urbana (AU) Se define como el cultivo y producción de plantas y la cría de animales dentro de las ciudades y sus alrededores. Produce alimentos vegetales de distintos tipos de cultivos (granos, raíces, hortalizas, hongos, frutas) así como también productos no alimenticios (plantas aromáticas y medicinales, plantas ornamentales, productos de los árboles) (FAO, 2019).
- **Agroecosistema.** Es un conjunto de elementos como aire, agua, suelo, plantas, animales, microorganismos, este sistema ha sido modificado para los efectos de la producción agrícola. Independientemente de su tamaño, puede ser un solo campo, un huerto urbano o un paisaje agrícola en una ciudad, región o país (Marten, 1988).
- **Temperatura.** Es el grado o nivel térmico acumulado en un organismo. La tasa de crecimiento de las plantas está relacionada directamente con la temperatura, por lo que la duración de las etapas variará de acuerdo con la temperatura entre y dentro de las fases de crecimiento. Las altas temperaturas frecuentemente limitan el crecimiento y la productividad en las plantas cultivadas (Castro, 2013).
- **Radiación solar.** La radiación solar UV constituye una pequeña parte del espectro solar ya que es el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol. La concentración de ozono estratosférico afecta fuertemente la radiación solar UV-B y UV-A recibida en la tierra, esto es resultado de las condiciones climáticas y ambientales particulares de cada

región del planeta. La denominada radiación solar UV-C, que posee las longitudes de onda más cortas y de mayor contenido energético, es absorbida completamente por el gas ozono. Las radiaciones solares UV en un determinado lugar geográfico dependen de la distancia entre la Tierra y el Sol, la que varía a lo largo del año, y el ángulo cenital (Wright, 2010).

La luz es uno de los elementos de mayor importancia en las hortalizas y plantas en general ya que regulan el crecimiento y desarrollo (figura 3). Sin embargo, el incremento de la radiación ultravioleta-B como resultado de la acción antropogénica tiene un impacto perjudicial en éstas, provocando una disminución de la fotosíntesis y de la producción de biomasa. Esta radiación causa daño en diferentes biomoléculas, entre la cuales la más importante es el ácido desoxirribonucleico mejor conocido como ADN (Carrasco, 2009).



**Figura 3. Producción de carbohidratos mediante la radiación solar. Modificado de Ocampo Fernández (2014)**

- **Contaminación del aire.** La contaminación del aire es una alteración de los niveles de calidad y pureza del aire, provocado por emisiones naturales o de sustancias químicas y biológicas. Actualmente, la contaminación por la combustión de hidrocarburos (diésel, gasolina y gas) de los vehículos es el principal causante de la contaminación aérea en las ciudades de los países industrializados, mientras que las plantas industriales con eficiencia nula lo son para los países en vías de desarrollo. Sin embargo, no se deben subestimar otras fuentes de contaminación, ya sean de origen natural o bien causadas por el hombre; dentro de las primeras tenemos los desiertos de arena, la sal marina, incendios y ceniza volcánica, los cuales se suman al resto de partículas que contaminan el aire (ANMM, 2015).
- **Saberes.** Los saberes son un cúmulo de conocimientos desarrollados y acumulados en torno a un tema de interés, este conocimiento favorece a explicar un proceso o un conjunto de situaciones que comparten elementos comunes, que se establecen o se complementan entre sí (Álvarez, 2013).
- **Productividad.** La productividad es la suma de alimento, combustible o fibra producida para uso humano como resultado de un agroecosistema, es la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo del proceso en obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema (Marten, 1988).
- **Suelo.** El suelo es un conjunto de objetos naturales formado por sólidos (minerales y orgánicos), líquidos y gases, sobre la superficie de los terrenos. Presenta, ya sea, capas y horizontes, que se diferencian del material de origen como resultado de adiciones, pérdidas, migraciones, y transformaciones de energía y materia; o por la habilidad de soportar raíces de plantas en un ambiente natural (NOM-021-SEMARNAT-2000).

- **Precipitación.** La precipitación hace referencia a cualquier forma de hidrometeoro, constituido por las partículas de agua líquida o sólida que caen desde la atmósfera hacia la superficie terrestre, su unidad de medida está en milímetros (mm) (CONAGUA, 2016).
- **Cuestionario.** El cuestionario es una herramienta de recolección de información, cuyo objetivo es cuantificar y popularizar la información y estandarizar los procedimientos de entrevista. Su propósito es lograr la comparabilidad de la información. (Arribas, 2004).
- **Cultivo energético.** Es aquel cultivo agrícola, forestal o acuático, cuya obtención parcial o total se utiliza como materia prima para producir energía disponible. Este tipo de cultivo aprovecha el total de su producción, incluidos sus residuos (Nava-García, 2014).
- **Integral térmica.** El efecto que tiene la temperatura sobre el desarrollo de los cultivos se puede analizar calculando la integral térmica o con los grados día de crecimiento (Díaz et al., 2012). El concepto de integral térmica es utilizado para establecer un patrón de cómo se van a comportar ciertos organismos o plantas de acuerdo a las temperaturas ambientales a las que están sometidos. Este concepto relaciona la temperatura ambiental con la relación entre los factores climáticos y los ciclos de crecimiento del cultivo y permite pronosticar cuándo ocurrirá una etapa fenológica y calcular el rendimiento de un cultivo (Kantolic y Slafer, 2001).
- **Fase de establecimiento.** Esto de acuerdo con Dumroese y colaboradores (2012) lo definen como la fase donde se comienza con la siembra de las semillas, pasando por la germinación, emergencia y desarrollo de las primeras hojas verdaderas. El objetivo de esta fase es maximizar la cantidad de espacio de crecimiento del vivero solo utilizado plantas vigorosas, para minimizar las pérdidas durante la producción.

### **3.2.1 Tipo de investigación**

El planteamiento del problema nos lleva a saber qué queremos investigar, con esto se pueden identificar los elementos que estarán relacionados en el proceso y a precisar el enfoque, y según la perspectiva que se tenga ya sea cuantitativa y cualitativa se define con claridad cuál es el objeto de análisis en una situación determinada, y de que, dependiendo el tipo de estudio que se pretenda realizar, ambas perspectivas pueden mezclarse. y, de acuerdo con el tipo de estudio, se define el enfoque que éste tendrá. (Hernández et al., 2014).

De este modo, resulta muy importante ya que de acuerdo con el tipo de estudio de que se trate la investigación, se tendrán los criterios de su estudio (Hernández Sampieri et al., 1997). Tomando en cuenta esto, se tiene que el presente estudio es de tipo exploratorio ya que requerimos de conocer el lugar de estudio con el objetivo de obtener la información pertinente acerca del estado, características ambientales, y sus contaminantes, y como estos afectan de forma directa sobre la producción de alimentos vegetales, para posteriormente detallar el sistema a través de la medición de una serie de variables (cualitativas y cuantitativas), las cuales clasificamos de la siguiente manera: temperatura, agua, suelo, radiación solar, contaminación del aire, saberes, cultura familiar, productividad y autonomía.

### **3.2.2 Paradigma**

El positivismo y constructivismo son los paradigmas que sustentan la investigación científica. Es importante saber en cuál de ellos estamos poder tener claridad en la concepción de la realidad de su fenómeno de estudio, la relación que debe mantener con el fenómeno de interés y la metodología que debe seguir para responder a las preguntas de investigación propuestas. Se afirma la caracterización propia de cada paradigma en la concepción ontológica, epistemológica y metodológica en el proceso de investigación científica (Ramos 2017).

El constructivismo cumple un papel diferente ante los paradigmas que miden la realidad, esta posición se basa en la reflexión de tipo epistemológica, en la cual se realiza un análisis a la ontología positivista y post-positivista a partir de los cambios

filosóficos y de tipo sociológico que han revelado de forma histórica sus prácticas y métodos científicos para llegar al conocimiento (Garrido-Alvarado, 2007)

El paradigma está compuesto por modelos y teorías, que constituyen una forma especial de observar el mundo. Cada paradigma supone una estructura social y un tipo de actor específico, así como una forma particular de concebirlos; es decir, responde a cuestiones ontológicas, epistemológicas y metodológicas que diferencia unos de otros (Escobedo, 2005).

Existen cuatro paradigmas (Guba-Lincoln, 1994) que sostienen los múltiples procesos investigativos: **positivismo**, **post-positivismo**, **teoría crítica** y **constructivismo**, y para que un investigador se posicione en uno de ellos debe responder a tres interrogantes:

(1) la pregunta ontológica ¿Cuál es la forma y naturaleza de la realidad?

(2) la pregunta epistemológica ¿Cuál es la naturaleza de la relación entre el conocedor o el posible conocedor y qué es aquello que puede ser conocido?

(3) la pregunta metodológica ¿Cómo el investigador puede descubrir aquello que él cree puede ser conocido?

Principalmente, el paradigma sobre el cual se fundamenta la presente investigación es el constructivista, ya que ontológicamente tiende a trabajar sobre una realidad existente construida a partir de los diferentes actores implicados; epistemológicamente se construye una entidad única entre el investigador y lo investigado en donde se establecen límites y se describe cómo solucionar los problemas dentro de esos límites; y metodológicamente las construcciones son definidas por ciertas reglas y/o leyes con la finalidad de alcanzar la verdad y son contrastadas dialécticamente con la ayuda de una construcción para la que existe consenso (Moreno et al., 2001).

### 3.2.3 Enfoque epistemológico

La epistemología es una profesión intelectual que nos habla sobre la naturaleza de la ciencia, es decir, estudia y evalúa los problemas cognoscitivos de tipo científico. Estudia, evalúa y critica el conjunto de problemas que presenta el proceso de producción de conocimiento científico. Además, se puede describir como una ciencia que discute sobre la ciencia y en consecuencia sobre el conocimiento (Martínez, 2006).

La epistemología procura construir en partes iguales el juicio que se tiene del conocimiento científico. Además, el concepto de la ciencia, teoría, método, o una investigación, no se entiende si no se demuestra el fondo epistemológico sobre el cual se sustenta; el conocimiento científico no tiene fundamento en sí mismo, depende de otro concepto que lo sustenta: una epistemología, un paradigma (Martínez 2006).

Debido a que las concepciones epistemológicas son siempre dependientes de un cierto enfoque epistemológico, una solución es hacer referencia a las diferentes perspectivas, de modo que el discurso quede ubicado dentro de una cierta postura que pueda ser evaluada frente a otras. De acuerdo a esto, la actual investigación **se visualiza bajo un enfoque epistemológico racionalista-realista**, ya que se investiga algo real y se construye el conocimiento a partir de conjeturas amplias referente el tema de estudio, realizándose una metodología mixta, ya que se tendrán asociadas variables cualitativas (sociales y culturales) y cuantitativas (económicas y ambientales) soportando el trabajo, las cuales requieren trabajo de campo donde se revelen mediciones y datos de importancia (Padrón, 2007).

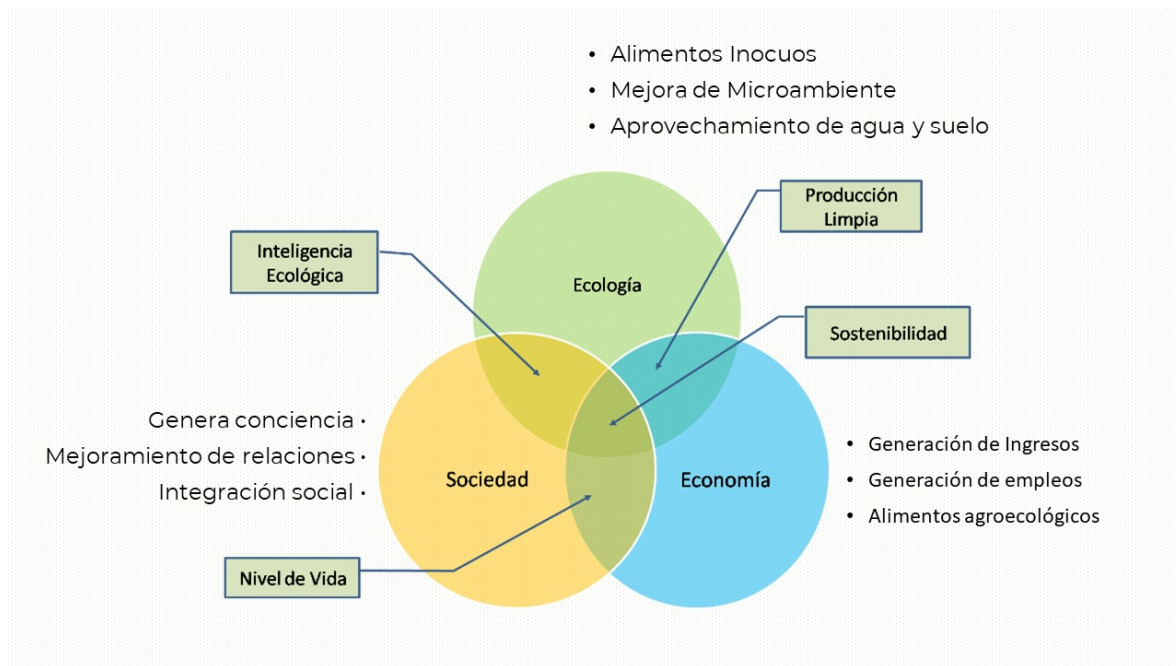
### 3.2.4 Teorías y método que soporta la investigación

#### 3.2.4.1. Teoría de sistemas complejos

De acuerdo con Maldonado, C. (2014) tenemos que conocer cuatro argumentos principalmente de la teoría de los sistemas complejos:

1. Un sistema complejo se entiende que esta en relación con una determinada **filosofía del movimiento**.
2. Esta filosofía del movimiento implica una cierta **filosofía del tiempo**.
3. Sobre esta base los sistemas complejos generan una **filosofía social, cultural, histórica o política**
4. Los sistemas complejos generan a partir de esto, una auténtica revolución científica en curso.

Los sistemas complejos se pueden definir como sistemas adaptativos, sistemas no-lineales. Está compuesto por una gran variedad de elementos relativamente idénticos. La interacción entre sus componentes es particular y origina una conducta emergente que no puede explicarse a partir de dichos elementos tomados aisladamente ver figura 4 (Maldonado, C. 2014).



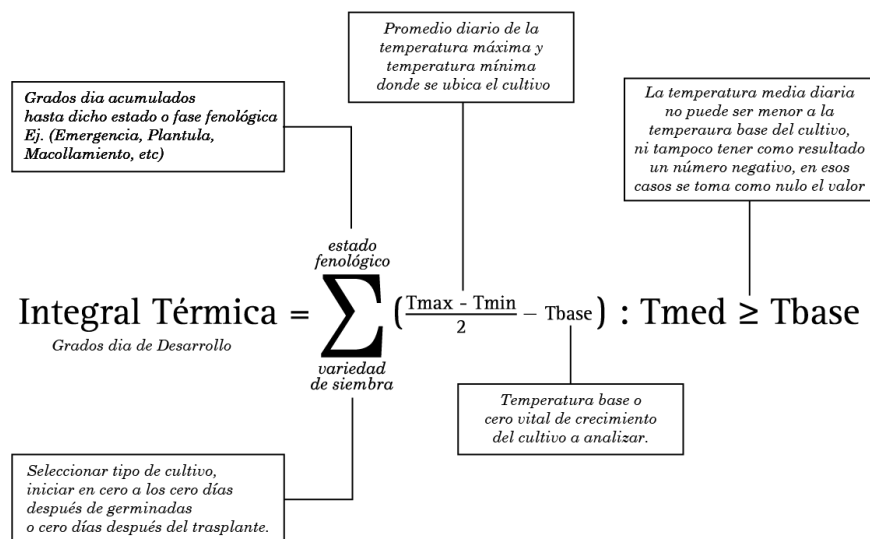
**Figura 4. Triángulo sustentable con puntos de contactos en la interacción entre los componentes del desarrollo sostenible. Modificado y adaptado del triángulo Nijkamp (1990) y UNESCO (2003).**



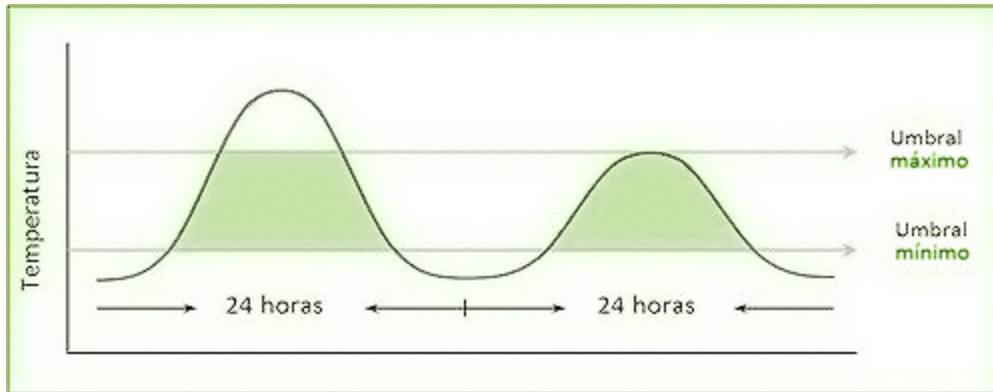
Los sistemas complejos se determinan mediante su comportamiento que es imprevisible. No obstante, complejidad no es semejante a complicado, este último hace referencia a algo enredado, enmarañado, de difícil comprensión. La ciencia de punta no inicia a partir de definiciones sino desde la complejidad. Las ciencias de la complejidad se encargan, de manera frontal, en resolver ¿por qué las cosas son o se vuelven complejas? (Maldonado, C. 2014).

### 3.2.4.2. Método de la Integral térmica (tiempo térmico)

En el estudio de Campbell y Environmental Biophysics (2020) la integral térmica es un método de cálculo para establecer un patrón en forma lineal (figura 5) y determinar el desarrollo de ciertas plantas u organismos según las temperaturas ambientales a las que está siendo sometido, tomando en cuenta las temperaturas máximas y temperaturas mínimas, para la obtención de temperaturas medias diarias, además de la sustracción de la temperatura base o cero vital de crecimiento de dicha planta u organismo y ser acumulado en una sumatoria (figura 6).



**Figura 5. Integral térmica. Modificado de Universidad Agrícola de Venezuela (2017).**



**Figura 6. Temperatura efectiva de crecimiento.  
Modificado de Universidad Agrícola de Venezuela (2017).**

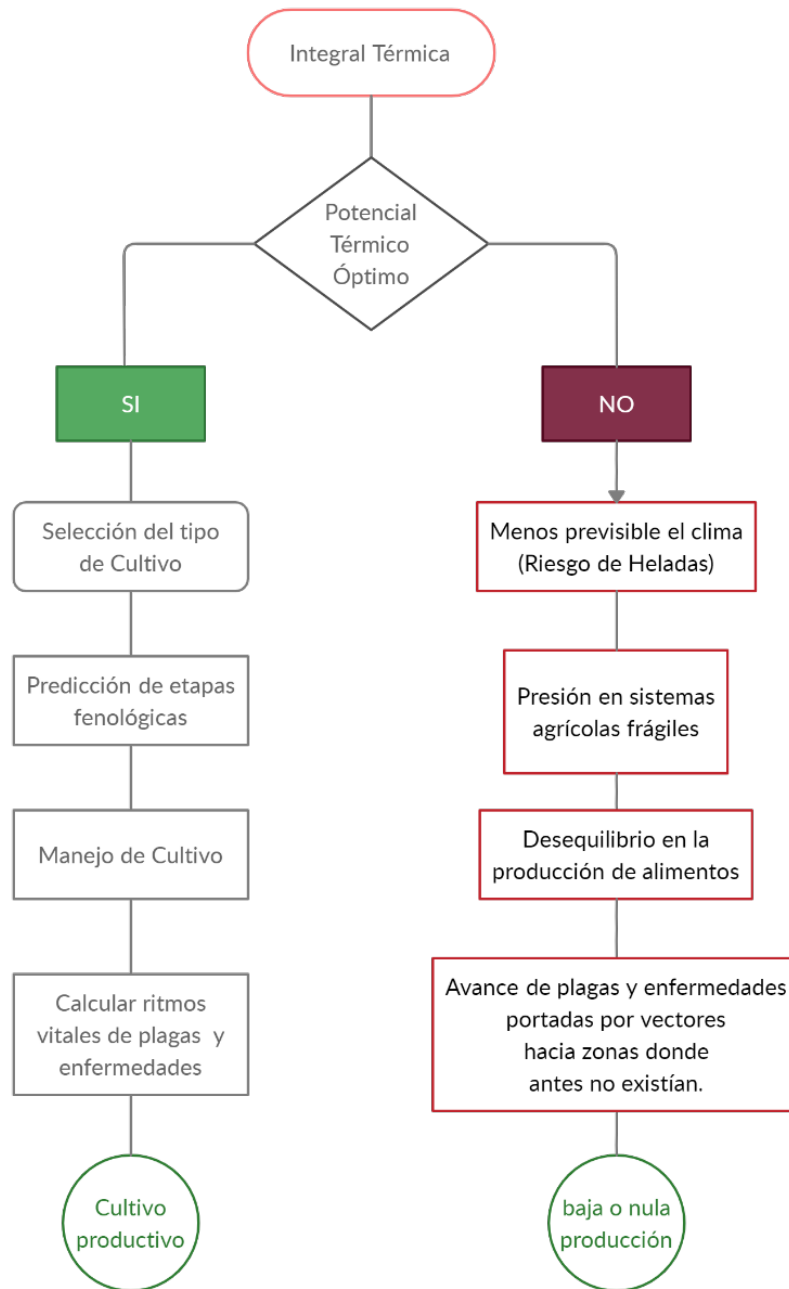
René A. F. de Réaumur (1683-1757) usó temperaturas medias diarias para predecir el desarrollo de la planta a mediados siglo XVII y denotó la importancia del umbral térmico en su desarrollo. Los grados días de desarrollo (GDD) fueron reconocidos hasta mediados del siglo XX donde se estableció que las temperaturas bajas y altas limitan el desarrollo y crecimiento de las plantas (OSU, 2016).

El efecto que tiene la temperatura sobre el crecimiento de los cultivos se puede analizar calculando la integral térmica o con los grados día de desarrollo (Díaz et al., 2012). El concepto de integral térmica es utilizado para crear un patrón de cómo se comportan ciertos organismos o plantas de acuerdo con las temperaturas ambientales a las que están sometidos. Este concepto relaciona la temperatura ambiental con la relación entre los factores climáticos y los ciclos de crecimiento del cultivo y permite pronosticar cuándo ocurrirá una etapa fenológica (cuadro 3) e incluso calcula el rendimiento de un cultivo (Kantolic y Slafer, 2001).

**Cuadro 3. Estadios principales de crecimiento de acuerdo con la escala BBCH. Modificado de BBA (1996).**

<b>Estadio</b>	<b>Etapa / Descripción</b>
<b>0</b>	<i>Germinación, brotación, desarrollo de la yema</i>
<b>1</b>	<i>Desarrollo de las hojas (brote o tallo principal)</i>
<b>2</b>	<i>Formación de brotes laterales / macollamiento (ahijamiento)</i>
<b>3</b>	<i>Crecimiento longitudinal del tallo o crecimiento en roseta, desarrollo de brotes (retoños)/ encañado (tallo principal)</i>
<b>4</b>	<i>Desarrollo de las partes vegetativas cosechables de la planta o de órganos vegetativos de propagación / embuchamiento</i>
<b>5</b>	<i>Emergencia de la inflorescencia (tallo principal) / espigamiento</i>
<b>6</b>	<i>Floración (tallo principal)</i>
<b>7</b>	<i>Desarrollo del fruto</i>
<b>8</b>	<i>Coloración o maduración de frutos y semillas</i>
<b>9</b>	<i>Senescencia, comienzo de la dormancia</i>

La temperatura determina el hecho de que un cultivo pueda o no desarrollarse en una zona en específico (figura 7). Además de que, interviene en el desarrollo vegetativo de las plantas, ya que el proceso de los cultivos es consecuencia de los múltiples efectos que ejercen las alteraciones de temperatura sobre las funciones de la planta, tales como la fotosíntesis, la respiración, o la transpiración. El análisis de la disponibilidad térmica de una determinada zona, proporciona el **potencial térmico** de estas, y se detalla el ritmo de las temperaturas máximas y mínimas diarias a lo largo de un determinado periodo, centrándonos en su intensidad, frecuencia y probabilidad de aparición.



**Figura 7. Diagrama de potencial térmico. Modificado de Martí (1994) y FAO (1997).**

### **3.3 Marco legal**

En materia de derecho, México cuenta con diferentes herramientas legales, se enumeran las siguientes:

- **Objetivos de Desarrollo Sostenible 2020**

Para lograr el desarrollo sostenible, es esencial armonizar tres elementos: crecimiento económico, inclusión social y protección del medio ambiente. Estos elementos están conectados y esenciales para el bienestar de las personas y la sociedad. Se tomaron estos objetivos por parte de México como propios y se establecieron marcos nacionales para el logro de estos 17. Actualmente esta tesis impacta en por lo menos 3 objetivos de los 17, objetivo 2 hambre cero, objetivo 3 salud y bienestar, y objetivo 11 ciudades y comunidades sostenibles (ONU, 2015).

- **Convención de las Naciones Unidas para la lucha contra la desertificación**

Mediante este instrumento legal, en Puebla se ejecutan distintos proyectos y programas de secretarías de estado y de instituciones académicas que buscan centrarse en cambiar las actitudes públicas hacia la principal causa de la desertificación y la degradación de las tierras: la producción y el consumo continuo de la humanidad. Mediante la Lucha contra la Desertificación y la Sequía, celebrado bajo el lema “Alimentos. Forrajes. Fibra.”, se pretende educar a las personas sobre la manera de reducir su impacto individual (UNCCD,2020).

- **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático**

Bajo este contexto, la presente convención tiene participación en el Estado a través de los pueblos y comunidades, así como en las contribuciones de incalculable valor que su conocimiento tradicional, sus innovaciones y sus prácticas pueden aportar a la investigación mundial en el ámbito de soluciones para el cambio climático con la cual se pretenden promover el desarrollo, la aplicación y la difusión, de prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan las emisiones

antropogénicas de gases de efecto entre ellos la agricultura y su gestión de desechos (ONU,1992).

- **Convenio de Estocolmo**

Este convenio se vincula con Puebla con el objetivo de proteger la salud humana y el medio ambiente, a través de la investigación, reducción o eliminación de la producción y uso de contaminantes orgánicos persistentes en zonas de producción agrícola eliminando el uso de Dieldrina en su uso agrícola (PNUMA, 2005).

- **Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS)**

El objetivo de la aplicación de esta ley en la entidad poblana es planear y valorar las diversas funciones económicas, ambientales, sociales y culturales de los diferentes tipos agricultura. Generando actividades estas actividades de manera sustentable, con la participación de la sociedad rural, en un marco de corresponsabilidad y utilizando en forma óptima los recursos naturales, humanos, económicos, tecnológicos e institucionales de que se dispongan o puedan desarrollar. Así como la implementación de normas sanitarias y de inocuidad y técnicas de control biológico (DOF, 2001).

- **Ley de Agricultura Urbana para el Estado de Puebla.**

Tiene por objetivo mejorar la calidad de vida de las personas a través del fomento de la agricultura urbana y periurbana, a través del impulso en la autoproducción alimentaria y desarrollo de la agricultura, mediante el aprovechamiento y uso de espacios urbanos y periurbanos; además de fortalecer la participación familiar y comunitaria, mediante la organización e inclusión social (Gobierno del Estado de Puebla, 2013).

México cuenta con legislación aceptable, pero no es suficiente para enfrentar el problema, es necesario una verdadera voluntad política y compromiso para beneficiar proyectos encaminados a abordar la temática ambiental bajo un paradigma de sustentabilidad. Con políticas públicas e inversión, el desarrollo

agrícola mexicano podría alcanzar niveles internacionales de productividad y crear enorme valor económico, disminuyendo la dependencia en granos, principalmente con políticas bien orientadas en metas a corto, mediano y largo plazo que apoyen a la obtención de una mayor productividad, con mayor inversión y tecnología en las formas de cultivo, así como en semillas e insumos.

#### **IV. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

Con el fin de mitigar los efectos de la crisis alimentaria y ambiental, se utilizan espacios públicos como huertos (FAO, 2011). Los huertos urbanos buscan aumentar la seguridad alimentaria nutricional, para las poblaciones de las ciudades, produciendo alimentos de autoconsumo en espacios reducidos (FAO, 2012), dado que actualmente uno de los mayores retos es poder proporcionar alimentos a la creciente población urbana de los países menos desarrollados (ONU 2010).

En el actual contexto del desarrollo sustentable para alcanzar un crecimiento ordenado, armónico, y con respeto al medio ambiente se necesitan considerar los siguientes aspectos: tener un crecimiento urbano regulado, hacer un uso racional del suelo y tener cuidado del patrimonio monumental. En cuanto al uso del suelo está la alternativa de no hacer crecer las urbes en forma desproporcionada y rehabilitar áreas deterioradas internas; y esto se puede lograr mediante huertos urbanos comunitarios (Torres López, 2008).

De acuerdo con la FAO (2015), el cultivo de frutas y verduras en las ciudades ha aumentado el suministro de alimentos frescos y nutritivos, también mejora el acceso económico a alimentos inocuos para los grupos urbanos pobres generando seguridad alimentaria.

La American Chemical Society (2018) sugiere que llevar la agricultura a las ciudades reduce las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con los alimentos, al evitarse la transportación de los alimentos del lugar de origen hasta la

ciudad. Como respuesta al manifiesto de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2015) que refiere el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de cultivos agrícolas y ganadería en América Latina, los cuales se duplicaron en los últimos 50 años, pasando de 388 millones de toneladas de dióxido de carbono en 1961 a más de 900 millones en 2010.

La producción de alimentos es el mayor consumidor de agua dulce del mundo, en la agricultura urbana los sistemas y métodos usados para producir alimentos y el tipo de riego utilizado se da en pequeña escala, por lo que se ahorra agua. Las técnicas de ahorro de agua de bajo costo, como el riego por goteo o el riego por debajo, pueden aumentar la eficiencia del agua. Además de ser una forma más sustentable, al conducir a un ahorro considerable de agua, energía y espacio (FAO 2009). En promedio se utiliza un 90% menos de agua y 4 veces menos espacio, en comparación con la agricultura tradicional y también contribuye en la reducción de las emisiones de carbono (Leahy, S., & ROCKWOOL Group, 2019).

#### **4.1 Pregunta de investigación**

¿Cuál es el efecto de la integral térmica conforme a la temperatura ambiente de la ciudad de Puebla en el crecimiento y producción de hortalizas de un huerto urbano familiar?

### **V. HIPOTESIS**

#### **5.1 Hipótesis general**

El efecto de la integral térmica conforme a la temperatura ambiente de la ciudad de Puebla determina el crecimiento y producción de hortalizas de acuerdo con el ciclo vegetativo de la especie cultivada en el huerto urbano familiar.



## VI. OBJETIVOS

### 6.1 Objetivo general

Analizar el efecto de la integral térmica mediante la temperatura ambiente de la ciudad de Puebla en un huerto urbano familiar para determinar el crecimiento y producción de acelga, brócoli, espinaca, jitomate, lechuga y rábano.

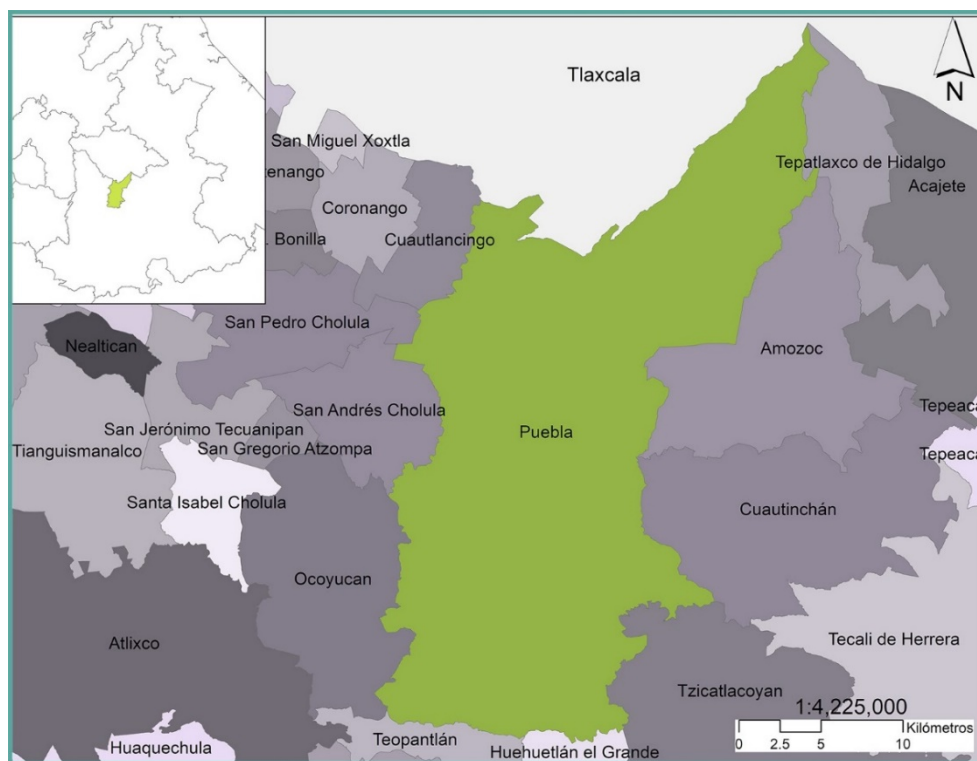
### 6.2 Objetivos específicos

1. Determinar el interés de las familias de la ciudad de Puebla por cultivar hortalizas en sus traspatios.
2. Monitorear la temperatura ambiente en huerto urbano familiar en la ciudad de Puebla a cielo abierto y en condiciones protegidas: acelga, brócoli, espinaca, jitomate, lechuga y rábano.
3. Determinar la integral térmica diaria del ciclo productivo de la acelga, brócoli, espinaca, jitomate, lechuga y rábano.
4. Monitorear el crecimiento y producción en el huerto urbano familiar del cultivo de acelga, brócoli, espinaca, jitomate, lechuga y rábano.
5. Analizar el efecto de la temperatura mediante la integral térmica de acuerdo con la familia y especie de la planta cultivada.

## VII. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 7.1 Localización del experimento

El estudio se ubicó en el municipio de Puebla, perteneciente al Estado de Puebla. El municipio de Puebla se localiza en la parte centro oeste del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son: los paralelos 18° 50'42" y 19° 13'48" de latitud norte, y los meridianos 98° 00'24" y 98° 19'42" de longitud occidental. Limita al norte con el estado de Tlaxcala, al sur con los municipios de Santo Domingo Huehuetlán y Teopantlán, al oriente con Amozoc, Cuautinchán y Tzicatlacoyan y al poniente con Cuautlancingo, San Andrés Cholula y Ocoyucan (figura 8).



**Figura 8. Localización del Municipio de Puebla adaptado de INEGI (2015).**

El trabajo de investigación geográficamente se llevó a cabo en la ciudad de Puebla en zona conurbada de San Manuel, Río Nazas 6106 con las siguientes coordenadas Latitud:  $19^{\circ}00'24.94080''\text{N}$  y Longitud:  $98^{\circ}12'11.05560''\text{W}$  (Figura 9); como en instalaciones de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla en los invernaderos del DICA (Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas) que se localiza en Av. 14 sur 6301, Ciudad Universitaria, Col. San Manuel. Puebla, Pue con las siguientes coordenadas: Latitud:  $19^{\circ}00'24.14880''\text{N}$ , y de Longitud:  $98^{\circ}12'23.88960''\text{W}$  (Figura 10).

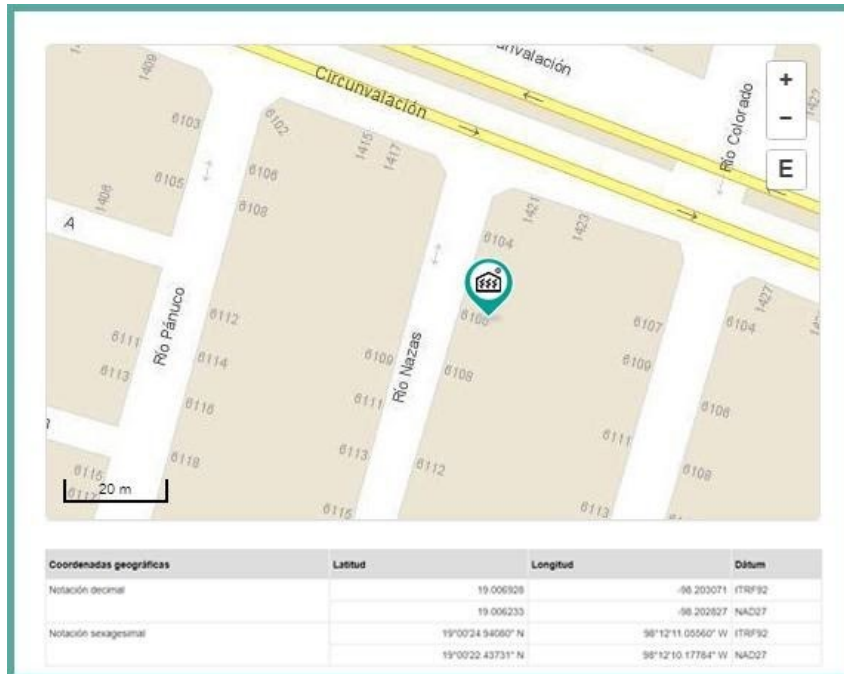


Figura 9. Ubicación del huerto urbano a cielo abierto en zona conurbada de San Manuel. Adaptado de TRANINV-INEGI (2020).



Figura 10. Ubicación del macro túnel en instalaciones DICA-BUAP. Adaptado de TRANINV-INEGI (2020).

## 7.2 Fase de campo

### 7.2.1 Establecimiento del experimento

Los ensayos se llevaron a cabo en dos huertos urbanos; el primero fue a cielo abierto en Jardines de San Manuel, Puebla, y el de condiciones protegidas en macro túnel ubicado en instalaciones de DICA-BUAP. El experimento se estableció completamente al azar con 5 repeticiones, para observar el valor promedio de cada variable respuesta a estudiar por medio de una estadística descriptiva; por tratarse de una investigación exploratoria.

Los almácigos (figura 11) se llevaron a cabo en charolas de poliestireno de 200 cavidades y se utilizó sustrato peat-moss y agrolita en proporción 2:1. El semillero se condujo en un invernadero de vidrio del DICA-ICUAP para la primera fase: **Fase de Establecimiento**.



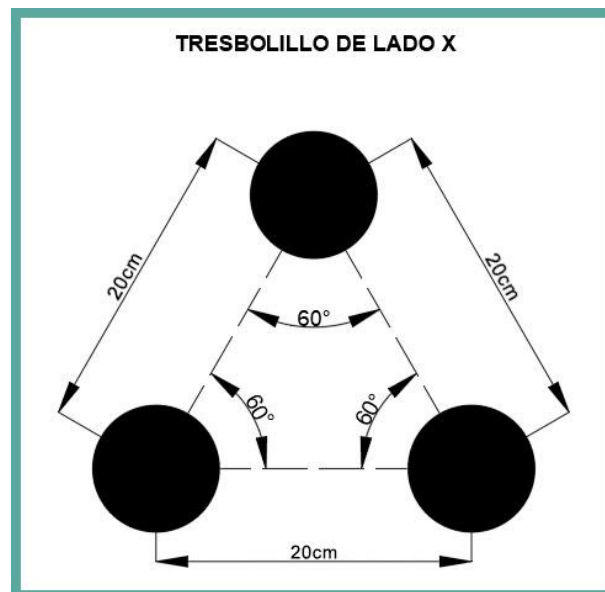
**Figura 11. Fase de Establecimiento 3 de enero de 2020 – DICA-BUAP.**

Para ello, se limpió el “traspatio” y se removió el suelo aproximadamente a 20-30 centímetros de profundidad, eliminando vidrios, plásticos, piedras y otros residuos contaminantes que contenía el suelo que pudiesen afectar el crecimiento de las hortalizas. Posteriormente se marcaron los surcos para el establecimiento de los diferentes cultivos.

Para el caso del jitomate se realizó el trasplante cuando la planta tenía una altura promedio de 15 cm además de 4 hojas verdaderas. La distancia entre plantas fue de 20 cm y entre surcos de 80 cm; en total se trasplantaron 25 plantas.

A excepción del tomate las plantas se sembraron al tresbolillo con una distancia de 15cm, y la distancia entre surcos fue la misma arriba mencionada. Esto para el caso del brócoli, lechuga, acelga y espinaca, y se trasplantaron 25 plántulas por cada especie.

Para el caso del rábano fue siembra directa en 4 hileras a una distancia entre semillas de 4 centímetros quedando un total de 25 plantas.



**Figura 12. Siembra análoga “Al tresbolillo” de 15cm de distancia.  
Modificada de Internet**



**Figura 13. Sistema de plantación análoga al tresbolillo en el área de estudio a cielo abierto**

El manejo del cultivo es agroecológico y se determinó el rendimiento de los principales vegetales que se consumen en la ciudad de Puebla de acuerdo con su aportación nutrimental (ver cuadro 4) y consumo, además de su ciclo, que en este caso se seleccionaron por tener un ciclo corto y mediado para el caso del jitomate y brócoli.

**Cuadro 4. Contenido de nutrientes esenciales, modificado de López (2003).**

Especie	Vit. A	Vit. C	Riboflavina	Hierro	Fibra
Acelga	✓ ✓	✓			
Brócoli	✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓		✓ ✓ ✓ ✓
Espinaca	✓ ✓ ✓	✓ ✓		✓	
Jitomate	✓	✓ ✓ ✓			
Lechuga	✓ ✓	✓ ✓			
Rábano		✓ ✓			

✓ Buena    ✓ ✓ Muy Buena    ✓ ✓ ✓ Excelente    ✓ ✓ ✓ ✓ Supera Requerimientos Diarios

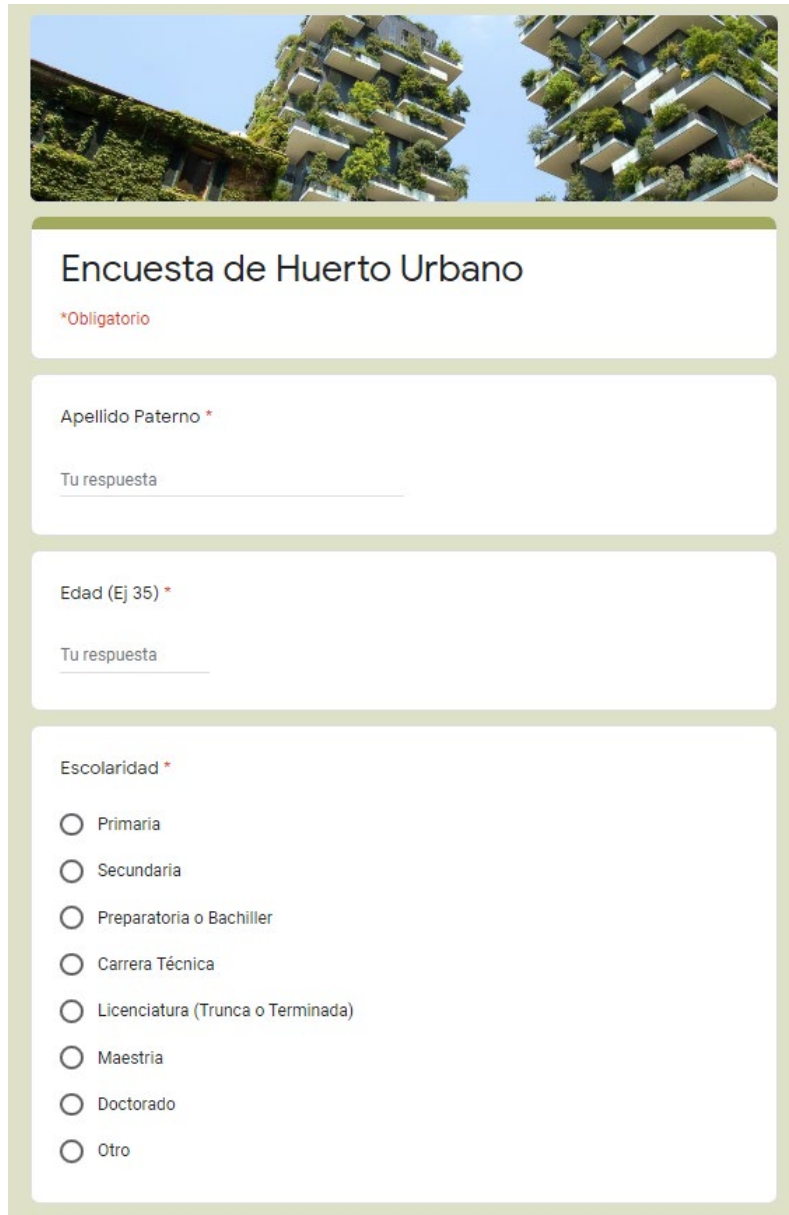
### 7.2.2 Muestreos de campo

Las muestras de campo para cada variable respuesta se realizaron cada 8 días después del trasplante (DDT), directamente en el lugar del establecimiento del cultivo, tanto como para cielo abierto y en condiciones protegidas.

### 7.3 Variables respuestas

Las variables evaluadas fueron:

- Encuesta: las encuestas para determinar el interés de las familias de la ciudad de Puebla por cultivar hortalizas en sus traspatios se realizaron vía internet (figura 14) por medio de un cuestionario, el cual se contestó al azar por los interesados. El tamaño de muestra para la aplicación de las encuestas fue por conveniencia a una población finita. Por las características de la investigación del huerto urbano, se seleccionó una muestra no probabilística y un muestreo por conveniencia para la aplicación de las encuestas; aplicando un total de 317 encuestas a las familias que se tuvo acceso. Se procuró un abordaje agroecológico de las encuestas; bajo una metodología cualitativa-cuantitativa orientaron la investigación del huerto urbano, cuya retroalimentación sucedió conforme se aplicaron las encuestas y experimento de la investigación (Toro Jaramillo & Parra Ramírez, 2010; Hernández-Sampieriet al., 2014).



The image shows a screenshot of an online survey titled "Encuesta de Huerto Urbano". At the top, there is a photograph of a modern building with extensive greenery on its balconies. Below the title, there is a red asterisk indicating that the following fields are mandatory. The survey includes three input fields: "Apellido Paterno", "Edad (Ej 35)", and "Escolaridad". The "Escolaridad" field is a radio button selection with options: Primaria, Secundaria, Preparatoria o Bachiller, Carrera Técnica, Licenciatura (Trunca o Terminada), Maestría, Doctorado, and Otro.

**Figura 14. Parte de la encuesta realizada en internet.**

- Temperatura (°C). Se determinó con la toma diaria de temperatura de manera automatizada por medio de un aparato autoconstruido en una placa Arduino y un sensor DHT22 con un rango de medición de temperatura:  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $80^{\circ}\text{C}$  y una precisión de temperatura:  $<\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  con un tiempo de captura cada 2s y almacenados los datos en una tarjeta SD. Posteriormente se tomaron datos de temperaturas manuales para verificación y calibración de la temperatura por medio de dos termómetros digitales para interior/exterior con sensor de



humedad marca Steren con rangos de temperatura interior: -10 a 50 °C y exterior: -50 a 90 °C.

- Integral térmica pertenece a un índice de disponibilidad de calor para el desarrollo y maduración de las hortalizas. Si desde el instante que se produce la germinación de un cultivo se agregan las temperaturas medias de cada día hasta el momento de madurez, la suma total siempre será la misma (Álvarez, 2013).

Se disponen de tablas de Integral Térmica de acuerdo a las zonas para todos sus cultivos de siembra y a partir de ellas podemos hacer una evaluación de los días para alcanzar la madurez el cultivo (Álvarez, 2013).

- Crecimiento y producción. El crecimiento de las plantas se midió con una cinta métrica, considerando desde la base del tallo o cuello de la plántula a

$$\text{Integral Térmica} = \sum_{\substack{\text{estado} \\ \text{fenológico} \\ \text{variedad} \\ \text{de siembra}}} \left( \frac{T_{\text{max}} - T_{\text{min}}}{2} - T_{\text{base}} \right) : T_{\text{med}} \geq T_{\text{base}}$$

ras de superficie del sustrato o tierra hasta el ápice de esta. La producción o rendimiento de cada planta se determinó a la finalización de su periodo fenológico en el día de la cosecha, para lo cual, se extrajeron el total de las plantas sembradas por tratamiento, se limpió la raíz de forma manual con agua potable para eliminar el sustrato adherido, posteriormente se pesaron en una balanza granataria digital. Para obtener el peso fresco por planta, se tomaron los datos del peso de la raíz, tallo y hojas, y fruto (considerando al bulbo del rábano como fruto) posteriormente se dividió el peso total de las cinco plantas entre seis para obtener su media.

- Análisis de la temperatura cero vital de crecimiento e integral térmica de acuerdo con la familia y especie de la planta cultivada.

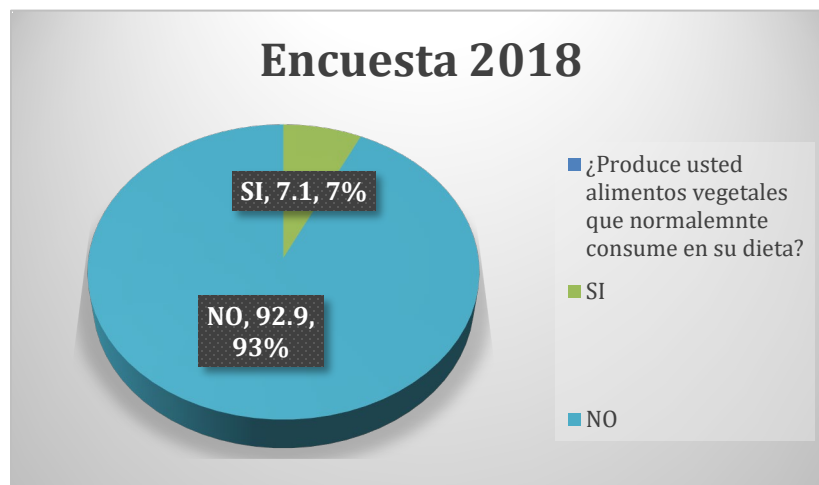
#### 7.4 Análisis Estadístico

El análisis estadístico se llevó a cabo con estadística descriptiva utilizando promedios observados para cada variable directamente en campo.

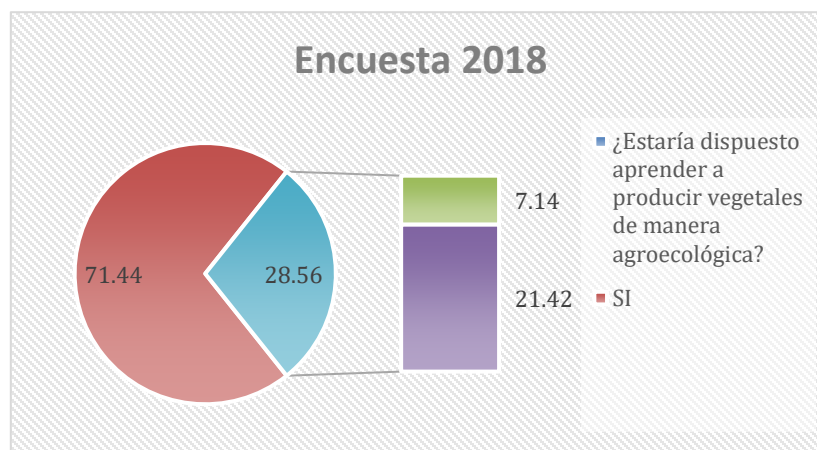
### VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 8.1 Interés de las familias por cultivar hortalizas en Huerto Urbano en la Ciudad de Puebla.

Los resultados obtenidos por encuesta en el año 2018 indican que cerca del 93% de las familias no producen lo que consumen (Fig. 15), debido a la falta de espacio, tierra o tiempo. Sin embargo, el 71% de las familias encuestadas están dispuestas a cultivar (Fig. 16). Por lo que el huerto urbano es una opción de mejorar la dieta y el ambiente en la Cd. de Puebla.

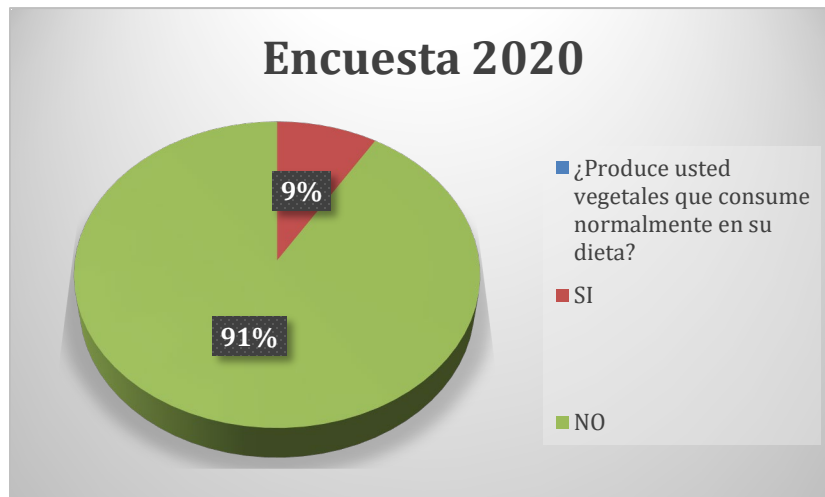


**Figura 15. Porcentaje de familias que no producen sus propios alimentos en la ciudad de Puebla. 2018.**

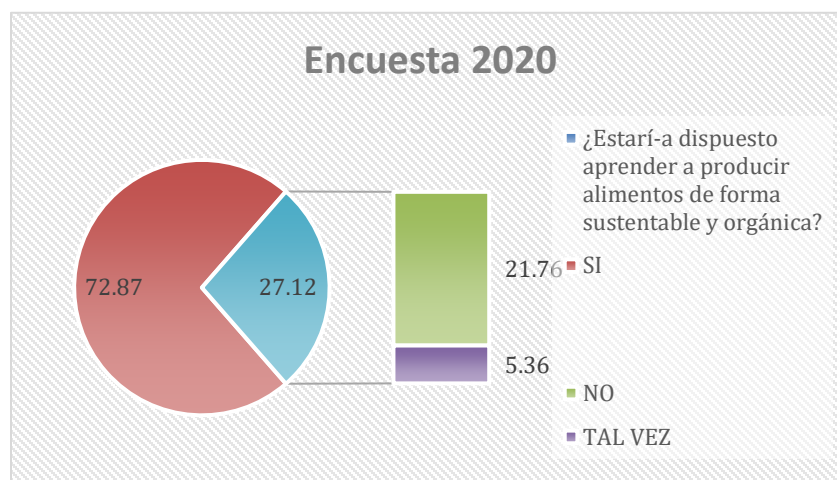


**Figura 16. Porcentaje de las familias interesadas en aprender a producir sus propios alimentos vegetales en la ciudad de Puebla. 2018.**

En una encuesta obtenida en 2020 los datos obtenidos por encuesta muestran que de 317 personas encuestadas cerca del 91% de las familias no producen lo que consumen (Fig. 17), debido a la falta de espacio, tierra o tiempo. Sin embargo, cerca del 73% de las familias encuestadas están dispuestas a cultivar de manera agroecológica (Fig. 18). Por lo que el huerto urbano es una elección positiva de mejorar la dieta, seguridad alimentaria y el ambiente en la Cd. de Puebla.



**Figura 17. Porcentaje de familias que no producen sus propios alimentos en la ciudad de Puebla. 2020.**



**Figura 18. Porcentaje de las familias interesadas en aprender a producir sus propios alimentos vegetales.**

Actualmente en la ciudad de Puebla el promedio básico de alimentación consiste en la tortilla de maíz, frijoles, y arroz que se consumen de forma diaria y componen las calorías mayormente consumidas. También se tiene que los huevos son consumidos regularmente por la mayoría de las familias, mientras que la carne y la leche solo ocasionalmente 2 o 3 veces por semana, y esto en menos de la mitad de los hogares muestreados. El consumo de frutas depende en gran parte del temporal

de la cosecha; por ejemplo, el consumo de mangos es típico durante los tres o cuatro meses de cosecha que tiene este. En cuanto a las hortalizas, solo un tercio de los hogares las consume diariamente y por lo general en pequeñas cantidades. Es en esta tesis se utilizaron las principales técnicas de investigación para una investigación exploratoria que son:

La investigación documental es una pieza clave de cualquier investigación, ya que nos permite identificar la literatura científica y otras fuentes secundarias que se han desarrollado sobre el tema. Es decir, cuál es el estado de la ciencia o la profundidad con la que se ha tratado el tema.

## 2. Entrevistas

Las entrevistas son una de las técnicas de investigación más populares en la investigación cualitativa, porque las entrevistas permiten a las personas comprender directamente los puntos de vista, las percepciones y el conocimiento directo de los actores relacionados con el tema.

Al igual que otros tipos de investigación, las encuestas nos sirven para tener un mayor alcance o amplitud que las entrevistas, aunque con menor profundidad.

Teniendo en cuenta que puede haber pocos recursos para una investigación exploratoria, puede tener relevancia realizar encuestas a través de las redes sociales dirigidas a audiencias con intereses y características específicas que tienen un alto valor para la investigación.

La observación de campo la investigación exploratoria permite al investigador relacionarse directamente con el objeto de estudio para identificar posibles relaciones o comportamientos en el lugar en el que sucede el fenómeno o problema.

Al ser una primera aproximación, no necesariamente se realizarán muchas visitas de campo, pero en caso de que se realice alguna es importante que se registren las observaciones en el instrumento correspondiente de la manera más imparcial posible.

Las 317 familias de la ciudad de Puebla encuestadas no cultivan en su hogar ninguno de los alimentos vegetales que consumen normalmente en su dieta. Sin embargo, el 72.8% están dispuestas a aprender a cultivar de forma inocua y sustentable. Por lo tanto, el huerto urbano es una opción de mejorar la dieta y el ambiente en la ciudad de Puebla.

La integral térmica alcanzó los grados días de desarrollo ya que se registraron 7.5°C como temperatura mínima en condiciones protegidas en la ciudad de Puebla. Sin embargo, se presentaron temperaturas máximas de 45.6°C superiores al límite máximo de floración que es de 30°C. La temperatura que afectaron la polinización y por lo tanto el rendimiento.

## 8.2. Temperatura y crecimientos promedios de hortalizas.

La temperatura promedio en la ciudad de Puebla, de febrero a mayo permitió el crecimiento de las hortalizas, tanto a cielo abierto como en condiciones protegidas (cuadro 5).

**Cuadro 5. Temperatura y crecimientos promedios de cultivo en macro túnel urbano en la ciudad de Puebla. 2020.**

Temperatura y crecimientos promedios de cultivo en macro túnel							
DDT	Temp.	Rábano (cm)	Tomate (cm)	Acelga (cm)	Espinaca (cm)	Brócoli (cm)	Lechuga (cm)
0	21.4	12.5	10	11.8	8.1	10.0	8.7
8	39.3	16.05	16.1	18.2	13.5	13.2	14.0
16	24.6	20.35	20.85	21.6	16.1	17.3	16.9
24	24.1	28.5	30.1	28.7	20.3	26.4	19.5
32	25.3	34.5	40.4	36.6	25.2	36.8	24.1
40	25.9		55.9	42.1	29.2	45.5	
48	27.1		67.3			50.7	
56	28		73.4			52.0	
64	28.3		75.6			53.7	
72	25.8		77.1			55.0	
80	25.9		79.9			57.4	
88	23.4		82.7				
<b>DDT = Días después del trasplante.</b>							

### 8.3. Integral térmica de hortalizas en la ciudad de Puebla.

La integral térmica determinada tanto en cielo abierto como en condiciones protegidas para los meses de febrero a mayo de la ciudad de Puebla es adecuada para el cultivo de hortalizas (cuadro 6 y 7). El tomate alcanzó su nivel de producción en condiciones protegidas a los 874 grados días de desarrollo, a diferencia del rábano que alcanzó su nivel de producción a los 588 grados días de desarrollo.

**Cuadro 6. Integral térmica de cultivo en macro túnel en la ciudad de Puebla. 2020.**

DDT	Rábano (GDD)- TB=6°	Tomate (GDD)- TB=10°	Acelga (GDD) - TB=5°	Espinaca (GDD)- TB=5°	Brócoli (GDD)- TB=5°	Lechuga (GDD)- TB=6°
0	18	14	19	19	19	18
8	162	126	171	171	171	162
16	295	231	311	311	311	295
24	437	341	461	461	461	437
32	588	460	620	620	620	588
40	753	593	793	793	793	753
48	922	730	970	970	970	922
56	1098	874	1154	1154	1154	1098
64	1275	1019	1339	1339	1339	1275
72	1433	1145	1505	1505	1505	1433
80	1593	1273	1673	1673	1673	1593
88	1728	1376	1816	1816	1816	1728

DDT = Días después del trasplante. GDD = Grados día de desarrollo (Growing Degree Days)

**Cuadro 7. Integral térmica de cultivo en cielo abierto en la ciudad de Puebla. 2020.**

DDT	Rábano (GDD)- TB=6°	Tomate (GDD)- TB=10°	Acelga (GDD) - TB=5°	Espinaca (GDD)- TB=5°	Brócoli (GDD)- TB=5°	Lechuga (GDD)- TB=6°
0	16	12	17	17	17	16
8	144	108	153	153	153	144
16	262	198	278	278	278	262
24	388	292	412	412	412	388
32	524	396	556	556	556	524
40	669	509	709	709	709	669
48	823	631	871	871	871	823

DDT = Días después del trasplante. GDD = Grados día de desarrollo (Growing Degree Days)

#### 8.4 Producción de hortalizas en huerto urbano en la ciudad de Puebla.

El ambiente permitió el cultivo de hortalizas en huerto urbano en Puebla, ya que se obtuvieron rendimientos, tanto a cielo abierto como en condiciones protegidas, de las diferentes hortalizas cultivadas (cuadro 8 al 11).

**Cuadro 8. Rendimientos promedio por planta de cultivo en invernadero urbano en la ciudad de Puebla. 2020.**

DDT	Rábano (gr)	Tomate (gr)	Acelga (gr)	Espinaca (gr)	Brócoli (gr)	Lechuga (gr)
0						
8						
16						
24						
32	371.8		195.3			167.1
40			335.2	233.5		159
48						
56		278.5				
64		172.8			267.0	
72						
80						
88						
DDT = Días después del trasplante.						

**Cuadro 1. Rendimientos promedios totales de cultivo en invernadero urbano en la ciudad Puebla. 2020.**

Planta Cultivada	Rábano (gr)	Tomate (gr)	Acelga (gr)	Espinaca (gr)	Brócoli (gr)	Lechuga (gr)
Por Planta	371.8	451.3	530.6	233.5	267.0	326.1
Por 6 Plantas	2230.8	2707.8	3183.3	1401	1602	1956.5



**Cuadro 10. Rendimientos promedio por planta de cultivo en cielo abierto en la ciudad de Puebla. 2020**

DDT	Rábano (gr)	Tomate (gr)	Acelga (gr)	Espinaca(gr)	Brócoli (gr)	Lechuga (gr)
0						
8						
16						
24						
32						
40	195.75	*	145.75	99.3	*	76.2
48						
56						
64						
72						
80						
88		*			*	

DDT = Días después del trasplante. \*=Dato no cuantificado debido a la pandemia Covid-19

**Cuadro 11. Rendimientos promedios totales de cultivo a cielo abierto en la ciudad Puebla. 2020.**

Planta Cultivada	Rábano (gr)	Tomate (gr)	Acelga (gr)	Espinaca (gr)	Brócoli (gr)	Lechuga (gr)
Por Planta	195.75	*	145.75	99.3	*	76.2
Por 6 Plantas	1174.5	*	874.5	595.98	*	457.2

\*=Dato no cuantificado debido a la pandemia Covid-19

### **8.5. Análisis de la temperatura cero vital de crecimiento e integral térmica de acuerdo con la familia y especie de la planta cultivada.**

La temperatura de la ciudad de Puebla tanto a cielo abierto como en condiciones protegidas, durante los meses de febrero a mayo no alcanzó la temperatura cero vital mínima de crecimiento para las hortalizas cultivadas. La integral térmica alcanzó los grados días de desarrollo favorable para las diferentes familias y especies de hortalizas cultivadas (cuadro 12-17). La lechuga de la familia asterácea requiere de 6°C como temperatura mínima para su desarrollo (CIREN, 2020) ya que se registraron 11.7°C como temperatura mínima a cielo abierto en la ciudad de

Puebla (cuadro 12). Sin embargo, se presentaron temperaturas máximas de 35.6°C superiores de al límite máximo de floración que es de 30°C (CIREN, 2020); temperaturas que afectaron la polinización y por lo tanto el rendimiento. La integral térmica no afecto los grados días de desarrollo de la planta ya que fue de 709° grados días acumulados lo cual concuerda con los 700° reportados por el Centro de Información de Recursos Naturales de Chile (2020).

Los Grados día de desarrollo (Growing Degree Days) corresponde a la diferencia de la temperatura promedio diaria menos la temperatura cero vital de crecimiento con un umbral determinado, que puede variar entre 5°C y 12°C, según cultivo y familia. La aplicación de este principio en las diferentes etapas fenológicas es de gran utilidad ya que se pueden programar fechas de siembra o ciclos de cultivo, predicción más acertada de la fecha de cosecha, Evaluar el desarrollo de cierto cultivo en diferentes localidades y un pronóstico de presión de plagas y enfermedades.

La integral térmica alcanzó los grados días de desarrollo ya que se registraron 7.5°C como temperatura mínima en condiciones protegidas en la ciudad de Puebla (cuadro 11). Sin embargo, se presentaron temperaturas máximas de 45.6°C superiores al límite máximo de floración que es de 30°C (CIREN, 2020); temperaturas que afectaron la polinización y por lo tanto el rendimiento. La integral térmica no afecto los grados días de desarrollo de la planta ya que fue de 620° grados días acumulados a los 32 DDT, y 793° a los 40 DDT; lo cual se acerca con los 700° reportados por el Centro de Información de Recursos Naturales de Chile (2020).

**Cuadro 12. Comparación de requerimientos climáticos del cultivo de lechuga en Puebla. 2020.**

<b>Aspectos generales</b>		<b>Ciudad de Puebla</b>					
		<b>Cielo Abierto</b>			<b>Macro túnel</b>		
<b>Nombre científico</b>	<b>Lactuca sativa</b>	<b>Temp. Min.</b>	<b>Temp. Max.</b>	<b>Int. Térmica</b>	<b>Temp. Min.</b>	<b>Temp. Max.</b>	<b>Int. Térmica</b>
<b>Familia</b>	<b>Asteráceas</b>						
<b>Duración del ciclo vegetativo</b>	2 a 3 meses después del trasplante						
<b>Cultivos principales</b>	Gallega, Milanesa, <b>Francesa</b> , Española, Costina						
<b>Aspectos Climáticos</b>							
<b>Sensibilidad a heladas</b>	moderadamente tolerante						
<b>Etapa o parte más sensible a las heladas</b>	Cuando se va acercando a la cosecha						
<b>Temperatura crítica o de daño por heladas</b>	(-6°C), pero para la época cercana a cosecha (-0,2°C)						
<b>Temperatura base o mínima de crecimiento</b>	<b>6°</b>	<b>11.7</b>			<b>7.5</b>		
<b>Rango de temperatura óptima de crecimiento</b>	14-18°C (diurna) y 5-8°C (nocturna)						
<b>Límite máximo de temperatura de crecimiento.</b>	30°C, pero temperaturas altas promueven floración (21 - 27°C)		<b>35.6</b>			<b>45.6</b>	
<b>Temperatura mínima, óptima y máxima de germinación</b>	3-5°C; 15-24°C; 25-30°C						
<b>Requerimientos de vernalización</b>	No tiene						
<b>Requerimiento de fotoperiodo</b>	Día neutro						
<b>Suma térmica T° &gt; 6° hasta la cosecha</b>	<b>~700°</b>						<b>588° - 32 DDT</b>
				<b>669° - 40 DDT</b>			<b>753° - 40 DDT</b>
<b>Aspectos fenológicos</b>							
<b>Fecha de siembra</b>	Julio a Marzo						
<b>Fecha de trasplante</b>	un mes después de la siembra						
<b>Fecha de cosecha</b>	2 - 3 meses después del trasplante						

*Fuente: Adaptado de Centro de Información de Recursos Naturales CIREN Chile (2020).*

**Cuadro 13. Comparación de requerimientos climáticos del cultivo de tomate en Puebla. 2020.**

Aspectos generales		Ciudad de Puebla					
		Cielo Abierto			Macro túnel		
Nombre científico	<b>Solanum lycopersicum</b>	Temp. Min.	Temp. Max.	Int. Térmica	Temp. Min.	Temp. Max.	Int. Térmica
Familia	<b>Solanaceae</b>						
Duración del ciclo vegetativo	105-120 días						
Cultivos principales	<b>crecimiento determinado y crecimiento indeterminado</b>						
Aspectos Climáticos							
Sensibilidad a heladas	Altamente sensible						
Etapa o parte más sensible a las heladas	Floración y cuaja del fruto						
Temperatura crítica o de daño por heladas	-2°C						
Temperatura base o mínima de crecimiento	<b>10°C – 12°C</b>	<b>11.7</b>			<b>7.5</b>		
Rango de temperatura óptima de crecimiento	20-24°C   23-26°C (diurna) y 13-16°C (nocturna)						
Límite máximo de temperatura de crecimiento.	30°C (21-24°C se genera un mayor desarrollo de la planta)		<b>35.6</b>			<b>45.6</b>	
Temperatura mínima, óptima y máxima de germinación	10°-25°-33°C						
Requerimientos de vernalización	No tiene						
Requerimiento de fotoperiodo	No tiene						
<b>Suma térmica T° &gt; 10° hasta la cosecha</b>	<b>800° - 900°</b>						<b>874° - 56 DDT</b>
Aspectos fenológicos				*			<b>1019° - 64 DDT</b>
Fecha de siembra	Marzo a Junio						
Fecha de trasplante	1 mes después de la siembra, o cuando han desarrollado 4 hojas verdaderas						
Fecha de cosecha	109 – 130 DDT						

\*=**Dato no cuantificado debido a la pandemia Covid-19**

*Fuente: Adaptado de Centro de Información de Recursos Naturales - CIREN, Chile (2020), Instituto de Investigaciones Agropecuarias - INIA, Chile (2017)*

**Cuadro 14. Comparación de requerimientos climáticos del cultivo de brócoli en Puebla. 2020.**

Aspectos generales		Ciudad de Puebla					
		Cielo Abierto			Macro túnel		
Nombre científico	Brassica oleracea	Temp. Min.	Temp. Max.	Int. Térmica	Temp. Min.	Temp. Max.	Int. Térmica
Familia	<b>Brasicácea o Crucífera</b>						
Duración del ciclo vegetativo	60 a 90 días después del trasplante						
Cultivos principales	Arcadia, Green Belt, Heritage, <b>Imperial</b> , Legacy, Marathon, Shogun, Tradition						
Aspectos Climáticos							
Sensibilidad a heladas	Moderadamente tolerante						
Etapa o parte más sensible a las heladas	Temperaturas bajas en primera fase inducen floración adelantada						
Temperatura crítica o de daño por heladas	-3°C						
Temperatura base o mínima de crecimiento	<b>4.5°C</b>	<b>11.7</b>			<b>7.5</b>		
Rango de temperatura óptima de crecimiento	Fase1 (70 DDS):20°-25°C Fase2 (hasta cosecha):10°-18°C						
Límite máximo de temperatura de crecimiento.	30°C		<b>35.6</b>			<b>45.6</b>	
Temperatura mínima, óptima y máxima de germinación	4° - 5°C   29°C   35°C						
Requerimientos de vernalización	La formación de pella no lo requiere						
Requerimiento de fotoperiodo	Día neutro						
<b>Suma térmica T° &gt; 5° hasta la cosecha</b>	<b>1300°</b>			*			<b>1339° - 64 DDT</b>
Aspectos fenológicos							
Fecha de siembra	Junio a julio y febrero a marzo						
Fecha de trasplante	Un mes después de la siembra						
Fecha de cosecha	60 a 90 DDT						

\*=-Dato no cuantificado debido a la pandemia Covid-19

*Fuente: Modificado de Centro de Información de Recursos Naturales CIREN Chile (2020); Andrews, N., Oregon State University - OSU (2016).*

**Cuadro 15. Comparación de requerimientos climáticos del cultivo de acelga en Puebla. 2020.**

Aspectos generales		Ciudad de Puebla					
		Cielo Abierto			Macro túnel		
Nombre científico	Beta vulgaris var. Cicla	Temp. Min.	Temp. Max.	Int. Térmica	Temp. Min.	Temp. Max.	Int. Térmica
Familia	<b>Quenopodiáceas</b>						
Duración del ciclo vegetativo	50 - 60 DDS; 3-4 cortes cada 20 días						
Cultivos principales	<b>Arco iris, Borgoña, Ginebra, Rey de invierno o Lucullus, y Ruby.</b>						
Aspectos Climáticos							
Sensibilidad a heladas	Sufre fuertes daños por heladas sucesivas, aun cuando no sean tan severas.						
Etapa o parte más sensible a las heladas	Mueren a causa de las temperaturas inferiores a -9 °C						
Temperatura crítica o de daño por heladas	-5°C						
Temperatura base o mínima de crecimiento	<b>5°C</b>	<b>11.7</b>			<b>7.5</b>		
Rango de temperatura óptima de crecimiento	16°C - 25°C						
Límite máximo de temperatura de crecimiento.	30°C - 33°C		<b>35.6</b>			<b>45.6</b>	
Temperatura mínima, óptima y máxima de germinación	5°C   18°C - 22°C   30°C - 35°C						
Requerimientos de vernalización	No tiene						
Requerimiento de fotoperiodo	Día largo – luz no muy intensa						
<b>Suma térmica T° &gt; 5° hasta la cosecha</b>	<b>~700°</b>						<b>620° - 32 DDT</b>
<b>Aspectos fenológicos</b>				<b>669° - 40 DDT</b>			<b>793° - 40 DDT</b>
Fecha de siembra	Otoño, invierno y Primavera						
Fecha de trasplante	21 días después de la siembra, o cuando han desarrollado 4 hojas verdaderas.						
Fecha de cosecha	50 - 60 días después de la siembra						

\*=**Dato no cuantificado debido a la pandemia Covid-19**

*Fuente: Modificado de Centro de Información de Recursos Naturales CIREN Chile (2020); Andrews, N., Oregon State University - OSU (2016).*

**Cuadro 16. Comparación de requerimientos climáticos del cultivo de espinaca en Puebla. 2020.**

Aspectos generales		Ciudad de Puebla					
		Cielo Abierto			Macro túnel		
Nombre científico	<b>Spinacia oleracea</b>	Temp. Min.	Temp. Max.	Int. Térmica	Temp. Min.	Temp. Max.	Int. Térmica
Familia	<b>Quenopodiáceas</b>						
Duración del ciclo vegetativo	Se pueden dar dos cortes: 40-60 y 90 días después de la siembra						
Cultivos principales	Bolero, Olympia (resiste floración), Shasta (crece en invierno), Nordic, Baker, Condesa, Symphony, Bandolero, Viroflay, <b>Híbrida</b> .						
Aspectos Climáticos							
Sensibilidad a heladas	Tolerante						
Etapas o partes más sensibles a las heladas	Más sensible al acercarse a madurez						
Temperatura crítica o de daño por heladas	-6°C						
Temperatura base o mínima de crecimiento	<b>5°C</b>	<b>11.7</b>			<b>7.5</b>		
Rango de temperatura óptima de crecimiento	15°-18°C						
Límite máximo de temperatura de crecimiento.	30°C		<b>35.6</b>			<b>45.6</b>	
Temperatura mínima, óptima y máxima de germinación	7°C-24°C						
Requerimientos de vernalización	no requiere						
Requerimiento de fotoperiodo	No tiene. Con temperaturas altas y días largos se promueve la floración.						
<b>Suma térmica T° &gt; 5° hasta la cosecha</b>	<b>700°-800°   Cultivo Olimpia ~1000°</b>			<b>709° - 40 DDT</b>			<b>793° - 40 DDT</b>
Aspectos fenológicos							
Fecha de siembra	Escalonada, feb. a nov. de acuerdo con la variedad.						
Fecha de trasplante	cuando comiencen a salir el segundo par de hojas verdaderas.						
Fecha de cosecha	40 - 60 días después de la siembra   Olympia 85 días.						

\*=**Dato no cuantificado debido a la pandemia Covid-19**

*Fuente: Modificado de Centro de Información de Recursos Naturales CIREN Chile (2020); Andrews, N., Oregon State University - OSU (2016).*

**Cuadro 17. Comparación de requerimientos climáticos del cultivo de rábano en Puebla. 2020.**

Aspectos generales		Ciudad de Puebla					
		Cielo Abierto			Macro túnel		
Nombre científico	Raphanus sativus L.	Temp. Min.	Temp. Max.	Int. Térmica	Temp. Min.	Temp. Max.	Int. Térmica
Familia	Crucífera						
Duración del ciclo vegetativo	Germinación de 3 a 10 días. Cosecha menor a 60 días.						
Cultivos principales	Burpee White, Champion, Cherry Belle, Cherry Queen Hybrid, Early Scarlet Globe, Snow Belle.						
Aspectos Climáticos							
Sensibilidad a heladas	Moderadamente tolerante						
Etapa o parte más sensible a las heladas	Temperaturas frías prolongadas promueven la emisión prematura del tallo						
Temperatura crítica o de daño por heladas	-2						
Temperatura base o mínima de crecimiento	6°C	11.7			7.5		
Rango de temperatura óptima de crecimiento	18°-22°C						
Límite máximo de temperatura de crecimiento.	30°C		35.6			45.6	
Temperatura mínima, óptima y máxima de germinación	16°C   20°C-25°C   35°C						
Requerimientos de vernalización	no requiere						
Requerimiento de fotoperiodo	media						588° - 32 DDT
<b>Suma térmica T° &gt; 6° hasta la cosecha</b>	----° (~600°C)			669° - 40 DDT			
Aspectos fenológicos							
Fecha de siembra	agosto-octubre o feb-mayo						
Fecha de trasplante	Siembra directa						
Fecha de cosecha	30 a 70 días depende variedad						

\*=-Dato no cuantificado debido a la pandemia Covid-19

Fuente: Modificado de Centro de Información de Recursos Naturales CIREN Chile (2020); Andrews, N., Oregon State University - OSU (2016).



## **IX. CONCLUSIONES**

Debido la tesis que se presenta, es una investigación exploratoria y el tema es poco estudiado en la ciudad de Puebla. Se estableció una visión general sobre el tema, al realizar la recopilación de información de manera preliminar para identificar los fundamentos de este tema y así poder familiarizarse con este y establecer las bases para una investigación a futuro más profunda ya que los datos obtenidos y no analizados en esta tesis son relevantes para construir estudios de mayor profundidad sobre la temática estudiada.

El motivo de realizar este tipo de investigación fue porque no se encontraron elementos suficientes para este tipo de investigación, además de que al tratarse de un tema en auge existe poca información. Ya que es habitual surjan nuevos temas y fenómenos de estudio, y se identifiquen nuevos vínculos entre disciplinas o se desarrollen nuevos enfoques y paradigmas.

Con este estudio se pretende dar un acercamiento y no necesariamente doy conclusiones o recomendaciones determinantes. Por ejemplo, es probable que se identifiquen las tendencias de los datos, o que existen discrepancias entre los mismos, pero no necesariamente se profundizará en el origen o generará conclusiones contundentes.

La ciudad de Puebla presenta una elevada disponibilidad térmica que le confiere un gran potencial de cara a los cultivos sembrados, además de un buen número de especies y variedades similares a las familias seleccionadas. Sin embargo, se encontró que tanto las temperaturas máximas como las mínimas registran una alta variabilidad a lo largo de todo el año, lo que hace muy adecuadas unas tablas de probabilidad para conocer cuáles son los niveles térmicos más esperados en cada momento del año.

Bajo las condiciones en que se realizó la presente investigación, se concluyó que la temperatura ambiental de la ciudad de Puebla, mediante la integral térmica,

permite el crecimiento y producción de hortalizas en un huerto urbano familiar para producción de alimentos. Ya que los grados días de desarrollo para el tomate, acelga, brócoli, lechuga, rábano y espinaca, se alcanzaron óptimamente durante primavera y verano

La temperatura local no afectó los grados días de desarrollo de la planta ya que fue de 556° grados días de desarrollo a los 32 DDT con una temperatura base de 5°, y 709° GDD a los 40 días después del trasplante esto a cielo abierto, mientras que en condiciones protegidas fue de 620° y 793° respectivamente. Para los grados día de desarrollo acumulado con temperatura base 6° fueron de 588° GDD a los 32 días después de trasplante y 753° a los 40 DDT esto en condiciones protegidas en macro túnel, para condiciones a cielo abierto fue de 524° y 669° respectivamente. En el caso de los grados día de desarrollo con temperatura base 10° fueron de 460° GDD a los 32 días después de trasplante y 593° a los 40 DDT esto en condiciones protegidas en macro túnel, para condiciones a cielo abierto fue de 396° y 509° respectivamente para los 32 y 40 DDT.

También se comprobó la ventaja de utilizar datos en tiempo real y ubicados específicamente en la zona de estudio, esto mejora e incrementa la precisión a la hora de analizar el ritmo de las temperaturas, pues revelan claramente las importantes variaciones a la hora de realizar el método de la integral térmica ya que la precisión es mayor y solo tomando las temperatura máximas y mínimas estas quedan diluidas por ser períodos más amplios y no se toma en cuenta las variaciones de temperaturas que existen en el día.

Como consecuencia de esa elevada variabilidad de las temperaturas, las integrales térmicas, así como la acumulación de horas-frío, presentan igualmente una importante oscilación entre unos datos y otros. A pesar de ello los valores obtenidos de grados día de desarrollo y horas-frío acumulados satisfacen de forma óptima la mayoría de las necesidades de los cultivos más extendidos en la zona de estudio.

## X. LITERATURA CITADA

Advocates for Urban Agriculture, 2004. Draft plan for sustainable urban agricultura in Chicago: 3 p.

Altieri, M. A. 2002. Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. En: Agroecología: el camino para una agricultura sustentable.

Álvarez Morales, Leonardo (2013). La milpa: conocimiento, saber y pensamiento indígena en San Andrés Tenejapan, Veracruz. (Tesis). Universidad Veracruzana. Tequila, Veracruz.

Andrews, N., Oregon State University (OSU), Noordijk, H., & Coop, L. (2016, 18 febrero). WSARE CROPTIME Project vegetable phenology (degree-day) models. <https://oregonstate.edu/>.  
[http://uspest.org/CROPTIME/broccoli\\_varieties\\_models.pdf](http://uspest.org/CROPTIME/broccoli_varieties_models.pdf)

ANMM (2015). La contaminación del aire y los problemas respiratorios. Revista de la Facultad de Medicina (México), 58(5), 44-47. Academia Nacional de Medicina. Consultado el 18 de enero de 2019, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0026-17422015000500044&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422015000500044&lng=es&tlng=es).

Armas, J. y Lapido, M. y Castellanos, J. y Álvarez, M. (2006). ANÁLISIS EXERGÉTICO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN CENTRALIZADO POR AGUA HELADA. Energética, [en línea] (36), pp.35-40. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=147019426004>

Arribas, Martín (2004). "Diseño y validación de cuestionarios". Revista Matronas Profesión (Madrid). Vol. 5, núm. 17. Pp. 23-29.

Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia: EUREKA, (2007). Consumo responsable. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, [en línea] 4(1), pp.189-192. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92040112>

Aulestia Guerrero, Edgar; Capa Mora, Daniel. (2018). Manual técnico para la planificación, diseño, implementación y manejo de huertos familiares sostenibles. Loja - Ecuador: EDILOJA Cía. Ltda.

Bellet, C. y J. M. Llop (2002) "Las líneas de trabajo del programa UIA-CIMES: ciudades intermedias y urbanización mundial" CEPAL División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos (ed.), Las nuevas funciones urbanas: gestión para una ciudad sostenible. Santiago de Chile, CEPAL, pp. 33-47.

Berkes, F. y C. Seixas (2005) "Building resilience in Lagoon Social-Ecological Systems: A local-level perspective" Natural Ecosystem. 8: 967-974. [https://www.researchgate.net/profile/Cristiana\\_Seixas/publication/227305141\\_Buil](https://www.researchgate.net/profile/Cristiana_Seixas/publication/227305141_Buil)

ding\_Resilience\_in\_Lagoon\_Social-Ecological\_Systems\_A\_Local-level\_Perspective/links/5460d14d0cf2c1a63bff71f5.pdf

Biodiversidad, Pobreza y Agricultura Urbana en América Latina.

Bueno, M. 2010. Manual práctico del huerto ecológico: huertos familiares, huertos urbanos, huertos escolares. La fertilidad de la tierra (editorial), 2da. Edición. Navarra, España. 302 p.

Burgueño Ferreira, J. y Martínez Garza, Á. y Crossa, J. y Mastache Lagunas, Á. (2005). Diseños experimentales con testigos repetidos. *Agrociencia*, [en línea] 39(6), pp.679-691. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30239611>

Calderón-Cisneros, Araceli. 2016. Agricultura urbana familiar en una ciudad media en Chiapas. Implicaciones para la sustentabilidad urbana. *Estudios sociales* vol. 26 no.48. pp. 102-128. <http://www.scielo.org.mx/pdf/estsoc/v26n48/0188-4557-estsoc-26-48-00101.pdf>

Calvet-Mir, L., E. Gómez-Baggethun, V. Reyes-García. 2012. Beyond food production: Ecosystem services provided by home gardens. A case study in Vall Fosca, Catalan Pyrenees, Northeastern Spain. *Ecological Economics* 74: 153-160.

Campbell., C. & Environmental Biophysics. (2020, 8 septiembre). How to calculate growing degree days (or thermal time). *Environmental Biophysics*. <https://www.environmentalbiophysics.org/how-to-calculate-growing-degree-days-or-thermal-time/>

Caporal, Y. D. G. 2017. La agricultura urbana para construir proyectos alternativos alimentarios, ambientales y sociales en los municipios de Puebla, Cuautlancingo y San Andrés Cholula. Tesis Doctorado en Economía Política del Desarrollo. Facultad de Economía. Centro de Estudios del Desarrollo Económico y social. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 126 p.

Caridad-Cruz, María. 2016. Agricultura urbana en América Latina y el Caribe. Casos concretos desde la mirada del buen vivir. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales NUEVA SOCIEDAD*. Fundación Friedrich Ebert. Febrero. 20p. <http://nuso.org/documento/agricultura-urbana-en-america-latina-y-el-caribe/>

Carrasco-Ríos, L. (2009, diciembre). EFFECT OF ULTRAVIOLET-B RADIATION IN PLANTS. *IDESIA*, 3(27). [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34292009000300009&lng=en&nrm=iso&tlng=en](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292009000300009&lng=en&nrm=iso&tlng=en)

Castro Nava, S. (2013). Temperatura óptima y etapa fenológica para determinar la termoestabilidad de la membrana celular en maíz y frijol. *Phyton (Buenos Aires)*, 82(2), 249-254. Consultado el 18 de enero de 2019, de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-56572013000200013&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-56572013000200013&lng=es&tlng=es).

Centro Federal de Investigaciones Biológicas para Agricultura y Silvicultura, Alemania (BBA), Institute Federal de Variedades, Alemania (BSA), Institute para Horticultura y Floricultura en Grossbeeren/Erfurt, Alemania (IGZ), Asociación Alemana de Agroquímicos (IVA), AgrEvo, BASF, Bayer, & Novartis. (1996). Compendio para la identificación de los estadios fenológicos de especies mono- y dicotiledóneas cultivadas escala BBCH extendida. <https://www.agro.basf.es>. [https://www.agro.basf.es/Documents/es\\_files/pdf\\_1\\_files/services\\_files/download.pdf](https://www.agro.basf.es/Documents/es_files/pdf_1_files/services_files/download.pdf)

Chalker-Scott, L. y Collman, S. J. (2006). "Washington State's Master Gardener Program: 30 years of leadership in university-sponsored, volunteer-coordinated, sustainable community horticulture", *Journal of Cleaner Production*, vol. 14, núm. 9-11, pp. 988-993.

CONAGUA (2019). Terminología. Comisión Nacional del Agua. Consultado el 18 de enero de 2019. Disponible en: <https://smn.cna.gob.mx/es/smn/glosario>

Corral, Yadira (2010). "Diseño de cuestionarios para recolección de datos". *Revista Ciencias de la Educación*. Vol. 20, núm. 36. Valencia. Pp. 152-168

De la Casa, A., G. Ovando, L. Bressanini, J. Martínez, y A. Rodríguez. 2011. Eficiencia en el uso de la radiación en papa estimada a partir de la cobertura del follaje. *Agriscientia* 28: 21–30.

De Zeeuw H., R. Van Veenhuizen y M. Dubbeling, 2011. The Role of Urban agriculture in building resilient cities in developing countries. *Journal of Agricultural Science* 149: 153-163.

Delgado, R. (2015). "Ciudad y Buen Vivir: ecología política urbana y alternativa para el bien común". En *Revista THEOMAI, Estudios críticos sobre sociedad y Desarrollo*. Número 32 (segundo semestre). Bue vivir y Ecosocialismo. Enfoques teóricos y políticas públicas. [http://revistatheomai.unq.edu.ar/NUMERO\\_32/3\\_GianCarloDelgadoRamos\\_\(theo32\).pdf](http://revistatheomai.unq.edu.ar/NUMERO_32/3_GianCarloDelgadoRamos_(theo32).pdf)

Díaz, L. E., J. A. Escalante E., M. T. Rodríguez, G., y E. A. Gaytán A. 2011. Producción de frijol ejotero en función del tipo de espaldera. *Rev. Chapingo Ser. Hortic.* 16(3): 215–221.

Díaz, L. E., P. J. M. Campos, R. A. Morales, B. G. Salgado, V. A. Castillo, y G. H. Gil. 2012. *Ciencias Agrícolas Informa* 21(2): 86-96.

Díaz, L. E., R. E. J. Morales, M. O. Franco, y L. A. Domínguez 2011. Atenuación de luz, radiación interceptada y rendimiento del maíz en función del fósforo. *Terra Latinoamericana* 29: 65–72.

Dobson, Andrew. 1997. *Pensamiento político verde. Una nueva ideología*

Diario Oficial de la Federación. (2001, 07 diciembre). LEY DE DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE. <https://www.dof.gob.mx/>. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/mex50486.pdf>

Dumroese, R. Kasten; Jacobs, Douglass F.; Wilkinson, Kim M. 2012. Fases de cultivo: Establecimiento y crecimiento rápido. In: Contardi, L.; Gonda, H., coord. Producción de plantas en viveros forestales. Buenos Aires: Consejo Federal de Inversiones; Comodoro Rivadavia: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco UNPSJB; Comodoro Rivadavia: Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico, Argentina. p. 133-142.

Escalera, J. y E. Ruiz (2011) "Resiliencia socioecológica aportaciones y retos desde la antropología socioecológica" Revista de Antropología Social. 20:109-135. <https://www.redalyc.org/pdf/838/83821273005.pdf>

FAO. (1997, 2 diciembre). La agricultura y los cambios climáticos la función de la FAO. <http://www.fao.org>. <http://www.fao.org/Noticias/1997/971201-s.htm>

FAO, 1999. La agricultura urbana y periurbana. Comité de Agricultura. 15° periodo de sesiones. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 21 p. <http://www.fao.org/unfao/bodies/COAG15/X0076S.htm>

FAO, 1999: FAOAG21 Revista Enfoques agricultura urbana. (<http://www.fao.org/Ag/esp/revista/9901sp2.htm>)

FAO, 2014: Ciudades más verdes América Latina y el Caribe. (2014). 1st ed. [ebook] Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Disponible en: <http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/pdf/GGCLAC/Ciudades-mas-verdes-America-Latina-Caribe.pdf> [Accessed 11 Jan. 2019].

FAO, 2014a. una huerta para todos. Pantoja A. y M. González (consultores) 5a. edición. Santiago, Chile. 295 p.

FAO, 2014b. Ciudades más verdes en América Latina y el Caribe. Roma. 51 p.

FAO, 2017: FAOAG21 Revista Enfoques agricultura urbana. (<http://www.fao.org/3/a-i7050s.pdf>)

FAO. (2009). Water Use and Reuse for Urban Agriculture. FOOD FOR THE CITIES, 1(1), 11–12. Recuperado de <http://www.fao.org/3/ak003e/ak003e00.htm>

FAO. (2011). *Huertos urbanos contra la crisis en Ciudad de México*. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura. <http://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/508520/>

FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015, febrero). Los suelos sanos son la base para la producción de alimentos saludables. Año Internacional de los Suelos 2015. <http://www.fao.org/3/a-i4405s.pdf>

FAO. (2015, 8 octubre). Agricultura urbana: cultivar los suelos en la ciudad. Recuperado 20 noviembre, 2019, de <http://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/332731/>

FAO. (2019). Agricultura urbana. [en línea] Disponible en: <http://www.fao.org/urban-agriculture/es/> [Accessed 18 Jan. 2019].

Fernández, J. L. y Nerea M. (2012) "Cultivar la resiliencia. Los aportes de la agricultura urbana a las ciudades en transición" Papeles de relaciones ecosociales y cambio global. 119, 131-143. [http://oa.upm.es/15824/1/Fdez\\_y\\_Moran\\_resiliencia.pdf](http://oa.upm.es/15824/1/Fdez_y_Moran_resiliencia.pdf)

Fernando Gómez, L. y Ríos-Osorio, L. y Eschenhagen, M. (2015). LAS BASES EPISTEMOLÓGICAS DE LA AGROECOLOGÍA. *Agrociencia*, [en línea] 49(6), pp.679-688. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30241188007>

Galuzzi, G., P. Eyzaguirre y V. Negri. 2010. Home gardens: neglected hotspots of agro-biodiversity and cultural diversity. *Biodiversity and Conservation* 19: 363-365.

Gibby, D.; Scheer, W.; Collmen, S. y Pinyuh, G. (2008). "The Master Gardener Program. A WSU extension success story", publicado en el sitio web de Master Gardener Program WSU. Disponible en: <https://s3.wp.wsu.edu/uploads/sites/2063/2013/12/MasterGardenerProgramHistoryrev2009.8.pdf>

Gliessman, S.R. 1998. *Agroecology: ecological process in sustainable agriculture*. Ann Arbor, MI: Ann Arbor Press.

Gobierno del Estado de Puebla. (2013, 30 diciembre). Ley de Agricultura Urbana para el Estado de Puebla. <http://periodicooficial.puebla.gob.mx/>. <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Puebla/wo105237.pdf>

Grewal, S.S. y P.S. Grewal, 2012. Can cities become self-reliant in food? *Cities* 29:1-11.

H. Ayuntamiento de Puebla 2018-2021. (2020, 13 agosto). Gobierno de la ciudad promueve más huertos urbanos y agricultura familiar. <http://pueblacapital.gob.mx>. <http://pueblacapital.gob.mx/noticias/comunicados-de-prensa/item/14238-gobierno-de-la-ciudad-promueve-mas-huertos-urbanos-y-agricultura-familiar>

Head L., P. Muir y E. Hampel. 2004. Australian backyard gardens and the journey of migration. *The geographical review* 94: 326-348. <http://www.ipes.org/au/pdfs/rau6/AU6%20biodiversidad.pdf> [https://www.researchgate.net/profile/Leonie\\_Pearson/publication/233555575\\_Sustainable\\_urban\\_agriculture\\_Stocktake\\_and\\_opportunities/links/5551837708ae739bdb921d58/Sustainable-urban-agriculture-Stocktake-and-opportunities.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Leonie_Pearson/publication/233555575_Sustainable_urban_agriculture_Stocktake_and_opportunities/links/5551837708ae739bdb921d58/Sustainable-urban-agriculture-Stocktake-and-opportunities.pdf)

Heim, S.; Stang, J. y Ireland, M. (2009). "A garden pilot project enhances fruit and vegetable consumption among children", *Journal of the American Dietetic Association*, vol. 109, núm. 7, pp. 1220-1226.

Kantolic, A. G., and G. A. Slafer. 2001. Photoperiod sensitivity after flowering and seed number determination in indeterminate soybean cultivars. *Field Crops Res.* 72: 109–118.

Kantolic, A. G., and G. A. Slafer. 2001. Photoperiod sensitivity after flowering and seed number determination in indeterminate soybean cultivars. *Field Crops Res.* 72: 109–118.

Kooman, P.L., M. Fahem, P. Tegera and A.J. Haverkort. 1996. Effects of climate on different potato genotypes.1. Radiation interception, total and tuber dry matter production. *Europ. J. Agronomy* 5:193-205.

Leahy, S., & ROCKWOOL Group. (2019, 22 marzo). Can urban agriculture feed growing cities, and save water? Recuperado 1 diciembre, 2019, de <https://www.rockwoolgroup.com/our-thinking/blog/can-urban-agriculture-feed-growing-cities-and-save-water/>

Lin, B. B., S. M. Philpott y S. Jha. 2015. The future of urban agriculture and biodiversity ecosystem services: challenges and next steps. *Basic and applied ecology* 16 (3): 189-201.

Liu, J., J.R. Miller, E. Pattey, D. Haboudane, I.B. Strachan and M. Hinthner. 2004. Monitoring crop biomass accumulation using multi-temporal hyperspectral remote sensing data. *IEEE*, 1637-1640.

Lok, Rossana. (1998). Huertos caseros tradicionales de América Central: características, beneficios e importancia, desde un enfoque multidisciplinario. Turrialba (Costa Rica): CATIE.

López-García, D. 2011. Canales cortos de comercialización como elemento dinamizador de las agriculturas ecológicas urbana y periurbana. Ponencia presentada en el I Congreso Estatal de agricultura Ecológica Urbana y Periurbana. Cáceres.

M. de Chávez, M., Valles, V., -, F., Avila, A., & Chávez, A. (1993). La alimentación rural y urbana y su relación con el riesgo aterogénico. *Salud Pública de México*, 35(6), 651-657. Recuperado de <http://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/5713/6286>

Madaleno, I. M. 2001. Cities of the future: urban agriculture in the third millennium. *Food nutrition and agriculture* 29: 14-21.

Madaleno, Isabel María; Armijo Z., Gladys. 2004. Agricultura urbana en metrópolis iberoamericanas: estudio de casos en Santiago de Chile y Lisboa, Portugal. *Investigaciones Geográficas (Mx)*, núm. 54, agosto, 2004. Instituto de Geografía Distrito Federal, México. pp. 36-54.

Maldonado, C. (2014). ¿QUÉ ES UN SISTEMA COMPLEJO? *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, [en línea] 14(29), pp.71-93. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41438646004>

Marten, Gerald G. (1988). "Productivity, Stability, Sustainability, Equitability and Autonomy as Properties for Agroecosystem Assessment". *Journal Agricultural Systems*. Vol. 26. Pp. 291-316.



Martí Ezpeleta, Alberto. (1994, 4 noviembre). Disponibilidades térmicas para los cultivos en el fondo de la depresión de Sariñena | Martí Ezpeleta | Lucas Mallada. Revista de Ciencias. <http://revistas.iea.es/index.php/LUMALL/article/view/927>.

Martínez Marín, A. y Ríos Rosas, F. (2006). Los Conceptos de Conocimiento, Epistemología y Paradigma, como Base Diferencial en la Orientación Metodológica del Trabajo de Grado. Cinta de Moebio, [en línea] (25), pp.0. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10102508>

Martínez Rivera, S. E. y R. Monroy-Ortíz. La expansión urbana sobre el campo mexicano. La otra cara de la crisis agrícola. Revista Estudios Agrarios 43: 29-46.

Masera, O., Astier, M. y S. López-Ridaura (2000) Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS. Pátzcuaro, Michoacán, Mundi-Prensa México, GIRA, UNAM, Instituto de Ecología.

Maury Toledo, A. (2010). EMPLEO DE ANOVA PARA DETERMINAR LA CONSISTENCIA ENTRE RESULTADOS DE MEDICIONES ÚNICOS. Boletín Científico

Mazumdar, S. y S. Mazumdar. 2012. Immigrant home gardens: places of religion, culture, ecology, family. Landscape and urban planning 105: 258-265.

McClintock, N., J. Cooper y S. Khandeshi. 2013. Assessing the potential contribution of vacant land to urban vegetable production and consumption in Oakland, California. Landscape and Urban Planning 111: 46-58.

Mercon, J., M. A. Escalona Aguilar, M.I. Noriega Armella, I. Figueroa Núñez, A. Atenco Sánchez y E.D. González Méndez. 2012. Cultivando la educación agroecológica: el huerto colectivo urbano como espacio educativo. Revista mexicana de investigación educativa 17 (55): 1201-1224.

Mohareb, E. A., Heller, M. C., & American Chemical Society. (2018). Cities' Role in Mitigating United States Food System Greenhouse Gas Emissions. Environmental Science & Technology, 52(10), 5545-5554. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b02600>

Mollison, B. y M.S. Reny. 1991. Introduction to Permaculture. Tagari. 216 p.

Monteith, J.L. 1977. Climate and the efficiency of crop production. Britain. Phil. Trans. R. Soc. Lond. p. 277-294.

Morán Alonso, N. y A. Ajá Hernández, 2011. Historia de los huertos urbanos. De los huertos para pobres a los programas de agricultura urbana ecológica. En: "I Congreso Estatal de Agricultura Urbana y Periurbana.", 06/05/2011 – 07/05/2011, Elche, España. Disponible en [oa.ump.es/12201/](http://oa.ump.es/12201/). 12p.

Moran Alonso, Nerea y Hernández Aja, Agustín (2011). Historia de los huertos urbanos. De los huertos para pobres a los programas de agricultura urbana ecológica. En: "I Congreso Estatal de Agricultura Ecológica Urbana y Periurbana.", 06/05/2011 - 07/05/2011, Elche, España.

Mougeot L.J.A. 2000. Urban agriculture: definition, presence, potential and risks. En: Brooks R. y Davila J. (edits.). The peri-urban interface: a tale of two cities. School of agricultural and forest sciences, University of Wales and development planning unit. UCL, London. 1-42 p.

Nava-García, F. y Doldán-García, X. (2014). CULTIVOS ENERGÉTICOS. Agricultura, Sociedad y Desarrollo, [en línea] 11(1), pp.25-34. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360533098002>

NOM-021-SEMARNAT-2000. Norma Oficial Mexicana. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de los suelos. Estudio, muestreo y análisis. Diario Oficial de la Federación. Fecha de publicación: Diciembre 31, 2002.

Ocampo Fernández, N. & Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. (2014, enero). FOTOSINTESIS. <https://www.uaeh.edu.mx/virtual>. [https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI\\_Lectura/bachillerato/documentos/2014/LECT110.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Lectura/bachillerato/documentos/2014/LECT110.pdf)

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (1992, 9 mayo). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-convention/what-is-the-united-nations-framework-convention-on-climate-change>. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

ONU, 2010. High level task force on the global food security crisis. Updated comprehensive framework for action. New York, USA. 88p.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2015, 27 septiembre). Objetivos y metas de desarrollo sostenible. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (1999, enero). Enfoques: Cuestiones de la agricultura urbana. <http://www.fao.org>. <http://www.fao.org/ag/esp/revista/9901sp2.htm#:~:text=Se%20entiende%20por%20agricultura%20urbana%20se%20refiere%20a%20peque%C3%B1as%20superficies,en%20mercados%20de%20los%20alrededores>.

Oregon State University (OSU), Andrews, N., Noordijk, H., & Coop, L. (2016). CROPTIME ONLINE VEGETABLE SCHEDULING. <https://oregonstate.edu/>. <http://nwhortsoc.com/wp-content/uploads/2016/01/Andrews-Croptime-1.pdf>

Padrón, J. (2007). Tendencias epistemológicas de la investigación científica en el siglo XXI. Cinta de Moebio, [en línea] (28), pp.1-28. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10102801> para el siglo XXI, Buenos Aires, Ediciones Paidós.

Pearson, L. J., L. Pearson, L. y C. J. Pearson (2010) "Sustainable urban agriculture: Stocktake and opportunities" International Journal of Agricultural Sustainability. 8 (1-2) 7-19.

Pesci, C. (2002) Desarrollo sostenible en ciudades intermedias: testimonios en América Latina. Santiago de Chile. En: Las nuevas funciones urbanas: gestión para

la ciudad sostenible. Naciones Unidas CEPAL División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos. 48, pp. 49-70

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2005). CONVENIO DE ESTOCOLMO SOBRE CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES (COP). Secretaría del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. [https://www.wipo.int/edocs/lexdocs/treaties/es/unep-pop/trt\\_unep\\_pop\\_2.pdf](https://www.wipo.int/edocs/lexdocs/treaties/es/unep-pop/trt_unep_pop_2.pdf)

Pollan, M. (2009). *In Defense of food, an eater's manifesto*. Penguin Books. United States.

Poulsen, M. N., Hulland, K. R. S., Gulas, C. A., Pham, H., Dalglis, S. L., Wilkinson, R. K., & Winch, P. J. (2014). Growing an Urban Oasis: A Qualitative Study of the Perceived Benefits of Community Gardening in Baltimore, Maryland. *Culture, Agriculture, Food and Environment*, 36(2), 69–82. <https://doi.org/10.1111/cuag.12035>

PROAS A.C. 2015. Fichas técnicas “Huertos Biointensivos”. Beltrán Morales V. M. revisor. CREFAL, SEMARNAT, Embajada Alemana, Centro de desarrollo comunitario sustentable. 25 p.

Reijntjes, C.B., Haverkort y A. Waters-Bayer. 1992. *Farming for the future*. MacMillan Press Ltd. London. 250 p.

Reyes-García, V. L. Calvet-Mir, S. Vila, L. Aceituno-Mata, T. Garnatje, J.J. Lastra, M. Parada, M. Rigat, J. Valles y M. Pardo de Santayana. 2013. Does crop diversification pay off? An empirical study in home gardens of the Iberian Peninsula. *Society & Natural Resources* 26: 44-59.

Rivetti, R. A. 2007. Producción de maíz bajo diferentes regímenes de riego complementario en Río Cuarto, Córdoba, Argentina. II. Producción de materia seca. *Rev. Fac. Cienc. Agrar.* 38(2): 20–36.

Robinson-O'Brien, R.; Story, M. y Heim, S. (2009). "Impact of garden-based youth nutrition intervention programs: A review", *Journal of the American Dietetic Association*, vol. 109, núm. 2, pp. 273-280.

Salisbury, F. B., y C. W. Ross. 1994. *Fisiología Vegetal*. Grupo Editorial Iberoamérica. pp: 180–210.

Santandreu, Alain, Gómez Perazzoli, Alberto y Dubbeling, Marielle. 2002.

Santos-Buelga, Celestino, S. B. C., & Tomás Barberán, Francisco, T. B. F. (2001). Sustancias fitoquímicas de frutas y hortalizas, su posible papel benéfico para la salud. *Fruit and Veg Project*, Ediciones de Horticultura, 1-9. <http://hdl.handle.net/10261/18146>

Sarandón SJ. (Edit.). *Ediciones científicas americanas*. Buenos Aires. P. 27-34.

Schupp, J. y J. Sharp. 2012. Exploring the social bases of home gardening. *Agriculture and human values* 29: 93-105.

Sevilla-Guzmán, E. 2006. Agroecología y agricultura ecológica: hacia una “re” construcción de la soberanía alimentaria. *Agroecología* 1: 7-18.

Sinclair, T.R. and R.C. Muchow. 1999. Radiation use efficiency. *Adv. in Agron.* 65:215-265

Soto-Cortés, J. J. El crecimiento urbano de las ciudades: enfoques desarrollista, autoritario, neoliberal y sustentable. *Paradigma Económico* Año 7 Núm.1, enero-junio 2015. pp. 127-149.

Taiz, L., and E. Zeiger. 2002. *Plant Physiology*. Sinauer. U.S.A. pp: 140–150.

Técnico INIMET, [en línea] (2), pp.9-14. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223017811003>

Tierra, 2010. Hacia el V Congreso de la CLOC, Coordinadora Latinoamericana de Organizaciones del campo. *boletin%20tierra%20julio.pdf* (Consulta 3 de octubre de 2019).

Torres López, E.: “Desarrollo urbano sustentable” en Observatorio de la Economía Latinoamericana N° 101, agosto 2008. Texto completo en <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/la/08/etl.htm>

Universidad Agrícola de Venezuela, & Castillo López, R. (2017, 15 octubre). Integral termica. Que tiene que ver con la agricultura? <https://universidadagricola.com>. <https://universidadagricola.com/integral-termica-que-tiene-que-ver-con-la-agricultura/>

UNAM (2010). Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala. Coordinación Técnica de la Red del Agua UNAM. Consultado el 10 de enero de 2019. Disponible en <http://www.agua.unam.mx/padhpot/puebla.html>

United Nations Convention to Combat Desertification. (2020, 17 junio). 2020 Desertification and Drought Day | UNCCD. UNCCD. <https://www.unccd.int/actions17-june-desertification-and-drought-day/2020-desertification-and-drought-day>

Universidad de Sevilla. Departamento de Física Aplicada III (2019). Introducción a la Exergía. [online] Laplace.us.es. Disponible en: [http://laplace.us.es/wiki/index.php/Introducción\\_a\\_la\\_exergía](http://laplace.us.es/wiki/index.php/Introducción_a_la_exergía) [Accessed 18 Jan. 2019].

Vásquez-Moreno, L. y A. Córdova (2013) "A conceptual framework to assess urban agriculture's potential contributions to urban sustainability: An application to San Cristobal de Las Casas, Mexico" *International Journal of Urban Sustainable Development*. 5(2), 200-224.

Vía Campesina, 2015. “La agroecología es la práctica campesina de resistencia ante el agronegocio y el avance del capital”, en *Soberanía Alimentaria y comercio*. [Viacampesina.org/es/index.php/temas-principales-mainmenu-27/soberanalimentary-comercio-mainmenu-38/2500-la-agroecologia-es-la-practica-](http://viacampesina.org/es/index.php/temas-principales-mainmenu-27/soberanalimentary-comercio-mainmenu-38/2500-la-agroecologia-es-la-practica-)

campesina-de-resistencia-ante-el-agronegocio-y-el-avance-del-capital. (Consulta 3 de octubre de 2019).

Winklerprins A. y P. Souza 2005. Surviving the city: urban home gardens and the economy of affection in the Brazilian amazon. *Journal of Latin American Geography* 4: 107-126.

Wright Gilmore, J. (2010). MEDICIÓN Y PREDICCIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR GLOBAL UV-B BAJO CIELOS CLAROS Y SIN NUBES. *Uniciencia*, [en línea] (24), pp.111-120. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=475947765012>

Yotti Kingsley, J., & Townsend, M. (2006). 'Dig In' to Social Capital: Community Gardens as Mechanisms for Growing Urban Social Connectedness. *Urban Policy and Research*, 24(4), 525–537. <https://doi.org/10.1080/08111140601035200>

Zeza A. y L. Tasciotti. 2010. Urban agriculture, poverty, and food security: empirical evidence from a sample of developing countries. *Food policy* 35(4): 265-273.

Zoppolo Roberto, Faroppa Stella, Bellenda Beatriz, García Margarita. (2008). ALIMENTOS EN LA HUERTA GUÍA PARA LA PRODUCCIÓN Y CONSUMO SALUDABLE. Montevideo, Uruguay: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA).

## XI. ANEXOS

Fecha	Hora Local	Temp Ext.	Temp Inv.
06/02/2020	14:00:00	26.8	36.8
07/02/2020	14:00:00	27.1	37.1
08/02/2020	14:00:00	28.2	38.2
09/02/2020	14:00:00	28.9	38.9
10/02/2020	14:00:00	30.4	40.4
11/02/2020	14:00:00	30.3	39.5
12/02/2020	14:00:00	28.5	38.5
13/02/2020	14:00:00	26.6	36.6
14/02/2020	14:00:00	26.5	36.5
15/02/2020	14:00:00	28.1	38.1
16/02/2020	14:00:00	29.8	39.8
17/02/2020	14:00:00	30.8	40.8
18/02/2020	14:00:00	31.5	41.5
19/02/2020	14:00:00	29.9	39.9
20/02/2020	14:00:00	30.1	40.1
21/02/2020	14:00:00	27.3	37.3
22/02/2020	14:00:00	26.2	36.2
23/02/2020	14:00:00	30.1	40.1
24/02/2020	14:00:00	32.0	42.0
25/02/2020	14:00:00	29.7	33.5
26/02/2020	14:00:00	27.5	37.5
27/02/2020	14:00:00	24.4	34.4
28/02/2020	14:00:00	26.8	36.8
29/02/2020	14:00:00	26.4	36.4
01/03/2020	14:00:00	30.9	40.9
02/03/2020	14:00:00	33.3	43.3
03/03/2020	14:00:00	32.2	42.2
04/03/2020	14:00:00	31.5	41.5
05/03/2020	14:00:00	28.2	38.2
06/03/2020	14:00:00	25.4	35.4
07/03/2020	14:00:00	25.8	35.8
08/03/2020	14:00:00	26.7	36.7
09/03/2020	14:00:00	29.4	39.4
10/03/2020	14:00:00	29.8	39.8
11/03/2020	14:00:00	29.1	39.1
12/03/2020	14:00:00	32.0	42.0
13/03/2020	14:00:00	33.2	43.2
14/03/2020	14:00:00	31.8	41.8
15/03/2020	14:00:00	30.6	40.6
16/03/2020	14:00:00	31.3	41.3

17/03/2020	14:00:00	30.4	40.4
18/03/2020	14:00:00	31.4	41.4
19/03/2020	14:00:00	32.0	42.0
20/03/2020	14:00:00	32.6	39.6
21/03/2020	14:00:00	30.7	40.7
22/03/2020	14:00:00	31.1	41.1
23/03/2020	14:00:00	31.3	41.3
24/03/2020	14:00:00	33.2	43.2
25/03/2020	14:00:00	33.7	43.7
26/03/2020	14:00:00	34.7	40.7
27/03/2020	14:00:00	34.4	44.4
28/03/2020	14:00:00	33.8	43.8
29/03/2020	14:00:00	32.8	42.8
30/03/2020	14:00:00	32.0	42.0
31/03/2020	14:00:00	31.7	41.7
01/04/2020	14:00:00	31.7	41.7
02/04/2020	14:00:00	31.6	41.6
03/04/2020	14:00:00	30.8	40.8
04/04/2020	14:00:00	31.7	41.7
05/04/2020	14:00:00	32.4	42.4
06/04/2020	14:00:00	31.2	41.2
07/04/2020	14:00:00	32.2	42.2
08/04/2020	14:00:00	32.7	42.7
09/04/2020	14:00:00	19.3	29.3
10/04/2020	14:00:00	19.1	29.1
11/04/2020	14:00:00	19.7	29.7
12/04/2020	14:00:00	20.9	30.9
13/04/2020	14:00:00	19.2	29.2
14/04/2020	14:00:00	18.8	28.8
15/04/2020	14:00:00	21.0	31.0
16/04/2020	14:00:00	20.4	30.4
17/04/2020	14:00:00	20.1	30.1
18/04/2020	14:00:00	19.6	29.6
19/04/2020	14:00:00	20.3	30.3
20/04/2020	14:00:00	22.3	32.3
21/04/2020	14:00:00	20.0	30.0
22/04/2020	14:00:00	19.8	29.8
23/04/2020	14:00:00	22.0	32.0
24/04/2020	14:00:00	22.2	32.2
25/04/2020	14:00:00	21.0	31.0
26/04/2020	14:00:00	20.8	30.8
27/04/2020	14:00:00	17.5	27.5
28/04/2020	14:00:00	19.1	29.1

29/04/2020	14:00:00	18.6	28.6
30/04/2020	14:00:00	19.2	29.2
01/05/2020	14:00:00	17.6	27.6
02/05/2020	14:00:00	16.8	26.8
03/05/2020	14:00:00	18.2	28.2
04/05/2020	14:00:00	19.2	29.2
05/05/2020	14:00:00	21.2	31.2
06/05/2020	14:00:00	21.4	31.4
07/05/2020	14:00:00	19.6	29.6
08/05/2020	14:00:00	17.6	27.6
09/05/2020	14:00:00	18.2	28.2

### Anexo 1. Datos de temperatura en la Ciudad de Puebla. 2020



**Apellido Paterno:**  
\_\_\_\_\_

**Apellido Materno:**  
\_\_\_\_\_

**Nombres:**  
\_\_\_\_\_

**Edad (Ej 35):**  
\_\_\_\_\_

**Escolaridad:**  
\_\_\_\_\_

**Trabaja:**  
\_\_\_\_\_

**Horas Laborales:**  
\_\_\_\_\_

**Renta (si-no):**  
\_\_\_\_\_

**Tipo de propiedad (casa, departamento, cuarto, etc):**  
\_\_\_\_\_

**Código Postal:**  
\_\_\_\_\_

**¿Cuánto dinero gasta en pesos mexicanos en la compra de vegetales?:**  
 0-100     101-250     251-500     +501

**¿Cuántos días a la semana consume vegetales?**  
\_\_\_\_\_

**¿Produce usted vegetales que consume normalmente en su dieta?**  
 SI     NO

**Si, ¿Cuáles?**  
\_\_\_\_\_

**No ¿Por Qué?**  
\_\_\_\_\_

**¿Qué consume más: ¿Verduras, Frutas o Tubérculos?**  
\_\_\_\_\_

**¿Qué verdura consume mayormente?**  
\_\_\_\_\_

**¿Qué Fruta consume mayormente?**  
\_\_\_\_\_

**¿Qué Tubérculo consume mayormente?**  
\_\_\_\_\_

**¿Estaría dispuesto aprender a producir alimentos de forma sustentable y orgánica?**  
\_\_\_\_\_

**¿Le gustaría participar en un Huerto Urbano Comunitario?**  
 SI     NO

**Anexo 2. Encuesta realizada del huerto urbano en la ciudad de Puebla. 2020.**

#	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Fecha	Hora Loc.	Temp Ext	Hum Ext	(W/m²)	LUMES	MES(%)	Temp In	Hum Invt	(W/m²)	Invt	Invt
17	06/02/2020	14:00:00	26.8	45	833	123000	852	3875	38.9	61	135	94
41	07/02/2020	14:00:00	27.1	38	796	123600	816	3754	37.1	52	129	90
86	08/02/2020	14:00:00	28.2	34	747	116200	767	3528	38.2	52	121	85
89	09/02/2020	14:00:00	28.9	34		120100	793	3648	38.9	50		88
113	10/02/2020	14:00:00	30.4	43	862	133600	882	4057	40.4	59	139	98
137	11/02/2020	14:00:00	30.3	41	860	133300	880	4048	39.5	61	139	98
161	12/02/2020	14:00:00	28.5	38	885	137100	905	4163	38.5	56	143	100
186	13/02/2020	14:00:00	26.6	43	596	93200	615	2829	36.6	63	97	68
209	14/02/2020	14:00:00	26.5	40	645	100700	665	3059	36.5	60	105	74
233	15/02/2020	14:00:00	28.1	47	773	120200	793	3648	38.1	65	125	88
257	16/02/2020	14:00:00	29.8	43		137200	905	4223	39.8	63		100
281	17/02/2020	14:00:00	30.8	34	898	139100	918	4223	40.8	54	145	102
305	18/02/2020	14:00:00	31.5	28	898	139000	917	4218	41.5	46	145	102
329	19/02/2020	14:00:00	29.9	21	892	138100	911	4191	39.9	41	144	101
353	20/02/2020	14:00:00	30.1	25	844	130900	864	3974	40.1	45	137	96
377	21/02/2020	14:00:00	27.3	30	737	114600	756	3478	37.3	48	120	84
401	22/02/2020	14:00:00	26.2	34	747	116200	767	3528	36.2	54	121	85
425	23/02/2020	14:00:00	30.1	29		139100	918	4223	40.1	49		102
449	24/02/2020	14:00:00	32.0	25	906	140300	926	4260	42.0	43	146	103
473	25/02/2020	14:00:00	29.7	26	955	148400	980	4508	33.5	46	154	108
497	26/02/2020	14:00:00	27.5	31	642	100300	662	3045	37.5	53	105	79
521	27/02/2020	14:00:00	24.4	33	780	121000	799	3675	34.4	53	126	93
545	28/02/2020	14:00:00	26.8	31	816	126600	835	3841	36.8	49	132	93
569	29/02/2020	14:00:00	26.4	28	800	124300	820	3772	36.4	46	130	91
593	01/03/2020	14:00:00	30.9	28		126600	835	3841	40.9	44		93
617	02/03/2020	14:00:00	33.3	25	794	123300	814	3744	43.3	33	129	90
641	03/03/2020	14:00:00	32.2	23	847	131300	866	3984	42.2	30	137	96
665	04/03/2020	14:00:00	31.5	23	867	134400	887	4080	41.5	28	140	98
689	05/03/2020	14:00:00	28.2	24	623	97400	643	2958	38.2	23	102	71
713	06/03/2020	14:00:00	25.4	37	650	101500	670	3082	35.4	36	106	74
737	07/03/2020	14:00:00	25.8	38	732	113900	751	3455	35.8	36	119	83
761	08/03/2020	14:00:00	26.7	36		117700	777	3574	36.7	34		86
785	09/03/2020	14:00:00	29.4	39	760	118200	780	3588	39.4	37	123	86
809	10/03/2020	14:00:00	29.8	42	804	124900	824	3790	39.8	39	130	91
833	11/03/2020	14:00:00	29.1	38	554	86900	573	2636	39.1	35	91	64
857	12/03/2020	14:00:00	32.0	23	880	136400	900	4140	42.0	20	142	100
881	13/03/2020	14:00:00	33.2	20	877	135900	897	4126	43.2	16	142	99
905	14/03/2020	14:00:00	31.8	29	822	127600	842	3873	41.8	25	133	93
929	15/03/2020	14:00:00	30.6	28		121000	798	3671	40.6	24		88
953	16/03/2020	14:00:00	31.3	26	950	146900	969	4457	41.3	21	153	107
977	17/03/2020	14:00:00	30.4	27	822	127500	841	3969	40.4	22	133	93
1001	18/03/2020	14:00:00	31.4	27	946	146300	966	4444	41.4	22	153	107
1025	19/03/2020	14:00:00	32.0	28	901	139400	920	4232	42.0	22	145	102
1049	20/03/2020	14:00:00	32.6	28	830	128700	850	3910	39.6	23	134	94
1073	21/03/2020	14:00:00	30.7	22	845	131000	865	3979	40.7	17	137	96
1097	22/03/2020	14:00:00	31.1	18		133300	880	4048	41.1	12		98
1121	23/03/2020	14:00:00	31.3	22	835	129600	855	3933	41.3	18	135	95
1145	24/03/2020	14:00:00	33.2	22	951	147100	971	4467	43.2	18	154	108
1169	25/03/2020	14:00:00	33.7	19	955	147700	975	4485	43.7	14	154	108
1193	26/03/2020	14:00:00	34.7	10	932	153300	1012	4655	40.7	4	160	112
1217	27/03/2020	14:00:00	34.4	15	938	154200	1017	4678	44.4	9	161	113
1241	28/03/2020	14:00:00	33.8	22	977	151000	996	4582	43.8	15	157	110
1265	29/03/2020	14:00:00	32.8	21		134000	884	4066	42.8	13		98
1289	30/03/2020	14:00:00	32.0	23	878	136000	897	4126	42.0	15	142	99
1313	31/03/2020	14:00:00	31.7	25	797	123700	817	3758	41.7	16	129	91
1337	01/04/2020	14:00:00	31.7	22	923	142800	942	4333	41.7	24	149	104
1361	02/04/2020	14:00:00	31.6	29	800	124300	820	3772	41.6	32	130	91
1385	03/04/2020	14:00:00	30.8	31	572	89600	592	2723	40.8	33	94	66
1409	04/04/2020	14:00:00	31.7	27	826	126500	848	3901	41.7	31	134	94
1433	05/04/2020	14:00:00	32.4	27		157200	1037	4770	42.4	34		115
1457	06/04/2020	14:00:00	31.2	29	880	136300	900	4140	41.2	34	142	100
1481	07/04/2020	14:00:00	32.2	24	989	152800	1008	4637	42.2	29	159	112
1505	08/04/2020	14:00:00	32.7	23	934	144500	954	4388	42.7	33	151	106
1529	09/04/2020	14:00:00	19.3	55	930	143900	950	4370	29.3	62	150	105
1553	10/04/2020	14:00:00	19.1	63	1031	159200	1051	4835	29.1	71	166	116
1577	11/04/2020	14:00:00	19.7	59	1082	166900	1102	5069	29.7	71	174	122
1601	12/04/2020	14:00:00	20.9	40		164600	1087	5000	30.9	50		120
1625	13/04/2020	14:00:00	19.2	49	1071	165300	1091	5019	29.2	59	172	121
1649	14/04/2020	14:00:00	18.8	51	1055	162800	1075	4945	28.8	66	170	119
1673	15/04/2020	14:00:00	21.0	64	653	101900	673	3096	31.0	76	107	75
1697	16/04/2020	14:00:00	20.4	82	1104	170300	1124	5170	30.4	94	178	124
1721	17/04/2020	14:00:00	20.1	58	1055	162800	1075	4945	30.1	74	170	119
1745	18/04/2020	14:00:00	19.6	52	1028	158700	1048	4821	29.6	66	166	116
1769	19/04/2020	14:00:00	20.3	69		158300	1045	4807	30.3	87		116
1793	20/04/2020	14:00:00	22.3	60	996	153900	1016	4674	32.3	76	161	113
1817	21/04/2020	14:00:00	20.0	71	1048	161800	1068	4913	30.0	87	169	118
1841	22/04/2020	14:00:00	19.8	53	626	97800	646	2972	29.8	73	102	72
1865	23/04/2020	14:00:00	22.0	46	980	151500	1000	4600	32.0	64	158	111
1889	24/04/2020	14:00:00	22.2	57	1053	162500	1073	4936	32.2	77	170	119
1913	25/04/2020	14:00:00	21.0	59	1061	163700	1081	4973	31.0	79	171	120
1937	26/04/2020	14:00:00	20.8	53		103000	680	3128	30.8	71		75
1961	27/04/2020	14:00:00	17.5	66	910	125700	830	3818	27.5	86	131	92
1985	28/04/2020	14:00:00	19.1	51	1052	162400	1072	4931	29.1	71	169	119
2009	29/04/2020	14:00:00	18.6	58	1058	163300	1078	4959	28.6	76	170	119
2033	30/04/2020	14:00:00	19.2	50	1059	163400	1079	4963	29.2	70	171	119
2057	01/05/2020	14:00:00	17.6	85	1087	167700	1107	5092	27.6	80	175	123
2081	02/05/2020	14:00:00	16.8	68	1091	168300	1111	5111	26.8	86	176	123
2105	03/05/2020	14:00:00	18.2	62		170000	1122	5161	28.2	82		124
2129	04/05/2020	14:00:00	19.2	63	1068	164800	1088	5005	29.2	83	172	120
2153	05/05/2020	14:00:00	21.2	66	1038	160300	1058	4867	31.2	84	167	117
2177	06/05/2020	14:00:00	21.4	49	950	146900	970	4462	31.4	69	153	107
2201	07/05/2020	14:00:00	19.6	57	988	61800	498	1877	29.6	79	165	115
2225	08/05/2020	14:00:00	17.8	77	1074	165700	1094	5032	27.8	97	173	121
2249	09/05/2020	14:00:00	18.2	76	260	42400	280	1288	28.2	94	45	31

Anexo 3. Base de datos con todos los datos capturados en la ciudad de Puebla. 2020.