



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

**PROPUESTA DE INVERNADERO HIDROPÓNICO
AUTOSUSTENTABLE EN ESCUELA SECUNDARIA**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A :

G O N Z Á L E Z R E Y E S D I A N A



DIRECTOR DE TESINA :

M. en C. MANUEL FAUSTINO RICO BERNAL

México, D. F.

Mayo, 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

1.- Introducción	
1.1 Importancia.....	5
2.- Marco Teórico	
2.1 Sustentabilidad y Educación.....	7
2.2 Aprendizaje Basado en Proyectos.....	8
2.3 El método de la hidroponía.....	12
2.3.1 Sistema cerrado y abierto.....	13
2.3.2 El sustrato.....	14
2.3.3 El suministro de agua.....	16
2.3.4 La ubicación.....	16
2.4 Ventajas pedagógicas del huerto hidropónico escolar.....	17
2.4.1 El aprendizaje constructivo.....	17
2.5 Ventajas ambientales del Huerto Hidropónico Escolar.....	19
2.6 Recursos elementales para la fabricación del invernadero.....	20
2.7 Proyecto de ingeniería con PET.....	21
2.7.1 Características que debe de tener el lugar donde ubicamos el invernadero.....	22
2.8 Ventajas que aporta el invernadero construido con botellas de plástico.....	25
2.9 Criterios para la elección de cultivos.....	25
2.10 Cultivo propuesto: Jitomate.....	26
2.11 Comparación de precios entre invernadero comercial e invernadero PET.....	30
2.12 Manejo y control de plagas.....	36
3.-Marco Legal.....	39
4.- Planteamiento del problema	
4.1 Justificación.....	42
4.2 Descripción de la institución, comunidad escolar y zona de estudio.....	43

5.- Análisis FODA e impacto pedagógico y académico	
5.1 Fortalezas.....	47
5.2 Debilidades.....	48
5.3 Oportunidades.....	48
5.4 Amenazas.....	48
5.5 Análisis estratégico.....	48
5.6 Impacto pedagógico y académico.....	49
6.- Objetivos	
6.1 General.....	50
6.2 Particulares.....	50
7.- Material y Método	
7.1 Material.....	50
7.2 Propuesta técnica.....	51
7.3 Construcción de las camas hidropónicas.....	53
7.4 Elaboración de la solución nutritiva hidropónica.....	56
7.5 Captación de botellas PET.....	57
7.6 Programa de trabajo.....	58
8. Resultados	
8.1 Evaluación.....	61
8.2 Criterios para evaluar los resultados y procesos previstos.....	61
8.3 Problemática encontrada.....	66
9.- Conclusiones.....	67
10.- Posibles Recomendaciones y sugerencias.....	69
11.- Literatura citada.....	71

Índice de cuadros y figuras

Cuadro 1: Material necesario aproximado para el diseño de invernadero con PET.....	23
Cuadro 2: Precios para la estructura en invernadero convencional.....	30
Cuadro 3: Precios para la cubierta en invernadero convencional.....	31
Cuadro 4: Precios para el sistema de riego en invernadero convencional.....	32
Cuadro 5: Precios para el sistema de calefacción en invernadero convencional.....	33
Cuadro 6: Resumen de precios para invernadero convencional.....	33
Cuadro7: Costos y material necesario para invernadero PET.....	35
Cuadro 8: Programa de administración de recursos humanos,.....	36
Cuadro 9: Aspectos a evaluar en el alumnado.....	63
Cuadro 10: Aspectos a evaluar para medir resultados en el HHE.....	65
Figura 1: Ensamblado de botellas recicladas.....	23
Imagen 1 y 2. Ubicación de la secundaria.....	43

1.- INTRODUCCIÓN

1.1 Importancia: La actividad experimental es uno de los aspectos claves en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y, en consecuencia, la investigación sobre temas ambientales constituye una de las líneas más importantes en la didáctica de las ciencias desde hace ya mucho tiempo. Aunque a veces se considera una tendencia pasajera, la enseñanza por proyectos resulta una estrategia imprescindible para lograr un aprendizaje escolar significativo. (Perrenoud, 1999)

No hay un único modelo de proyecto ni una definición de lo que debe ser un proyecto estudiantil, pero si podemos decir que es un trabajo educativo que requiere mucha constancia y dedicación con fuerte participación del alumnado en su planteamiento, en su diseño y en su seguimiento, y fomentador de la investigación en una labor autodidacta que conduce a resultados propios. Un proyecto combina el estudio empírico con la consulta bibliográfica y puede incluir propuestas y/o acciones de cambio en el ámbito social. (LaCueva, 1998)

Sin embargo, la puesta en marcha de escenarios de aprendizaje depende de condiciones materiales, institucionales, sociales y económicas para su establecimiento. Esto es particularmente relevante para zonas caracterizadas por la marginalidad, falta de oportunidades e ingresos económicos y la apatía hacia los contenidos escolares, aunado a esto se suma una problemática intrafamiliar en donde la ausencia por parte de uno o ambos padres, ya sea por razones laborales o de disfuncionalidad trae como consecuencia en los alumnos la falta de una

alimentación adecuada que impacta en su crecimiento, desarrollo físico, intelectual y social, lo que incide desfavorablemente en el aprendizaje, evidenciado en los indicadores de retención, promoción y deserción escolar.

En este trabajo se elabora una propuesta educativa para nivel básico en una escuela secundaria oficial en una zona semi-urbanizada del municipio de Ecatepec, en donde se pretende dar solución a algunos de estos problemas para lo cual se genera la aplicación de estrategias pedagógicas que conjuguen temas multidisciplinarios, fomente herramientas para generar el autoempleo, se obtenga un enfoque empresarial y visionario de lo que es un negocio autosustentable entre otras aportaciones como es el cultivo a través de la hidroponía.

2.- MARCO TEÓRICO

2.1 Sustentabilidad y Educación

La sustentabilidad de México es uno de los mayores desafíos de nuestra generación. Ante un panorama de cambio climático global y de degradación ambiental, que se caracteriza por la escasez del agua, la progresiva desaparición de los bosques y las selvas, la pérdida de la biodiversidad terrestre y marina, la contaminación y el crecimiento urbano (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT, 2006]). Algunos conceptos que se manejan para escuelas secundarias son los siguientes según la UNESCO:

El desarrollo sustentable: Procura satisfacer las necesidades del presente sin hipotecar las de las generaciones venideras. Contempla solucionar problemas sociales, ambientales de hoy, así como aprender a vivir de manera sostenible.

La educación para el desarrollo sustentable: Tiene por objeto ayudar a las personas a desarrollar actitudes y capacidades, así como adquirir conocimientos que les permitan tomar decisiones fundamentadas en beneficio propio como de los demás, ahora y en el futuro, que permita poner en práctica esas decisiones.

(Flores, 2002; Vite, 2000)

Es de esta manera como se enfocan los contenidos para la educación ambiental en la escuela secundaria, en el marco de la formación de competencias se pretende que los estudiantes de este nivel educativo se asuman como parte del medio ambiente y comprendan las consecuencias de sus acciones sobre éste (Calixto, 2013).

2.2 Aprendizaje Basado En Proyectos (ABP):

La generación de una estrategia educativa para nivel secundaria implica el desarrollo pedagógico de tipo práctico organizado para investigar y resolver problemas vinculados al mundo real, la cual fomenta el aprendizaje activo y la integración del aprendizaje escolar con la vida real, desde un enfoque multidisciplinar. De esta manera, la metodología de enseñanza basada en proyectos está relacionada con la construcción del conocimiento o el ejercicio reflexivo de determinada destreza en un ámbito de conocimiento, práctica o ejercicio profesional particular. El alumno que afronta el problema tiene que analizar la situación y caracterizarla desde más de una sola óptica, y elegir o construir una o varias opciones viables de solución (Díaz, 2005).

De acuerdo a Blank, (1997), Bottoms & Webb (1998), los principales beneficios reportados por algunos autores de este modelo de aprendizaje incluyen:

- Que los alumnos desarrollan habilidades y competencias tales como colaboración, planeación de proyectos, comunicación, toma de decisiones y manejo del tiempo.
- Aumentan la motivación, ya que se registra un incremento en la asistencia a la escuela, mayor participación en clase y mejor disposición para realizar las tareas.
- Integración entre el aprendizaje en la escuela y la realidad. Los estudiantes retienen mayor cantidad de conocimiento y habilidades cuando están comprometidos con proyectos estimulantes. Mediante los proyectos, los

estudiantes hacen uso de habilidades mentales de orden superior en lugar de memorizar datos en contextos aislados, sin conexión. Se hace énfasis en cuándo y dónde se pueden utilizar en el mundo real.

- Desarrollo de habilidades de colaboración para construir conocimiento. El aprendizaje colaborativo permite a los estudiantes compartir ideas entre ellos, expresar sus propias opiniones y negociar soluciones, habilidades todas, necesarias en los futuros puestos de trabajo.
- Acrecentar las habilidades para la solución de problemas.
- Establecer relaciones de integración entre diferentes disciplinas.
- Aprender de manera práctica a usar las TIC y
- Aumentar la autoestima. Los estudiantes se enorgullecen de lograr algo que tenga valor fuera del aula de clase y de realizar contribuciones a la escuela o la comunidad (Jobs for the future, 2002).

En resumen el ABP apoya a los estudiantes a: (1) adquirir conocimientos y habilidades básicas, (2) aprender a resolver problemas complicados y (3) llevar a cabo tareas difíciles utilizando estos conocimientos y habilidades (Galeana de la O, 2006).

Tomando en cuenta las prácticas docentes, analizando los contenidos establecidos por la SEP (1999) y los conceptos antes mencionados es como se plantea la Implementación de una estrategia psicopedagógica basada en el diseño de un huerto escolar que permitirá aprovechar los recursos naturales y utilizarlos de manera eficiente integrando sistemas de sustentabilidad alimentaria que repercutirá en la comunidad escolar al contar con elementos teórico-prácticos para

el desarrollo de actividades enfocadas al cuidado del medio ambiente. En consecuencia se entrelazaran temas como: ecología, sustentabilidad alimentaria, técnicas modernas de cultivo en donde sobresale la hidroponía, medio ambiente, biodiversidad, fotosíntesis, aprovechamiento de recursos naturales, energías renovables, entre otros puntos.

Los contenidos antes mencionados se relacionan con temas propuestos por esta instancia mencionada tales como son:

- Conocer y comprender los aspectos básicos del funcionamiento del propio cuerpo y de las consecuencias para la salud individual y colectiva de actos y decisiones personales así como valorar los beneficios que suponen los hábitos del ejercicio físico, de la higiene y de la alimentación equilibrada para llevar una vida sana.
- Relacionarse con otras personas y participar en actividades de grupo con actitudes solidarias y tolerantes.
- Analizar los mecanismos básicos que rigen el funcionamiento del medio físico, valorar las repercusiones que sobre él tienen las actividades humanas y contribuir activamente a la defensa, conservación y mejora del mismo.
- Elaborar estrategias de identificación y resolución de problemas en los diversos campos del conocimiento y la experiencia.

En la educación secundaria se pretende implementar una enseñanza innovadora con el objetivo de motivar, mejorar la integración del alumnado y darle una iniciación profesional, así que el huerto es perfectamente compatible con esta tendencia de desarrollar las capacidades básicas de la Educación Ambiental,

pudiendo también integrarse de diversas formas en otras áreas curriculares tradicionales.

De esta manera, en el área de Ciencias Naturales, donde se propone el enfoque sistémico de la naturaleza, en el que se enfatizan las interacciones que determinan la organización o estructura del sistema y los cambios o estados de equilibrio, el acondicionamiento y el estudio del huerto escolar resulta un recurso didáctico de primer orden para estudiar la diversidad de los hábitats naturales, los componentes de un ecosistema, las transferencias energéticas, la acción transformadora de los seres humanos en el entorno natural y nuestra responsabilidad en los desequilibrios que ocurren en la naturaleza.

Desde el enfoque sistémico que aporta el diseño curricular básico en la secundaria, el huerto se puede interpretar teniendo en cuenta los siguientes conceptos organizadores: unidad, diversidad, cambio e interacciones.

En el área de la sociedad como lo es la Formación Cívica y Ética a través de las actividades del huerto, se pueden estudiar las relaciones tecnología–sociedad en sus dos sentidos, la tecnología como factor de progreso o de transformación cultural (introducción de los tractores, abonos, etc.), o la tecnología como herramienta controlada por la élites y por lo tanto fuera del alcance de las decisiones autónomas de la ciudadanía (comercio internacional, alimentos transgénicos, etc.). Por otra parte, la Tecnología complementaria del arte del “hacer” y el “saber hacer”, tiene un componente procedimental muy fuerte que se plasma igualmente en el estudio del huerto y en las tareas asociadas a su mantenimiento, tales como el reparto de funciones, la asunción de responsabilidades, la estructuración de los trabajos, el desafío ante lo

problemático, la prevención ante el riesgo, la satisfacción por lo bien hecho, el gusto por ser capaz de hacer, etc. (tecnología básica.)

En el área de las Ciencias Sociales como Geografía e Historia, se puede abordar el estudio del huerto desde una perspectiva geográfica, económica y sociológica, estudiando las transformaciones y utilidades del medio natural, los sistemas de explotación agraria y las problemáticas asociadas: excedentes, hambre, degradación de los suelos, etc. y las alternativas al desarrollo desigual: eco-desarrollo, agricultura biológica, desarrollo sostenible en el mundo rural, etc.

[Ministerio de Educación y de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2010]

2.3 El Método de la Hidroponia

El cultivo de plantas en agua o solución nutritiva, es un método de cultivo referido como hidroponia (hidro = agua, ponos = labor), que ha sido practicado desde tiempos inmemorables, se tienen pruebas de que era realizado por los aztecas. Es importante porque permite cultivar especies para el consumo humano en regiones donde no existe suelo, sobre concreto o en pequeñas superficies protegidas o no protegidas (Madrid, 2007).

Éste método juega un papel muy importante debido a diversas causas tales como: el desarrollo global de la agricultura, la necesidad alimentaria por el incremento de la población, los cambios en el clima, la erosión del suelo, la disminución alarmante y contaminación del agua entre otros, lo cual ha influenciado en la búsqueda de métodos alternativos en la producción de alimentos (Valdivia, 1989).

La concepción común de hidroponía es el que las plantas son cultivadas eficientemente sin suelo, y para ello, los elementos esenciales para su crecimiento son proporcionados constantemente a las raíces a través de un sustrato nutritivo. Las plantas crecen rápidamente, ya que al proporcionarle los elementos esenciales ahorran energía que emplearían en obtener una elevada tasa de desarrollo. En estos sistemas el medio de crecimiento y/o soporte de la planta está constituido por sustancias de diverso origen, orgánico o inorgánico, con una tasa variable de aportes a la nutrición mineral de las plantas [Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), 2011].

2.3.1 El sistema hidropónico: es **abierto** cuando la solución drenada no se reutiliza y se permite la infiltración en el sitio o se conduce fuera del invernadero, y es un sistema **cerrado** si la solución nutritiva se recoge para volverse a usar en el cultivo, previa esterilización y ajuste del pH, conductividad eléctrica y nutrientes (Sánchez, 2013). Con los sistemas cerrados hay un ahorro considerable del agua debido al proceso recirculante que se maneja en este tipo de técnicas agrícolas, además se puede considerar la hidroponía como una alternativa de agricultura más limpia ya que el uso de herbicidas, pesticidas y demás agroquímicos que se utilizan en el cultivo tradicional de suelo se reducen inclusive a cero aplicaciones y se tiende a incorporar las pautas del manejo integrado de plagas y enfermedades (Adams, 2004., Sánchez, 2013)

Algunas ventajas que presentan los sistemas cerrados respecto a los abiertos son: ahorro de agua y fertilizantes, impacto ambiental menor al evitar que grandes

cantidades de nitrógeno, fósforo y otros minerales contaminen ríos, lagos, mantos freáticos y mares.

2.3.2 El sustrato: varía desde sustancias como perlita, vermiculita o lana de roca, materiales que son considerados propiamente inertes y donde la nutrición de la planta es estrictamente externa, a medios orgánicos realizados con mezclas que incluyen turbas o materiales orgánicos como corteza de árboles picada, cáscara de arroz etc. que interfieren en la nutrición mineral de las plantas (Baldomero, 2007).

La planta modifica el consumo de nutrimentos en función de sus fases de crecimiento y desarrollo, condiciones climáticas (temperatura, intensidad y calidad de luz y humedad relativa), carga de frutos, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto en la solución nutritiva, flujo de la solución nutritiva y pH. Así, las proporciones y concentraciones de los iones en la rizósfera se modifican, pero aumenta la conductividad eléctrica que se corrige con un sobre riego que genere un drenaje de 10 a 40 % (Sánchez, 2013).

Los elementos esenciales para desarrollar los cultivos hidropónicos son:

- *Nitrógeno*
- *Fósforo*
- *Potasio*
- *Calcio*
- *Magnesio*
- *Azufre*

- *Hierro*
- *Manganeso*
- *Boro*
- *Cobre*
- *Zinc*
- *Molibdeno*

Así mismo, los criterios para la elección del sustrato deben tomar en cuenta que:

- Las partículas que las componen tengan un tamaño no menor a 0.5 milímetros y no mayor a 7 milímetros.
- Retenga una buena cantidad de humedad y que además faciliten la salida de los excesos de agua que pudieran caer con el riego o la lluvia.
- No retengan mucha humedad en su superficie.
- No se descomponga o degrade con facilidad.
- Tenga preferentemente coloración oscura.
- No contenga elementos nutritivos.
- No contenga microorganismos perjudiciales a la salud de los seres humanos o de las plantas.
- No contengan residuos industriales o humanos.
- Sean abundantes y fáciles de conseguir, transportar y manejar.
- Sean de bajo costo.
- Sean livianos, ya que no deben pesar más que las camas de cultivos y soporten el peso del sustrato y de las plantas.

2.3.3 El suministro de agua: es indispensable que sea limpia, de preferencia que sea potable, en ningún caso se podrá utilizar aguas residuales. Si el agua proviene de la red municipal está deberá ser transparente, incolora, insípida y libre de contaminantes químicos o agentes patógenos que puedan causar efectos nocivos sobre la salud de las plantas. Se puede utilizar agua embotellada (garrafrones), que provenga de alguna potabilizadora de agua comercial localizada cerca del plantel, el único inconveniente es el costo que conlleva. En el caso de recurrir al suministro de agua de otras fuentes alternas como son: pozos, manantiales, ríos, lagos o lagunas, captación pluvial, etc. Se deberá realizar un análisis de la calidad del agua (Manual de Vivero, 2002).

2.3.4 La ubicación: para instalar el sistema de producción de hortalizas en recirculación de nutrientes, es necesario que el piso sea plano y nivelado. El criterio más importante es localizar nuestro huerto en un lugar donde reciba como mínimo seis horas de luz solar al día, para esto es recomendable utilizar espacios con buena iluminación, y cuyo eje longitudinal mayor esté orientado hacia el norte. Se deben evitar aquellos espacios sombreados por árboles, los lugares inmediatos a casas u otras construcciones y los sitios expuestos a vientos fuertes. Es también muy importante la proximidad a una fuente de agua para los riegos, con el fin de evitar la incomodidad y el esfuerzo que significa transportar los volúmenes de agua necesarios (Infraestructura Educativa INIFED, 2010, INIFAP, 2011).

2.4 Ventajas pedagógicas del huerto hidropónico escolar

La finalidad de este huerto escolar sustentable es que sea el factor clave o punto de salida de una verdadera educación ambiental en la escuela, entendiendo como educación ambiental el proceso interdisciplinar que debe preparar para comprender las interrelaciones de los seres humanos entre sí y con la naturaleza, enmarcándolo todo dentro de un proyecto educativo global (Ripoll, 1998). Las actividades del huerto favorecen el desarrollo de una **metodología activa** que está basada en dos principios didácticos fundamentales: el aprendizaje *constructivo* y el aprendizaje *significativo*. De esta manera los alumnos estarán capacitados para comprender las relaciones con el medio al cual pertenecen y dar respuestas de forma activa, participativa y reflexiva a los problemas de su ámbito más próximo.

2.4.1 El aprendizaje constructivo que se basa en tener en cuenta que cuando el alumno aprende un contenido no lo hace a partir de la nada, sino a partir de ideas y representaciones previas. Por tanto esto deberemos tenerlo en cuenta para establecer relaciones entre lo que ya sabe y lo que se aprende. De esta manera, el alumno *construye* su conocimiento desde la realidad propia de la cual parte, el entorno urbano, nivel de desarrollo conceptual y las emociones y experiencias que extrae del mundo que le envuelve.

La teoría de Ausubel de 1968 (Ausubel, et.al. 1983) acuña el concepto de "aprendizaje significativo" para distinguirlo del repetitivo o memorístico y señala el papel que juegan los conocimientos previos del alumno en la adquisición de nuevas informaciones. La significatividad sólo es posible si se relacionan los

nuevos conocimientos con los que ya posee el sujeto. Hace una fuerte crítica al aprendizaje por descubrimiento y a la enseñanza mecánica repetitiva tradicional, al indicar que resultan muy poco eficaces para el aprendizaje de las ciencias. Estima que aprender significa comprender y para ello es condición indispensable tener en cuenta lo que el alumno ya sabe sobre aquello que se le quiere enseñar. De esta manera, este tipo de aprendizaje hará que el deseo de aprendizaje sea realmente *significativo* para los alumnos, pues este deseo nace de la curiosidad de conocer todo aquello que le rodea, diseñar y realizar entrevistas a productores del medio, a responsables del área municipal de la producción, a organizaciones del trabajo y/o la producción que referencien a la misma para lograr la promoción y la extensión de esta actividad.

Además, en la teoría de Vygotsky (1978) se destaca el valor de la cultura y el contexto social, que ve crecer el niño a la hora de hacerles de guía y ayudarles en el proceso de aprendizaje (el individuo desarrolla su conocimiento en el contexto social en el que se desenvuelve). Vigotsky (1962, 1991) asumía que el niño tiene la necesidad de actuar de manera eficaz y con independencia y de tener la capacidad para desarrollar un estado mental de funcionamiento superior cuando interacciona con la cultura (igual que cuando interacciona con otras personas).

El aprendizaje que se favorecerá con la implementación de nuestro huerto ecológico nos proveerá de estos tipos de aprendizaje al forjar en los alumnos un conocimiento autodidacta, nuestro invernadero nos permitirá entre otras bondades las siguientes:

2.5 Ventajas ambientales del huerto hidropónico escolar

- Balance ideal de aire, agua y nutrientes.
- Humedad uniforme.
- Excelente drenaje.
- Permite una mayor densidad de población.
- Se puede corregir fácil y rápidamente la deficiencia o el exceso de un nutrimento.
- Perfecto control de pH.
- La dependencia de las condiciones meteorológicas es menor.
- Más altos rendimientos por unidad de superficie.
- Mayor calidad del producto.
- Mayor desarrollo en los cultivos.
- Cosechas más rápidas.
- Posibilidad de cultivar repetidamente la misma especie de hortaliza.
- Posibilidad de varias cosechas al año.
- Uniformidad en los cultivos.
- Se requiere mucha menor cantidad de espacio para producir el mismo.
- Rendimiento del suelo.
- Gran ahorro en el consumo de agua.
- Reducción de los costos de producción.
- Proporciona excelentes condiciones para semillero.
- Se puede utilizar agua con alto contenido de sales.
- Mayor limpieza e higiene.

- Posibilidad de enriquecer los productos alimenticios con sustancias con vitaminas y/o minerales.
- Se reduce en gran medida la contaminación del medio ambiente y de los riesgos de erosión.
- Nula utilización de maquinaria.
- La recuperación de la inversión es rápida.

2.6 Recursos elementales para la fabricación del invernadero

México es un país privilegiado, al contar con condiciones climáticas y topográficas adecuadas para el cultivo y procesamiento de muchos productos agrícolas (Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO, 2014). La construcción de un invernadero da como resultado obtener en los procesos alta calidad, alta rentabilidad y altos índices de aprovechamiento. El cultivo en invernadero se ha caracterizado por proveer estos tres factores a los productores, ya que sus condiciones controladas permiten tener las plantas en las mejores condiciones posibles. Un invernadero es una construcción con un fin agrícola de material translucido que tiene por objetivo reproducir o simular las condiciones climáticas más favorecedoras para el crecimiento y desarrollo de plantas de cultivo en su interior, con cierta independencia del medio exterior.

Estas estructuras se pueden usar para el primer periodo del cultivo, es decir desde la siembra hasta que las plantas tienen el tamaño adecuado para el trasplante, regulando de este modo la temperatura y la humedad en su periodo más crítico de desarrollo. También se pueden emplear para desarrollar todo el ciclo del cultivo,

pudiendo controlar en este caso no solo la temperatura y la humedad sino también el fotoperiodo y de esta manera se protege al cultivo en su periodo crítico de desarrollo y se puede regular la velocidad a la que se desarrolla la estructura productiva de interés comercial para el productor o en este caso el alumnado (Harlow y Morgan, 2001).

Para consolidar la estrategia de ABP propuesta en este trabajo se persigue:

- Identificar y seleccionar elementos que se pueden reusar en la construcción de un invernadero.
- Construir un invernadero con material de reúso.
- Valorar la importancia de reciclar en relación con el cuidado del medio ambiente.

2.7 Proyecto de ingeniería con PET

Se diseñara un invernadero ecológico PET elaborado por los alumnos de la Escuela secundaria 0810 que incluye sistema de riego localizado con regadera. Los objetivos planteados se cumplieron mediante la construcción de las paredes del invernadero con botellas de plástico, cuidando el medio ambiente, reutilizando; como materia prima recursos elementales y de esta manera ayudamos a disminuir la contaminación del suelo, encontrando una alternativa más económica de construcción que tiene un área de 20 metros cuadrados, aunque se persigue obtener un invernadero más completo, ya que es una estructura de suma importancia para la producción, de hecho es una de las actividades clave, que le da esencia al proyecto y sin este apoyo el proyecto no funciona como tal, las herramientas menores y sustrato será aportación por parte del equipo de trabajo

en colaboración con el alumnado, además este equipo aporta mano de obra para la puesta en marcha del proyecto (Marpegán, Mandón y Pintos, 2005).

Algunos requerimientos que debe de llevar nuestro invernadero son los siguientes:

2.7.1 Características que debe de tener el lugar donde ubicamos el invernadero

- ✓ Que el sol de directamente durante todo el día.
- ✓ Que tenga orientación E-O, para que la insolación sea constante durante todo el día.
- ✓ Que el terreno tenga aunque sea un mínimo de pendiente, para que no se acumule agua.
- ✓ Si el terreno fuera llano, que no sea inundable y en lo posible permeable.
- ✓ Que esté al reparo de los vientos predominantes (el cual en verano puede desecar la tierra y en invierno helar los plantines).
- ✓ Que los reparos (árboles o tapiales) no le den sombra.
- ✓ Que no esté ubicado en un lugar más propenso a las heladas (por ej. pozo de aire frío).
- ✓ Que esté próximo a una fuente de agua, para el riego. (Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, 2002).

En el desarrollo del invernadero se utilizará el material que se enlista a continuación, cabe destacar que es una aproximación a 100m² y posteriormente se pretende alcanzar una dimensión de 200m².

Material	Precio unitario	Total
500 botellas PET		\$0
10 polines	\$80	\$800
10 kg de alambre	\$30 KG	\$300
Arena	\$20 carretilla	\$40
cemento	\$120 bulto	\$240
cuchillo		\$20
grava		\$50
total		\$1450

Cuadro 1, Material necesario aproximado para el diseño de invernadero con PET

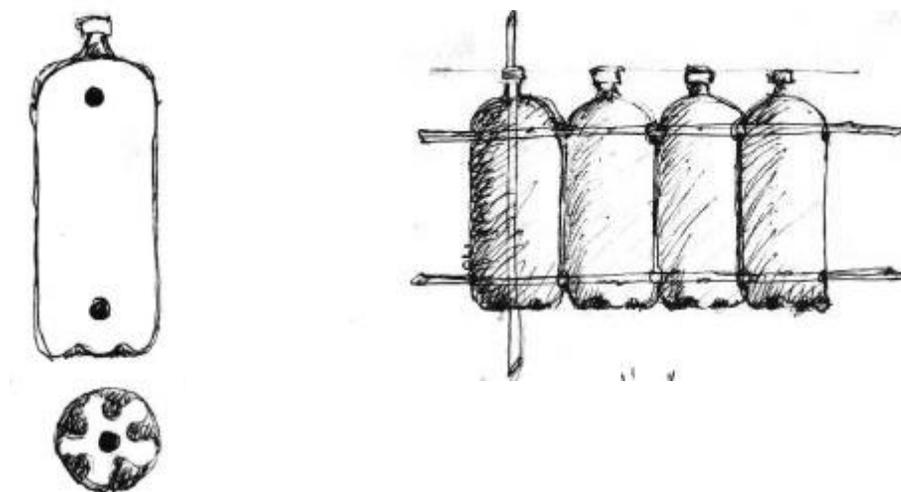




Figura 1: Ilustración donde se muestra el ensamblado de las botellas recicladas

Mas adelante se desarrolla la tecnica propuesta para la generación del invernadero utilizando botelas de PET.

2.8 Ventajas que nos aporta nuestro invernadero construido con botellas de plástico:

- Es económico.
- Las botellas pueden ser reemplazadas.
- Es de fácil construcción.
- Las botellas dispuestas en forma de columna permiten formar una cámara de aire que atempera las condiciones climáticas.
- El reciclaje de botellas de plástico descartables contribuye a disminuir la contaminación ambiental.
- Es mucho más resistente que el polietileno ante la acción del viento, golpes, rayones o puntazos (Gennuso, 2005).

2.9 Criterios para la elección de cultivos:

Aunque la hidroponía es idónea para todo tipo de cultivos, por los objetivos que se persiguen es necesario que las hortalizas a cosechar se adapten a ciertas condiciones para fines didácticos como son las siguientes:

- Hortalizas conocidas y próximas a los alumnos.
- Cultivos sencillos para alumnos de primer año.
- Ciclos adaptables al calendario escolar.
- Posibilidades de siembras escalonadas para tener a la vez la misma especie en diferentes estadios del desarrollo vegetativo.
- Posibilidad de cultivo en tablas.

- Soportar riego con manguera o regadera.
- Que sean aprovechables (hojas, raíces, bulbos y frutos)
- Posibilidades de talleres sencillos.
- Importancia de la relación entre especies, desde el punto de vista biológico para la prevención y control de plagas.

Con base en los criterios antes mencionados y basándonos en los resultados de un censo aplicado a la población estudiantil, se propone el cultivo de jitomate para nuestro huerto estudiantil:

2.10 Cultivo propuesto: Jitomate

El tomate (*Lycopersicon esculentum*) pertenece a la familia de las Solanáceas, necesita de climas templados, una altura entre 900 a 1,500 metros sobre el nivel del mar, buena cantidad de luz solar durante todo el año y buena cantidad y calidad de agua para optimizar su producción. Para que las plantas de jitomate crezcan sin limitantes nutricionales, la solución nutritiva hidropónica debe tener un pH de 5.5 a 6.5, una conductividad eléctrica (CE) de 1.5 a 3.5 dS m⁻¹ y los nutrimentos minerales disociados, en forma iónica, y en proporciones y concentraciones que eviten precipitados y antagonismos (Adams, 2004).

Múltiples referencias señalan que para cultivar específicamente jitomate es muy recomendable el sistema de recirculación de nutrientes (Dasgan y Ekici, 2005; Gil, et al., 2003; Nakano, et al, 2010, Oztekin, et al, 2008 y Sánchez 2013); sin embargo, a pesar de las ventajas de este sistema como: su facilidad de manejo, la

concentración de las cosechas en ventas a buen precio, la disminución de enfermedades y costos menores de producción (Sánchez et al., 1999), entre otras, en México se usa el sistema hidropónico abierto, lo cual implica un porcentaje elevado de los costos de producción en fertilizantes y la eventual contaminación de mantos acuíferos (INIFAP, 2011).

Las fases por las que se atraviesa en hidroponía en el cultivo de jitomate son:

Siembra por trasplante: Es el método de siembra de semillas de hortalizas que necesita buenas condiciones físicas y sanitarias, razón por la cual hay que acondicionar contenedores especiales para el nacimiento y primeros días de crecimiento de las plántulas. Cuando ya han alcanzado cierto desarrollo son llevadas a los sitios definitivos de cultivo donde alcanzaran el punto de cosecha. Este método se utiliza para especies que tienen semillas muy pequeñas, o que son delicadas en sus primeros días de crecimiento o que requieren una gran cantidad de plantas para cubrir una superficie de cultivo, por lo que no sería conveniente sembrarlas en el sitio definitivo de cultivo (Madrid, 2007).

Almácigos: El método de trasplante requiere que se hagan almácigos (también llamados germinadores o semilleros) en los que se siembran las semillas y se da en forma muy esmerada el manejo necesario para que las plántulas en sus primeros días de desarrollo tengan el máximo de atención y cuidados para crecer sanas y fuertes lo cual es garantía de cosechas de buenos rendimientos en cantidad y calidad (Manual de Vivero, 2002).

Tutorado: Algunas hortalizas como el tomate, crece varios metros y no es capaz de sostenerse erguida por lo cual tienden a acostarse sobre el substrato ocupando mucho espacio y facilitando la pudrición de las hojas y los frutos.

Para ayudar a sostenerlas, se colocan varas de bambú alrededor de las cajas o a lo largo de los surcos de plantas si se han utilizado bolsas plásticas o contenedores largos como laminas de eternit o de mezcla de zinc y aluminio. Entre las varas de bambú se tiende alambre grueso a una altura no inferior a 180 cm. Posteriormente, con cordeles de algodón o de fibra de yute se amarran las plantas desde su base (en la parte más gruesa) haciendo un nudo que no se corra (para evitar el estrangulamiento de la planta) y se eleva el cordel hasta el alambre, haciendo allí un nudo que se pueda soltar fácilmente para ir templándolo en la medida en que la planta crece con el fin de mantenerla lo más derecha posible sin ir a sacarla del substrato (Manual de Vivero, 2002)

Podas: Con el fin de eliminar partes innecesarias, para disminuir el peso de la planta y para mejorar la circulación de aire dentro del cultivo (cuando hay muchas plantas por m²) conviene eliminar hojas o ramas enfermas, rotas o que no formen parte de su estructura productiva. Estas partes indeseables se cortan preferiblemente con una herramienta bien afilada o cuando estén tiernas para evitar desgarraduras que afecten la parte de la planta que queda, pues por allí podrían penetrar enfermedades (Arce y Meléndez 2009).

En el cultivo de tomate se deben eliminar las ramitas (chupones) que nacen en las uniones entre el tallo principal y las hojas. Estos chupones tienen la capacidad de consumir grandes cantidades de alimento, pero tienen la desventaja de producir frutos pequeños y tardíos; si no se eliminan temprano, cuando tienen 1-2 cm de longitud, crecerán consumiendo nutrientes que serían más beneficiosos si se dirigieran a alimentar otras estructuras involucradas en la formación de los frutos en el tallo principal que es lo que finalmente interesa al productor. Si no se cortan en ningún momento, la planta tendrá muchas ramificaciones, muchas hojas (parte vegetativa), pero la formación de frutos será pobre en cantidad y calidad (Madrid, 2007).

La eliminación de chupones se realizará semanalmente a partir de la segunda o tercera semana de haber sido trasplantado el cultivo y solo se permitirá la formación de 1 o 2 ejes (tallos principales) como máximo, para alcanzar óptimas producciones (Arce et al. 2009).

Se realizará una selección de las plantas que presenten indicios de enfermedad y se aislarán del área de cultivo para evitar la propagación de cualquier síntoma de malestar, se procederá a su desecho. En el caso de jitomate, cuando se quieren menos frutos, pero de mayor tamaño y peso, se eliminan los que se han deformado por alguna razón o los que se fecundaron de último, pues estos, no alcanzarán el tamaño de los primeros, pero sí retrasarán el crecimiento de e

2.11 Comparación de precios entre invernadero comercial e invernadero PET de secundaria 810, el invernadero comercial se expone en los cuadros 1,2, 3, 4 y 5

Estructura:

CONCEPTO	Unidad de medida	No	Costo en pesos	Total en pesos
Postes laterales	Pza	10	130	1300
Postes frontal y lateral	Pza	5	130	650
Perímetro "A"	Pza	7	130	910
Perímetro "B"	Pza	7	130	910
Tensores	Pza	20	130	2600
Soporte de arcos y cortinas	Pza	25	130	3250
Puertas	Pza	2	563	1126
Arco TBN C-30	Pza	25	110	2750
Larguero superior de Arco y cortina	Pza	9	90	810
Esmalte acrílico	Lt	4	150	600
Larguero para cortina	Pza	8	80	640
malacates	Pza	1	700	700
TOTAL			16, 246	

Cuadro 2: Precios para la estructura de invernadero convencional

Cubierta:

CONCEPTO	Unidad de medida	No	Costo en pesos	Total en pesos
Polietileno UVM-720-12	Kg	80	4.10	328
Perfil poligray	Mts	100	12.50	1250
Resorte poligray	kg	10	35	350
Fleje	Pza	1	750	750
Malla	pza	1	750	750
TOTAL:			3, 420	

Cuadro 3: Precios para la cubierta de invernadero convencional

Sistema de riego:

CONCEPTO	Unidad de medida	No	Costo en pesos	Total en pesos
Cinta de goteo	rollo	1	2500	2500
Tinaco 2500 lts		1	3500	3500
Manguera bicapa 1	mts	50	550	550
Manguera negra	mts	200	6	1200
Conexiones para sistema de riego (36" T ½, 8 codos ½, 4 llaves de paso, 36 abrazaderas de ½"	Lote	1	2500	2500
Filtro de agua 2"	pza	1	1200	1200
Inyector de fertilizante	pza	1	2500	2500
TOTAL			13,950	

Cuadro 4: Precios para sistema de riego en invernadero convencional

Sistema de calefacción

CONCEPTO	Unidad de medida	No	Costo en pesos	Total en pesos
Calefactor C-250	pza	1	6700	6700
Tanque estacionario de 1000 lts	Pza	1	4700	4700
Conectores para (regulador, manguera, abrazadera, teflón)	lote	1	1500	1500
TOTAL			12,900	

Cuadro 5: Precios para la calefacción en invernadero convencional

Resumen del valor total del proyecto (Alcides, 2006):

Concepto	Importe en pesos
estructura	16 246
cubierta	3 420
Sistema de riego	13 950
Sistema de calefacción	12 900
Limpia del terreno	1 000
Construcción de invernadero	5 000
Capital de trabajo	12 000
Total	64 516

Cuadro 6: Resumen de precios para invernadero convencional

Los costos son aproximados para un invernadero convencional de 100 mts², para el diseño del invernadero PET, se requieren los materiales que se enlistan en el cuadro siguiente:

CONCEPTO	COSTO EN PESOS
15 tarimas usadas para 10 contenedores	1500.00
5 kg de plástico para forrado de contenedores	150
1 kg de clavos de diferentes dimensiones	50.00
10 sacos de cascarilla de arroz, 10 sacos de piedra pómez y 5 sacos de hormigón 0.00 13.00	250
4 láminas de Icopor de una pulgada	200.00
Dos juegos de nutrientes (mayor y menor)	300
Una jarra para medir y una jeringa desechable	65
Un atomizador plástico de 1 litro de capacidad	25
Un metro de plástico amarillo para trampas contra insectos	30
10 1 litro de aceite de transmisión	65.00
Pago de 1/3 del valor del recibo del agua	200
500 BOTELLAS DE REUSO	0
Tubo PVC 1 1/4 160 PSI	25
Tapón PVC 1 1/4 con rosca	15
Adaptador macho 1 1/4C/R	2
Empaque para riego	7

Conector PVC- manguera ciega	30
Tanque de captación 1	3 000
Gotero para manguera	500
Manguera ciega	500
Válvula de 1 1/4	20
Filtro de 2"	320
Total aproximado del proyecto	7 254
Precio de Invernadero PET	1 500
TOTAL	8 754

Cuadro 7: Costos y material necesario para invernadero PET

Cabe destacar que la mano de obra será aportada por el alumnado y por la planta educativa que compone nuestro plantel y que estos cálculos son aproximados para 100 m².

Los costos aproximados de mano de obra son:

ACTIVIDAD	HORAS TOTALES	SALARIO EN PESOS
Preparación de Charolas y cuidados en semillero	20	520
Trasplante	5	150
Inspección de control de plagas y enfermedades	10	300
Inspección de control de fertilización	10	300
Cosecha	40	1 200
Supervisión general del cultivo	100	3 000
TOTAL	185	5 470

Cuadro 8: Programa de administración de recursos humanos.

2.12 Manejo y control de plagas

El invernadero no está exento de plagas que se pueden presentar en cualquier otro cultivo, el desarrollo y producción de las plantas puede ser alterado por enemigos externos que buscan aprovechar las buenas condiciones de desarrollo de los cultivos hidropónicos en cualquiera de sus estados, desde los semilleros

hasta la edad adulta, para alimentarse o reproducirse, afectando con su presencia tanto la cantidad como la calidad de la producción.

En el sistema de cultivo hidropónico familiar las plagas se controlan empleando métodos no tradicionales que descartan el uso de insecticidas químicos, ya que en las condiciones en que se desarrollan los cultivos hidropónicos simplificados, podrían ser dañinos para las personas que los aplican o para quienes consumen los productos fumigados con ellos.

Es importante aprender a reconocer los insectos que viven dentro de los cultivos ya que no todos ellos son perjudiciales para las plantas y por el contrario, algunos son benéficos porque se alimentan de los que si son plagas.

Los cultivos son atacados por varias plagas, algunos atacan al follaje y otros al fruto; algunas de estas plagas son: gusano soldado, gusano falso medidor y los gusanos de fruto, además se presentan ataques de diabroticas, los cuales se controlan con insecticidas naturales. Otras de las plagas importantes la constituye el minador de la hoja, mosca blanca, pulgones entre otros; se emplea el uso preventivo de insecticidas con el propósito de evitar infecciones de virus y de hongos que son transferidos por los insectos antes referidos (Productores de Hortalizas, 2006).

Se debe realizar revisiones periódicas para comprobar el estado de las hortalizas y poder adelantarnos al exterminio de la plaga antes de que llegue a ser abundante y ocasionar pérdidas en nuestra cosecha. Uno de los métodos que se utilizarán es la revisión de distintos puntos de la planta tratando de encontrar el alojamiento algún tipo de plaga; estas revisiones se harán de manera constante, del diario o al menos cada dos días y durante mínimo 5 minutos, en periodos

comprendidos en las primeras horas de la mañana y las últimas de la tarde, ya que en los periodos intermedios a estos horarios; el aumento de la temperatura hará más difícil la tarea de la búsqueda por los hábitos etológicos que mantienen estos hospederos. Una eliminación constante y gradual de los insectos, rompe el ciclo de vida de las plagas. Recordemos también que no todos los visitantes son perjudiciales a nuestra cosecha, en el caso de las mariquitas, los matapijos y hasta lagartijas pueden ser benéficas a nuestro fin, ya que principalmente se alimentan de parásitos de nuestro huerto, por lo que es muy recomendable favorecer y fomentar su estadio en el cultivo como control biológico de plagas (Productores de Hortalizas. 2006).

En algunos casos las aves pueden convertirse en un problema muy serio al alimentarse de las semillas depositadas en los almácigos y beberse el agua del medio líquido, por lo que se debe de poner especial atención en ellos.

Para lograr que nuestro cultivo no sea perjudicado con las plagas antes mencionadas se rociara un bioplaguicida que los alumnos elaboraran con elementos naturales que de ninguna manera alteran el sabor, el olor, o la calidad de los cultivos, y que por el contrario, favorecerán las practicas ecológicas que se persiguen en los objetivos antes mencionados.

Los bioplaguicidas se elaboran a partir de extractos de las siguientes plantas: ajo, chile, eucalipto, orégano, epazote, ruda, tabaco entre otros. La mayoría de estos compuestos actúa como urticante al aplicarse directamente sobre la piel desnuda de los insectos, o por los olores que emiten creando un ambiente hostil para el desarrollo de estas plagas. Estos concentrados deben de aplicarse con rotación

de los materiales de elaboración para evitar el desarrollo de cierta resistencia por parte de los hospederos (Productores de Hortalizas, 2006).

La manera en la que se prepara la solución plaguicida es la siguiente: en 2 litros de agua se frota una barra de jabón con las manos por 3 minutos, una vez que se obtiene un agua jabonosa y muy turbia esta lista para aplicarse inmediatamente. Después de 5 días se vuelve a atomizar en el envés de la hoja, los tallos y en las estructuras donde se crea que pueden aparecer dichos insectos. Una vez transcurrida una semana se vuelve a fumigar pero esta vez con una solución diferente para romper la resistencia que se pudiera generar en algunos hospederos (Madrid, 2007).

3.- MARCO LEGAL

El Artículo 3 de la Ley General para La Prevención y Gestión Integral de Recursos menciona que como sociedad tenemos la responsabilidad de minimizar los desechos que producimos por el consumismo y cito:” Se consideran de utilidad pública. Las medidas necesarias para evitar el deterioro o la destrucción que los elementos naturales puedan sufrir, en perjuicio de la colectividad, por la liberación al ambiente de residuos”.

Artículo 5.- Para los efectos de esta Ley se entiende por:

II. Aprovechamiento de los Residuos: Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundados o de energía;

IV. Co-procesamiento: Integración ambientalmente segura de los residuos generados por una industria o fuente conocida, como insumo a otro proceso productivo;

V. Disposición Final: Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos;

X. Gestión Integral de Residuos: Conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región;

XVII. Manejo Integral: Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social;

XXI. Plan de Manejo: Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad

compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno;

XXVI. Reciclado: Transformación de los residuos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución favorezca un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud, los ecosistemas o sus elementos;

XXXIV. Responsabilidad Compartida: Principio mediante el cual se reconoce que los residuos sólidos urbanos y de manejo especial son generados a partir de la realización de actividades que satisfacen necesidades de la sociedad, mediante cadenas de valor tipo producción, proceso, envasado, distribución, consumo de productos, y que, en consecuencia, su manejo integral es una corresponsabilidad social y requiere la participación conjunta, coordinada y diferenciada de productores, distribuidores, consumidores, usuarios de subproductos, y de los tres órdenes de gobierno según corresponda, bajo un esquema de factibilidad de mercado y eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social;

XXXV. Reutilización: El empleo de un material o residuo previamente usado, sin que medie un proceso de transformación; Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (2006).

Asimismo la ley contempla que para el Estado de México cito: “artículo 7. serán sujetos obligados a obtener la licencia de funcionamiento o autorización de funcionamiento las personas físicas y morales que pretendan ejercer actividades

comerciales, industriales y de servicios, quienes deberán observar y cumplir las disposiciones del presente reglamento y demás normas vigentes aplicables, así como, dar aviso a la autoridad de las modificaciones que se generen en relación a la licencia de funcionamiento o de la autorización de funcionamiento de la cual son titulares.”

“artículo 8. La expedición de la licencia de funcionamiento o de la autorización de funcionamiento, para la apertura de establecimientos comerciales será gratuita, quedando obligado el propietario al pago de los derechos señalados en el código financiero del estado de México y municipios que del giro se generen. “

aprobado en sesión ordinaria 03, punto 05, de fecha 22 de enero del 2004.

4.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

4.1 JUSTIFICACIÓN

Uno de los principales problemas que enfrenta la educación es la conciliación de la teoría con la práctica en proyectos que integren ambas dinámicas de manera atractiva a la población que se presenta, ante esto, una nueva modalidad es la enseñanza a través de proyectos para los cuales los estudiantes se vuelven autodidactas generando un conocimiento sólido y en donde se pueden practicar un ejercicio multidisciplinario abarcando varios temas y fomentando un enfoque emprendedor.

4.2 Descripción de la Institución, comunidad escolar y zona de estudio:

En la secundaria donde se implementará el huerto hidropónico consta de una matrícula en el turno matutino de aproximadamente 400 alumnos repartidos en 4 grupos por grado, es decir 12 grupos en total. La comunidad en la que se encuentra, es una zona marginada e irregular del municipio de Ecatepec denominada La Laguna, donde hacen falta recursos como agua potable, drenaje y pavimentación. La Institución (ilustrada en la figura 3 y 4) no cuenta con mucha infraestructura, 6 de los 12 salones son prefabricados con lámina, se cuenta con dos módulos sanitarios; no hay laboratorio de computo adecuado ya que cuenta solo con 5 equipos muy antiguos; no existe un laboratorio de Ciencias y en cada temporada de lluvias se sufre de inundaciones en un 60 % del territorio escolar interno y en un 100% de la calle principal



Figura 2: Imagen tomada de googlemaps (2012)



Figura 3: Imagen tomada de google maps (2014)

Aun cuando existen condiciones adversas, la comunidad escolar y personal docente se ha dado a la tarea de sobrellevar e implementar acciones para minimizar esta falta de infraestructura. También es conveniente mencionar que muchas de las situaciones se dan por el entorno que rodea a la secundaria debido a que es una zona altamente delictiva por lo cual la comunidad es catalogada con un alto grado de delincuencia, existen muchas bandas dedicadas al tráfico de droga, robo de autos e incluso algunos casos de secuestros, que van influyendo a los hijos negativamente al iniciarlos en este mundo. Así que los alumnos no tienen una adecuada formación de valores.

Aproximadamente el 40% de los alumnos no cuentan con un núcleo familiar completo, el padre los abandona y la madre tiene que salir a trabajar por lo que pasan todo el día, solos en sus hogares o en la calle. En algunos de los casos estos estudiantes tienen que cumplir con un horario laboral para poder contribuir de esta manera a la manutención de su hogar donde independientemente de la presencia del padre, siempre hay gastos que cubrir y no alcanza el ingreso.

Ante este panorama desolador, con la asistencia y capacitación técnica adecuada se pretende que se obtengan resultados favorables en cuanto a la implementación del huerto escolar así como a las labores del manejo de los diferentes cultivos hortícolas, en donde no se ocasione deterioro alguno al ambiente, utilizando para este proyecto materiales y sustancias no peligrosas ni contaminantes; el agua y residuos que se generen tendrán un manejo particular para evitar contaminar suelo, como fuentes de agua, aire y la salud humana. Para tratar de subsanar algunos de los problemas antes mencionados se propone, el desarrollo de un invernadero escolar totalmente sustentable utilizando recursos mínimos y material reciclado, como son las botellas PET, para mostrar la reutilización de residuos inorgánicos y con el fin de que los alumnos puedan reproducirlo en sus viviendas donde además se propagará cultivo hidropónico

Se contempla la recolección y clasificación de la basura en residuos orgánicos e inorgánicos, pues se utilizará insumos y productos del mismo origen. Se eligió este proyecto, por la viabilidad y por el potencial local para la producción de estas hortalizas y por la disponibilidad de recursos.

Algunos de los principales fines que se pretende alcanzar con este proyecto productivo de manera cualitativa y cuantitativa son:

- Que los alumnos de la capacitación obtenga beneficios económicos.
- Generar empleos en la comunidad.
- El autoabastecimiento familiar con alimentos de calidad a bajo costo.
- Mejorar el nivel de vida de la comunidad incorporándolos a la producción de alimentos.
- Eliminar a intermediarios en el proceso de comercialización de las hortalizas producidas
- Adquirir la habilidad y conocimiento necesario para instalar el invernadero.
- Tener un rendimiento óptimo de cada cultivo.
- Aplicar técnicas de ambiente mejorado para lograr altos rendimientos en el cultivo de hortalizas, con sustrato específico, nutrición controlada, y óptimo manejo del área de cultivo, de la planta y del ambiente.
- Capacitar a los alumnos y familias de los medios suburbanos y rurales en la producción de alimentos de alta calidad, con los recursos disponibles de cultivo, material y mano de obra.
- Producir ingresos extras, mediante la venta de excedentes de hortalizas en los mercados aledaños (Incubación de empresas como proyecto adjunto).

Para el último punto se realizara un censo para conocer las preferencias del consumidor ya sea para el autoconsumo o la venta directa al público, con ello se pretende desarrollar un enfoque autosustentable, de autoempleo y empresarial entre la población estudiantil de la institución educativa en cuestión.

Asimismo se obtendrá un conocimiento sólido en distintas áreas que abarcará el proyecto, donde el estudiante se vuelve autodidacta y comprobará todas las

teorías que se le presentan en los contenidos para dejar de verlas como tal y mas como una práctica que siendo adecuada puede traerle múltiples beneficios incluyendo el económico. Se espera generar motivación y línea de investigación por parte de los estudiantes para que lo apliquen a distintos campos formativos (COBAEV, 2006).

5.- ANÁLISIS FODA E IMPACTO PEDAGÓGICO Y ACADÉMICO

Una herramienta que se utilizará es el análisis FODA que es un dispositivo para determinar los factores que pueden favorecer (fortalezas y oportunidades) y obstaculizar (debilidades y amenazas) el logro de objetivos organizacionales (SEP, 2009).

Este análisis FODA (2011) nos permitirá conformar un panorama de la situación actual de nuestro proyecto, en este caso del huerto escolar implementado en la institución, permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso que permite, en función de ello, tomar decisiones acordes con los objetivos y políticas formuladas:

5.1 Fortalezas

- Buena organización
- Iniciativa de los alumnos de la capacitación básica
- Reúso, reciclaje, acopio de residuos sólidos
- Superficie extensa para el área de los cultivos.
- Disponibilidad de los insumos(materia prima y energía)
- Vías de comunicación accesibles al área del proyecto

5.2 Debilidades

- Volumen mediano de producción de hortalizas
- Falta de tecnología para incrementar la producción.
- La falta de almacén con equipo especial para la conservación de hortalizas.

5.3 Oportunidades

- Aprovechamiento de algunos apoyos gubernamentales
- Financiamiento para crecer en infraestructura para la producción de hortalizas.
- Poner en práctica los conocimientos adquiridos por los alumnos de la capacitación en el modulo cosechas de hortalizas.

5.4 Amenazas

- Problemática del control de plagas y enfermedades
- La falta de interés por la participación grupal de los alumnos en el proyecto.
- Estado de confort del proyecto.

5.5 Análisis estratégico:

- Desarrollar sistemas de producción para incrementar volúmenes de producción de cultivos hortícolas.
- Buscar mejores canales de comercialización para los productos.

5.6 Impacto pedagógico y académico:

El proyecto de cultivos hortícolas tiene un impacto pedagógico en los alumnos de la escuela secundaria 0810 porque:

- Aplicaran las diferentes técnicas de cultivos desde la preparación de terreno hasta la cosecha de los mismos.
- Promueve su contacto con el campo productivo real que les permitirá, incorporarse al ámbito laboral.
- Ejerce competencias en su vida académica, laboral y personal, y que sus logros se reflejen en las producciones individuales y en equipo, en un ambiente de cooperación.
- Capacitación en Informática donde adquieren los conocimientos necesarios para poder diseñar en computadora las etiquetas del producto, así como los trípticos y la publicidad.
- Capacitación en Contabilidad en donde emplearán sus conocimientos de contabilidad (área de matemáticas) para llevar un control de los recursos financieros del proyecto.
- Capacitación en la asignatura de Biología particularmente en el tema del cuidado del medio ambiente al practicar técnicas de cultivos orgánicos para no provocar un deterioro ambiental en el desarrollo de la formulación de proyectos (COBAEV, 2013).

6.- OBJETIVOS:

El huerto es una propuesta didáctica que trata de facilitar el conocimiento de los elementos del ambiente, sus características, relaciones y cambios, de modo que el alumnado sepan relacionarse con ese ambiente de forma respetuosa, lo administren racionalmente y lo perturben mínimamente, para lo cual se plantean los siguientes objetivos:

6.1 General:

- Proponer una estrategia educativa de participación en una escuela secundaria en el diseño de un invernadero hidropónico para jitomate.

6.2 Particulares:

- Fomentar la técnica de hidroponía entre la comunidad involucrada.
- Elaborar un invernadero con técnicas de reciclaje de materiales PET.
- Fomentar una visión empresarial, de autoempleo y autodesarrollo entre la población afectada.
- Concientización de la fragilidad y escasez de los recursos ambientales.

7.- MATERIAL Y MÉTODO

7.1 Materiales.

Información proveniente de estudios previos en condiciones similares para cultivo de jitomate, cotizaciones de costos de inversión, costos de producción, y datos de rendimientos.

7.2 Propuesta técnica:

- Análisis de clima y riego: Se realizará un análisis de riego y clima en el cual se determina las necesidades adecuadas de las plántulas para obtener un mayor y mejor rendimiento.
- Análisis de plagas y enfermedades: Este análisis se realizara con el fin de tener una idea básica sobre los mayores problemas que se pueden presentar en la producción de tomate con la presencia de plagas y enfermedades. Se detalla los daños causados y medidas a tomar de las plagas y enfermedades más comunes y dañinas en el cultivo del tomate, así como las posibles soluciones que se tomaran para adelantarse antes de que se presenten dichos problemas
- Determinación de los costos de operación: Se realizará un presupuesto mensual con el fin de estimar los costos totales aproximados de producción, tomando en cuenta personal fijo para la cosecha y manejo del tomate.
- Determinación de la inversión: Se obtendrá información de costos de producción, maquinaria, infraestructura, implementos de riego y mantenimiento por medio de la revisión de bibliografía especializada
- Determinación de la ubicación del proyecto: El proyecto se realizará en el interior de las instalaciones de la escuela y la ubicación será basada por las condiciones requeridas
- Organización humana: fincar en los estudiantes agrupados responsabilidades para el huerto escolar con el fin de fomentar compromisos

y hacerles ver que el no cumplimiento de sus labores afectará a todo el proceso de organización incluyendo los productos finales del huerto. Debemos apoyar el trabajo del Huerto Escolar con la Directiva, Comisiones y Subcomisiones de trabajo.

Para iniciar este plan debe existir una reunión previa de todos los actores involucrados: alumnos, docentes y directivos para nombrar todas las actividades a ejecutar desde la elaboración de abonos orgánicos hasta la cosecha, y posteriormente estimamos el tiempo que vamos a emplear en el cumplimiento de las actividades, tomando en cuenta que debemos llevar una secuencia cronológica, luego designaremos a un responsable el cual generalmente será un miembro de la sub-comisión encargada de la actividad, por último se establecerá cuales son los recursos tanto materiales como humanos con los que se cuenta para realizar la actividad.

Es importante que el docente dé seguimiento al cumplimiento del plan de cultivo con sus estudiantes, dando valor académico a las diferentes actividades de los grupos para motivar su cumplimiento.

Estudio de mercado: Se considera como la determinación y cuantificación de la demanda y la oferta presente y futura, el análisis de los precios y el estudio de la comercialización. Esto se maneja en la medida conforme se vaya obteniendo volúmenes importantes de cosecha y a largo plazo

Se pueden considerar como objetivos del estudio de Mercado (COBAEV, 2013).

Análisis del entorno.

Se visitarán invernaderos en condiciones similares, para realizar las entrevistas con los encargados de cada uno de los proyectos y así poder definir costos de producción y costos de infraestructura.

Las visitas permitirán conocer aspectos técnicos de capacidad, estructuras y problemas que pudieran emerger durante el cultivo (Manual de Vivero, 2002).

7.3 Construcción de las camas hidropónicas: Las camas se construirán de madera, deben de ser de 12 cm de ancho y dos cm de espesor y necesitan: dos tablas de dos m., dos tablas de 1.20 m, 13 tablas de 1.24 m, seis tablas de 0.32 m de largo, un kg de clavos de 1 1/2 pulgadas, 2.80 m de plástico en color negro, de calibre 6 milésimas, martillo, serrucho, engrapadora y cinta métrica.

1.- Después de calcular y medir las dimensiones se cortan las tablas, obteniendo dos tablas de dos m que conforman el largo y dos de 1.20 m de ancho del contenedor.

2.- Al clavar estas cuatro tablas obtenemos el marco del contenedor, el ancho de 12 cm de las tablas nos da la profundidad ideal de la cama.

3.- Las tablas de 1.30 m se clavan atravesadas a lo ancho en la parte que ira abajo colocando primero las de los extremos, que deben ir perfectamente alineadas por todos los lados con la de los marcos. Las demás se clavan dejando una separación de 3 a 4 cm entre una y otra, con la que queda terminada la caja, cuya altura no debe de ser mayor de 12 cm

Al clavar las tablas, hay que tener cuidado de que estas queden bien parejas en las esquinas y bordes, para que no haya salientes que pudieran romper el plástico, ya que esto afectaría la impermeabilidad de la cama, ocasionaría desperdicio de agua y nutrientes, y disminuiría la duración del contenedor.

4.- Después de terminada la caja, clavamos las seis patas en los cuatro extremos y en el centro de cada lado, las patas deben de colocarse en la parte externa de la cama. La función de las patas es hacer que la base de la cama quede separada del suelo, permitiendo que no se produzca humedecimiento del área próxima al cultivo.

Para impermeabilizar el contenedor se necesita un plástico negro de calibre 6 milésima. Su función es evitar que la madera se humedezca y se pudra e impedir que se pierdan los nutrientes.

El color negro es para evitar la formación de algas y para dar una mayor oscuridad a la zona de las raíces.

El cálculo de las dimensiones es el largo total del contenedor mas tres veces su altura, dando un total de 2.36 m, y para el ancho 1.56 m

Para proceder a colocarlo en el contenedor con sumo cuidado para no romperlo ni perforarlo con las astillas de las maderas, clavos salientes o las uñas. En las esquinas, el plástico debe quedar en contacto con el marco y la base. El plástico debe engraparse a los lados exteriores del marco del contenedor. Para que el sellado entre la manguerita y el plástico sea hermético. Se usa un clavo caliente aplicado en el centro del sitio donde la manguera hace contacto con el plástico, se deja enfriar para que haya un mejor sellado (FAO, 2003, FAO 2014).

Se coloca el sustrato en el punto de drenaje y desde ese extremo hacia el resto del contenedor, y este se coloca sobre el terreno, dejando un pequeño desnivel hacia el punto de drenaje, colocando pequeños trozos de madera u otro material en las patas traseras de la cama, una cama de este tipo construida correctamente, puede durar más de 4 años en uso constante (Madrid, 2007).

Como ya se menciona anteriormente se necesita hacer un semillero en el sustrato sólido ya descrito. Una vez llena la caja se hace un riego suave y se trazan los surcos con la ayuda de un palito de madera y una cinta métrica (FAO, 2014).

A continuación se dejan caer las semillas una por una dentro del surco, luego de sembradas las semillas con la palma de la mano se apelmaza suavemente el sustrato para sacar el exceso de aire que pudo haber quedado alrededor de la semilla y aumentar el contacto de la misma con el sustrato, se riega suavemente y se cubre el almácigo con una hoja de papel periódico en época templada y con un papel mas un plástico negro en épocas muy frías, para acelerar la germinación.

Durante los primeros días después de la siembra, el almácigo se riega una o dos veces por día, a las 7 y a las 12 de la mañana. El mismo día que nacen las plantitas se descubre el semillero y se deja expuesto a la luz. A partir del nacimiento deben regarse diariamente, utilizando los nutrientes abajo mencionados. Dos veces por semana se escarda y se hace el aporque para mejorar el anclaje de las plantas y el desarrollo de sus raíces. Para hacer el trasplante se levanta suavemente la plantita con cuidado especial en las raíces y se hace un lavado para quitar el excedente de sustrato y posteriormente se colocan en las camas de cultivo hasta el momento de la cosecha (FAO, 2003, FAO 2014). Cabe destacar que el jitomate depende del tutorado de las plantas

para su mejor desarrollo y de constantes podas así como un manejo integral de plagas. Según la FAO (2003), se necesitan 6 días para la germinación de la semilla, de 18 a 22 días entre la germinación y el trasplante y 65 días entre el trasplante y la cosecha.

Cabe destacar que la obtención de la semilla la realizaran individualmente los alumnos con el método descrito a continuación: Para obtener semilla de tomate, los frutos deben estar maduros, el color rojo es un indicador de madurez. Para extraer manualmente, se corta por la mitad el fruto.: Machacándolos con las manos. Poner las bolsas con las frutas machacadas en envases plásticos grandes y fermentar para separar el mucílago que cubre las semillas. Se deja en reposo 24 horas y al día siguiente se lava unas 4 veces con agua limpia para quitarle el mucílago o baba que cubre la semilla: En extracción a pequeñas escalas se exprime a mano o se saca con una cuchara y se deja en un envase de plástico. Después de que se ha lavado y se le ha quitado el mucílago, deben ser secadas al sol por un día y posteriormente dejar a la sombra por dos días, para garantizar una mejor germinación y vigor de la plántula (Ministerio de Educación y de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2010).

7.4 Ingredientes para la elaboración de la solución nutritiva hidropónica:

- 21 g de Nitrato de calcio
- 13 g de Nitrato de potasio
- 19 g de Sulfato de magnesio
- 17 ml de ácido fosfórico

Para la solución de micronutrientes

- 1 L de agua destilada
- 10 ml ácido sulfúrico
- 50 g sulfato ferroso
- 20 g sulfato de manganeso
- 2 g sulfato de cobre
- 2 g sulfato de zinc
- 28 g ácido bórico

1 Para la preparación de la solución de micronutrientes agregar el agua destilada en un frasco ámbar. Enseguida verter el ácido sulfúrico y adicionar el sulfato ferroso. Agitar cuidadosamente para que se disuelva.

2 Una vez que se haya disuelto, agregar uno a uno el sulfato de manganeso, el sulfato de cobre, el sulfato de zinc y el ácido bórico. Agitar suavemente hasta disolver

3 En una cubeta con 20 L de agua potable. Adicionar el ácido fosfórico y enseguida agregar el nitrato de potasio, el sulfato de magnesio, el nitrato de calcio y 2 ml de la solución de micronutrientes (Nieto, 2008).

7.5 Captación de botellas de PET

Se realiza por parte de la comunidad y se diseña un centro de acopio para recolectar botellas de un volumen de 3 lt que tengan el mínimo de contornos y que posteriormente ayudaran a la creación de nuestro invernadero.

Además, para introducir a los alumnos en los conceptos mínimos que se manejarán durante el transcurso de los temas introductorios, se pedirá que realicen lo siguiente:

- Desarrollar mapas y redes conceptuales tanto para la construcción de conceptos como en el proceso de evaluación;
- Utilizar recursos como láminas, diccionarios, artículos periodísticos y diferentes recursos seleccionados de acuerdo con las motivaciones e intereses de los grupos de alumnos;
- Promover la exploración en internet de temas inherentes.

7.6. Programa de trabajo para la instalación, puesta en marcha y operación del proyecto.

Durante el primer mes después del apoyo se estará acondicionando el lugar a establecer el invernadero, se limpiará usando mano de obra del grupo. Entre el mes uno y dos se empezará a comprar las herramientas y demás capital de trabajo. Desde el mes uno cuando se tenga noticia favorable del proyecto se solicitará se empiece la construcción de la estructura de invernadero a fin de iniciar actividades lo más pronto posible.

Para la consecución de este objetivo hacen falta una serie de actividades que permitan la experimentación, que dará paso a vivencias personales que modifican nuestros conocimientos y actitudes (Ripoll, 1998).

No se debe presentar el huerto como algo que aparece un día en el patio y no se tome como algo aislado, sino presentarlo como algo con lo que estarán implicados

desde su nacimiento. Por eso vale la pena desarrollar actividades que motiven previamente, con las cuales se conseguirá que se les estimule iniciar un huerto en común en el que todos participen. Las **actividades de motivación** darán paso a las actividades propias del huerto. (Hezkuntza, 1998)

Estas actividades no se dan tan solo en un plano, sino todo lo contrario, es el conjunto de diferentes planos donde se desarrollan las actividades, lo que dará esta modificación del comportamiento, que nos hará decir si hemos conseguido o no los objetivos propuestos (Manual de Vivero, 2002).

Para empezar a construir el invernadero se procederá a:

- Limpieza del terreno.
- Nivelación del terreno.
- Medidas. (invernadero: 10m x10 m)
- Diseño.
- Cálculo del presupuesto.
- Elección de los materiales.
- Uso de herramientas adecuadas.
- Replanteo.
- Colocación de postes.
- Cimiento (cavado y llenado)
- Colocación de paredes de botellas de plástico

Pasos para la Construcción de paredes de botellas de plástico desechable

- 1) Lavar las botellas y limpiarlas
- 2) Cortar las bases en la marca de la propia botella.
- 3) Dejar sin cortar las botellas que serán la base de la pared y que será enterrada con cemento. Marcar a 8 cm a partir de la base y agujerear.
- 4) Una vez sin base, marcar a 2 cm para agujerear y poder perforar y tejer con alambre.
- 5) Para comenzar, colocar primero las botellas enteras, se entretajan unas con otras.
- 6) Perforar la siguiente fila, las que no tienen base y agujerear a 2 cm, se teje con alambre (dejamos al comienzo y al final alambre para sujetar a los postes).
- 7) Perforar tantas filas como altura se quiera llegar. La última fila se le pondrá tapa.

PRECIO

Como la mayoría de las Hortalizas que se consume en la zona viene de la central de abasto de la CD. De México, el precio del producto es nominal, ya que es el que rige en esos momentos en el mercado, y este va de acuerdo a la oferta y la demanda dependiendo de las distintas épocas del año, por lo que no depende del proyecto establecer un precio a su producción. Precio promedio en la central de abasto de la Cd de México es muy variado por ejemplo el tomate saladette es de \$10.00 por kilogramo, en el mes de enero de 2015. Sin embargo, durante el año el precio tiene fluctuaciones, habiendo precios altos, hasta más de \$20.00 o más bajos que los anteriores.

8.- RESULTADOS:

8.1 EVALUACIÓN

La evaluación del huerto escolar persigue fundamentalmente la mejora del mismo y la medida de los aprendizajes que se dan en él, por ello a la hora de evaluar el huerto escolar hay que tener en cuenta todas las fases de su puesta en marcha y deben ser todos los implicados que participaron en ello tanto docentes como alumnado quiénes son estos últimos la pieza clave de nuestro huerto.

8.2 Criterios para valorar los resultados y proceso de evaluación previsto

Valoraremos dos aspectos; el primero consiste en conocer si se ha construido físicamente y utilizado el huerto escolar como un recurso pedagógico más a disposición del centro; y el segundo, si lo anterior ha servido para iniciar una educación ambiental más integral en las líneas que se han marcado a lo largo del proyecto (Hezkuntza,1998) .

La consecución de estos dos grandes aspectos se evaluará de una manera más completa mediante:

- Dossier de materiales curricular y/o unidades didácticas elaboradas.
- Valoraciones bimestrales del funcionamiento por parte de los tutores participantes en reuniones.
- Elaboración de una memoria detallada de las actividades.
- Elaboración de una memoria fotográfica.

- Realización de un vídeo didáctico explicativo del proceso de construcción del huerto.
- Encuesta al alumnado y profesorado implicados en el proyecto.
- Observaciones subjetivas del coordinador del proyecto.
- Valoración de las actividades paralelas que se hacen a raíz de la puesta en marcha del huerto escolar.
- Ejercicios que buscan aplicar los conceptos presentados.
- Actividades autoevaluativas, ubicadas al finalizar cada unidad de contenidos, que comprenden un cuestionario y un glosario. La lectura y resolución de las mismas permite evaluar la comprensión por parte de los alumnos de los conceptos desarrollados en cada unidad. (Ripoll, 1998)

En los cuadros 8 y 9 se muestra la forma en la que Hezkuntza (1998) considera que debe de estar hilvanada la metodología y los resultados para realizar una correcta evaluación:

Planificación	Huerto escolar	Resultados
<ul style="list-style-type: none"> • Motivación. • Intereses y necesidades de los alumnos/as. • Integración curricular. • Objetivos y contenidos. • Contactos: ayuntamiento, grupos, vecinos, etc. • Recursos: terreno, instrumentos, materiales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Método: trabajo en grupo, investigación. • Actividades. • Ambiente del grupo. • Actitudes. • Temporalización. • Coherencia con la educación ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> Logro de los objetivos. • Resultados esperados. • Resultados imprevistos. • Cambio de actitudes. • Cosechas. • Mejora ambiental del entorno: jardín, interior, etc.
Diseño y organización	Mejoras	Propuestas

Cuadro 9: Aspectos a evaluar en el alumnado

Objetivos	conceptuales	procedimentales	actitudinales
<ul style="list-style-type: none"> • Facilitar la creación de lazos afectivos con el mundo natural. • Descubrir nuestras interrelaciones y dependencias respecto al medio natural y sus elementos (suelo, plantas, etc). • Fomentar el respeto por la tierra como fuente de vida y desarrollar el interés por no degradarla. • Analizar el medio físico-natural, para descubrir sus elementos, interrelaciones, organización y funciones. • Conocer los sistemas agrícolas y valorar el desarrollo tecnológico necesario para la satisfacción de nuestras necesidades alimenticias. • Investigar y descubrir las implicaciones de nuestro modo de vida en la problemática ambiental (técnicas de cultivo impactantes, erosión, deforestación, etc.). • Valorar la importancia del consumo de alimentos frescos y saludables, cultivados con respeto al medio ambiente, frente a modos de consumo desequilibrados y despilfarradores. • • Apreciar la cultura gastronómica tradicional. • Familiarizarse con el trabajo físico y el esfuerzo. • Desarrollar el sentido de la responsabilidad y el compromiso en la gestión del huerto. • Fomentar actitudes cooperativas a través del trabajo en grupo para planificar las actividades, organizar las labores del huerto, etc. 	<p>Los recursos naturales.</p> <p>El medio físico: agua, suelo, aire.</p> <p>Clima: temperatura, pluviosidad, viento, etc.</p> <p>Ecosistemas del País: bosques, prados y huertos.</p> <p>Flora: espontánea, cultivos, hierbas adventicias, ornamentales, medicinales, aromáticas, etc.</p> <p>Árboles: autóctonos, frutales, etc.</p> <p>Setos</p> <p>Suelo: ácido, básico, arcilloso, arenoso, compacto, etc.</p> <p>Fauna: descomponedores, perjudiciales, beneficiosos, parásitos, etc.</p> <p>Nutrición y cultura gastronómica.</p> <p>Erosión e impactos.</p> <p>Abono orgánico.</p> <p>Remedios naturales.</p>	<p>Observación.</p> <p>Registro de datos (meteorológicos, de cultivos, etc.).</p> <p>Medidas: longitudinales, de superficie, de tiempo, temperatura,</p> <p>Organización del trabajo. Planificación.</p> <p>Normas de funcionamiento.</p> <p>Cálculo de presupuestos.</p> <p>Orientación. Diseño y representación sobre plano.</p> <p>Consultas bibliográficas.</p> <p>Elaboración de ficheros, claves y herbarios.</p> <p>Técnicas agrícolas: volteado, arado, siembra, riego, abonado, etc.</p> <p>Reutilización y reciclaje.</p> <p>Utilización de herramientas.</p> <p>Construcción de montajes de riego, protección, etc.</p> <p>Plantación de árboles.</p>	<p>Rechazo del despilfarro.</p> <p>Reutilización de materiales.</p> <p>Cuidado en el uso de herramientas.</p> <p>Respeto a las normas de funcionamiento.</p> <p>Responsabilidad individual y compartida.</p> <p>Curiosidad e interés por el desarrollo del huerto.</p> <p>Sensibilidad y empatía con los seres vivos.</p> <p>Rechazo del coleccionismo depredador.</p> <p>Uso racional de los recursos naturales.</p> <p>Valoración positiva de los residuos (estiércol, envases, etc.)</p> <p>Actitud cooperativa.</p> <p>Actitud crítica ante los modos de alimentación "tipo basura".</p> <p>Actitud crítica frente a la agroindustria y sus contaminantes.</p>

<p>Curiosidad</p>	<p>Ser capaz de plantearse preguntas durante el trabajo y tener deseo de conocer.</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. No se interesa, no manifiesta curiosidad. 2. Observa superficialmente, manifiesta ideas preconcebidas. 3. Se sorprende y plantea preguntas. 4. Realiza observaciones precisas, se muestra muy curioso/a.
<p>Creatividad</p>	<p>Saber considerar direcciones múltiples y encontrar las ideas de soluciones nuevas.</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. Se repite 2. Crea poniendo en relación diferentes parámetros. 3. Se sorprende y plantea preguntas. 4. Manifiesta ideas originales.
<p>Confianza en sí Mismo</p>	<p>Pensar en encontrar una solución por sí mismo/a.</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. Es pasivo/a. 2. Hace su trabajo si es animado/a y se le dan ideas. 3. Hace su trabajo por sí mismo/a. 4. Hace su trabajo partiendo de una pregunta personal y examinando varias posibilidades.
<p>Apertura a los otros</p>	<p>Saber tener en cuenta a los otros tanto en lo que se refiere al pensamiento como a la acción.</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. No piensa cooperar. 2. Coopera en caso de necesidad. 3. Coopera con los otros sin interesarle el resultado final del proyecto. 4. Coopera y reparte el trabajo para realizar un proyecto común.
<p>Concientización del medio natural y social</p>	<p>Respetar los recursos naturales y los seres vivos e interesarse por el medio ambiente.</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. No manifiesta interés por el medio y los seres vivos. 2. Muestra su interés por los seres vivos sin acción eficaz. 3. Tiene cuidado de los seres vivos y del medio ambiente. 4. Tiene conciencia y respeto por el medio ambiente y social.
<p>Pensamiento crítico</p>	<p>Estar dispuesto a basarse en la experiencia para volver a dudar de las representaciones personales y de las afirmaciones recibidas de otros.</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. Acepta todo lo que se le presenta sin dudarlo. 2. Comienza a plantearse preguntas y discute lo que dicen los otros/as. 3. Se plantea preguntas y dudas. 4. Critica con argumentos.

Cuadro 10: aspectos a evaluar para medir resultados en el HHE

8.3 Problemática encontrada

Uno de los problemas que surgen a la hora de montar un huerto escolar es su organización, hay que pensar en el número de alumnos y alumnas que tomarán parte, en el profesorado implicado y su distribución horaria, en el mantenimiento en período de vacaciones y en la diferente contribución de las áreas o departamentos en su estudio y seguimiento.

Todos estos aspectos dependen mucho de lo consolidada que esté la experiencia en el centro educativo, de los recursos materiales y financieros, de la disponibilidad del profesorado, etc.

9.- CONCLUSIONES:

Este diseño puede aportar una visión de emprendimiento social a las áreas en donde convergen los distintos involucrados para el desarrollo del Invernadero Hidropónico Escolar, al observar la alta tasa de rentabilidad financiera y el alcance a largo plazo que puede aportar en los distintos gremios que participan y que pueden motivarse para obtener una mejor calidad de vida, aunado al impacto académico que proporcionara en los estudiantes directamente afectados al profundizar en un conocimiento mas significativo y que perdurará a lo largo de toda la trayectoria académica, asimismo queda demostrado la viabilidad de la enseñanza a través de proyectos en conjugación con distintas áreas académicas en un enfoque multidisciplinar. Algunos puntos que es necesario resaltar son:

La hidroponía popular o cultivos sin tierra, es una forma sencilla, limpia y de bajo costo, para producir vegetales y hortalizas de rápido crecimiento y de buena aceptación comercial.

La técnica de hidroponía generara ingresos económicos extras a cada una de las familias de las comunidades ya que disminuirá los costos de la canasta básica, y al mismo tiempo, desarrollara el interés en los jóvenes por las actividades productivas a nivel familiar y de trabajo en conjunto.

6. La técnica de hidroponía es compatible con las tareas del hogar, del estudio y los oficios normales de cada uno de los miembros de la familia por lo que esto no perjudicara a que los jóvenes dejen de lado sus estudios, sino que por el contrario, puedan encontrar una forma más de superarse y contribuir al beneficio social, económico y ambiental que la técnica ofrece.

Debido a la rentabilidad del proyecto, los habitantes de las diversas comunidades se sentirán motivados a trabajar en conjunto para darle seguimiento y continuidad al proyecto y así demostrar sus capacidades y habilidades en una técnica que les facilitara los cultivos de las hortalizas.

Las técnicas aquí descritas pueden mejorar la calidad de vida de los núcleos familiares siempre que se consigan mercados y canales de distribución apropiados para productos totalmente naturales y para autoconsumo. La mejora del ingreso constituye un indicador apropiado de la mejora de la calidad de vida. Se puede pensar además, en indicadores que expresen la aplicación de los principios académicos aprendidos en la vivienda rural y en otros procesos de tipo agroindustrial que pudieran aplicarse al mismo.

La tecnología propuesta no produce ningún efecto adverso en el ambiente, ni genera desechos indeseables ni contaminación, por lo que es una excelente opción y se fomenta su aplicación

10.- Posibles recomendaciones y sugerencias

Esta misma modalidad es aplicable a las escuelas de primaria, muchos de ellos con gran experiencia a la hora de organizar el área de educación artística a través de talleres, impartidos en el mismo horario, y con una extensión del mismo, y por los cuales van rotando a los estudiantes por períodos de 8 a 10 semanas. La agrupación de los alumnos y alumnas puede ser lo suficientemente flexible como para permitir la asistencia de alumnado de distintos niveles de un mismo ciclo y la de padres, madres u otros colaboradores del entorno (jubilados, técnicos municipales, etc.). Los otros talleres que se organicen simultáneamente pueden estar directamente relacionados con el huerto escolar; por ejemplo, un taller de cocina, donde preparar ensaladas, verduras, zumos, etc. o plantar hierbas aromáticas o condimentarias o un taller de experimentos para separar la clorofila de las plantas, estudiar la respuesta de las plantas a la luz, el aire, etc.

Una actividad sugerida incluye a los docentes y alumnos que planificaran el momento más adecuado para la siembra teniendo en cuenta no sólo los factores detallados en este punto, sino también los tiempos escolares: vacaciones, tiempo disponible para trabajar en el proyecto, época más adecuada y posibilidad de realizar la salida al campo para efectivizar la plantación definitiva.

También será interesante realizar con los alumnos el diseño de un calendario que incluya la etapa de siembra en función de las especies que han decidido reproducir en el huerto de la escuela, así como registrar a nivel anual las fechas en las que se obtuvo un alto índice de germinación y que el trasplante resultó más exitoso, marcando las fechas en que las tareas fueron dificultosas, esto permitirá

ajustar la calendarización de la siembra ajustado a las condiciones del lugar en el que se encuentra la escuela.

Se puede implementar variadas técnicas de recolección y de tratamientos que requieren algunas semillas previas a la siembra y diversificar las prácticas de siembra en almácigos y en envases (siembra directa).

Luego de haber realizado el primer análisis FODA, se aconseja realizar sucesivos análisis de forma periódica teniendo como referencia el primero, con el propósito de conocer si estamos cumpliendo con los objetivos planteados en nuestra planeación estratégica. Esto es aconsejable dado que las condiciones externas e internas son dinámicas y algunos factores cambian con el paso del tiempo, mientras que otros sufren modificaciones mínimas.

Esto conlleva adicionalmente como sugerencias para los huertos escolares que

- Apoye la organización e integración de padres y madres de familia en su implementación, así como el acompañamiento durante todo el proceso.
- Organicen redes sociales (ONG, organizaciones comunitarias, empresas) que apoyen su desarrollo.
- Se promocióne la integración de las niñas y niños en la producción de alimentos como medio de Seguridad Alimentaria y Nutricional y
- Que se desarrollen acciones que permitan producir insumos con los mismos recursos que se encuentran en nuestro entorno.

11.- LITERATURA CITADA

Adams, P. (2004). Aspectos de la Nutrición Mineral en Cultivos en Relación al Suelo. *Tratado de Cultivo sin Suelo*. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. pp: 81-111.

Alcides H. F. D. (2006), Proyecto Cooperativa Escolar de Producción de Hortalizas Huerto Hidropónico, en la I.E.N, N° 1227 “Indira Ghandi “ Los Angeles Vitarte

Arce Ch. E. N., Melendez G. V. C., (2009), Plan de negocios para la producción y comercialización, de tomate y chile verde, bajo la técnica de cultivo hidropónico en invernadero, en el cantón, El Tablón, en el municipio de Berlín, Usulután, *Tesis para obtener el grado de administrador de empresas*, Universidad Centroamericana, El Salvador

Ausubel, D., Novack, J. y Hanesian, H. (1983). *Psicología Educativa*, Trillas. México.

Baldomero, H. Z. N. (2007). Producción de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Hidropónico con Sustratos Bajo Invernadero. *Tesis de Maestría en Ciencias Planeación y Recursos Renovables*, IPN, México.

Blank, W. (1997). Authentic Instruction. In W.E. Blank & S. Harwell (Eds.); Promising Practices for Connecting High School to the Real World. Tampa, FL: University of South Florida (pp. 15–21).

Bottoms, G. & Webb, L. D. (1998). Connecting the Curriculum to “Real Life.” Breaking Ranks: Making it happen. Reston, VA: National Association of Secondary School Principals.

Calixto F. R., (2013). Educación Ambiental en las Representaciones de Docentes de Escuelas Secundarias. CPU-e, *Revista de Investigación Educativa*, Núm. 16. (pp. 5-22).

Colegio de Bachilleres de Veracruz, (2013). Guía de Proyectos Productivos Sustentables, SEP. Veracruz, México

Dasgan, H. Y. y Ekici, B. (2005). Comparison of Open and Recycling Systems for Ion Accumulation of Substrate, Nutrient Uptake and Water Use of Tomato Plants. *Acta Hort.* 697 (pp. 399-408).

Díaz, B. F. (2005). Enseñanza Situada: Vínculo entre la Escuela y la Vida. Capítulo 3. México: McGraw Hill.

Flores, T. (2002). Comunicación para el Desarrollo Sostenible de Latinoamérica. *Revista de Ciencia de información* - Artículo, UNESCO.

Galeana de la O, L. (2006). Aprendizaje Basado en Proyectos, CEUPROMED de *Investigación Educativa*. Universidad de Colima, México.

Gennuso, G., 2005, Educación Tecnológica. Situaciones Problemáticas + Aula Taller. Ediciones *Novedades Educativas*. México .

Gil, V. I. F.; Sánchez, D. C. y Miranda I. V. (2003). Producción de Jitomate en Hidroponía Bajo Invernadero. *Serie de publicaciones Agribot*. Chapingo, México (p. 90).

Harlow, Morgan,(2001). Basura y Reciclaje. Editorial Everest. S.A.

Hezkuntza L., (1998) - Educación primaria, huerto escolar, *D.B.H. - E.S.O.* , *Unibersitate Eta Ikerketa Saila*, Ed. Luna, Argentina

Infraestructura Educativa: INIFED, (2010). Producción de Hortalizas en Recirculación de Nutrientes en *Criterios Normativos*, SEP, México D.F.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), (2011), Guía para cultivar jitomate en condiciones hidropónicas de invernadero en San Luis Potosí, *Folleto Técnico N° 41*, Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA).

LaCueva, A. (1998). La Enseñanza por Proyectos: ¿mito o reto?. *Revista Iberoamericana de Educación. Escuela de Educación, Universidad Central de Venezuela*. Núm. 16. (pp.165-187).

Madrid, C. J. A. (2007). Cultivo de Jitomate Mediante Hidroponía: Una Alternativa Viable de Inversión. *Tesis de Licenciatura en Contaduría*. Universidad Autónoma de Estado de Hidalgo. México.

Manual de Vivero, (2002)2° año ciclo básico agrario dirección provincial de educación técnico profesional Dirección de educación agraria

Marpegán, C. M., Mandón, M. J., Pintos, J. C. (2005), El Placer de Enseñar Tecnología. *Ediciones Educativas*. México

Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, (2002), Corso per operatore del sistema produttivi agroalimentari con método biologico, *Decreto Legislativo n. 112 del 31.03.1998 art. 142 lett. h / D.D. N° 129/V/2002 del 15.07.2002* Argentina

Nakano, Y.; Sasaki, H. A.; Nakano, K.; Suzuki and Takaichi, M. (2010). Growth and Yield of Tomato Plants as Influenced by Nutrient Application Rates with Quantitative Control in Closed Rockwool Cultivation. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 79: 47-55.

Nieto D. I. (2008), Hidroponia y gastronomía: Utilización de técnicas modernas de cultivo como apoyo a la cocina mexicana, *Tesis de licenciatura* Universidad del Claustro de Sor Juana, México.

Oztekin, G. B.; Tüzel, Y. I. H. and Meric, K. M. (2008). Effects of EC Levels of Nutrient Solution on Tomato Crop in Open and Closed Systems. *Acta Hort.* 801: 1243-1250.

Perrenoud, Ph. (1999). Apprendre à l'école à travers des projets: pourquoi comment ? *Revista de Tecnología Educativa*, Chile, Vol. XIV. Núm. 3 (pp. 311- 321).

Productores de Hortalizas, (2006), Plagas y enfermedades del tomate. *Guía de identificación y manejo*. Guía productores de hortalizas. 23 p.

Ripoll, V. (1998). Proyecto de Educación Ambiental: El huerto escolar ecológico. Valencia, España.

Sanchez, D. C. F. (2013). Producción Hidropónica de Jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) con y sin circulación de la solución nutritiva. *Agrociencia*. Núm. 48: 185-197.

Sánchez, C. F.; Ortiz, C. J.; Mendoza, H. V.; González, A. y Colinas, L. M. T. (1999). Características Morfológicas Asociadas con un Arquetipo de Jitomate Apto para un Ambiente no Restrictivo. *Agrociencia* 33: 21-29.

Secretaría de Educación Pública SEP, (1999) La Educación Ambiental en la Escuela Secundaria. *Guía de estudio México* (pp 1-2).

Valdivia, M.A. (1989). Prueba de Diferentes Sustratos para la Producción de Jitomate en Hidroponía bajo Invernadero Rústico. *Tesis de Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia*. Chapingo, México: Universidad Autónoma de Chapingo.

Vygotsky, L. (1962). *Pensamiento y Lenguaje*. Wiley and M.T.T. Press. Nueva York y Cambridge.

Vygotsky, L. (1978): *La mente en la Sociedad: el desarrollo de las funciones psicológicas superiores*. Harvard University Press, Cambridge.

Vygotsky, L. (1991). *La Formación Social de la Mente*. Martins Fontes S. Paulo, Brasil.

Vite, A.S. (2000). *Comunicación y Educación para el Desarrollo Sustentable*. Ed Limusa, México D.F

Páginas WEB:

Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2014).

Recursos Naturales Recuperado el 20 de agosto de 2014 en: [http://
www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)

Jobs for the Future. (2002). *Using real-world Projects to Help Students Meet High standards in Education and the Workplace* . Recuperado el 20 de septiembre en: <http://www.jff.org> [https://books.google.com.mx/
books?id=9i4bAgAAQBAJ&pg=PT162&lpg=PT162&dq=Jobs+for+the+Futur
e.+\(2002\)](https://books.google.com.mx/books?id=9i4bAgAAQBAJ&pg=PT162&lpg=PT162&dq=Jobs+for+the+Futur+e.+(2002))

Matriz FODA, (2011). *¿Qué es la Matriz FODA?* Recuperado el 12 de Octubre del 2014 en: <http://www.matrizfoda.com/>

Ministerio de Educación y de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2010, *Guía metodológica para el establecimiento de Huertos escolares*. Recuperado el 30 de septiembre de 2014 en : [http://www.pesacentroamerica.org/biblioteca/2011/guia_huerto_
escolar.pdf](http://www.pesacentroamerica.org/biblioteca/2011/guia_huerto_escolar.pdf)

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2014).

Hidroponía escolar. Recuperado el 28 de agosto de 2014 en:
<http://www.fao.org/cientificos.webnode.com.co/proyecto-de-investigacion-cultivos-hidroponicos>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.(2003)

La huerta hidropónica popular, Manual técnico, Recuperado el 02 de noviembre de 2014 en <http://www.fao.org>
=+Organizaci%C3%B3n+de+las+Naciones+Unidas+para+la+Agricultura+y+la+Alimentaci%C3%B3n.(2003)+%09La+huerta+hidrop%C3%B3nica+popular

Psicología cognitiva y procesamiento de la información. Recuperado el 17 de Octubre de 2014 de: http://personales.ya.com/fvillar/principal/pdf/proyecto/cap_06_proc_info.pdf

Reglamento de la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Diario Oficial de la Federación. (2014). *Ley de residuos sólidos*
Recuperado el 15 de octubre de 2014 en: <http://...>
<http://siscop.inecc.gob.mx/descargas/legislacion/lgpgir.pdf>.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, (2006), *Estrategias de Educación Ambiental para la sustentabilidad en México*, Recuperado el 20 de septiembre del 2014 en; <http://www.semarnat.gob.mx/sites/>

default/files/documentos/educacionambiental/publicaciones/Estrategia%20de%20Educaci%C3%B3n%20Ambiental%20para%20la%20Sustentabilidad

Secretaría de Educación Pública.(2009) *Planeación institucional, metodología.*

Recuperado el 16 de septiembre del 2014 en:

http://www.dgb.sep.gob.mx/informacion_academica/planeacion_institucional/planeacion_inst_v2_090831.pdf

Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación.

(2014) *Diseño Rural Para el Desarrollo de Empresas*, Recuperado el 28 de

agosto de 2014 en: [http://www.sagarpa.gob.mx/ProgramasSAGARPA/2014/](http://www.sagarpa.gob.mx/ProgramasSAGARPA/2014/Documentos/Programa%20Integral%20de%20Desarrollo%20Rural.pdf)

[Documents/Programa%20Integral%20de%20Desarrollo%20Rural.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/ProgramasSAGARPA/2014/Documentos/Programa%20Integral%20de%20Desarrollo%20Rural.pdf)