

**IDENTIFICACION Y USO DE ACELERADORES BIOLÓGICOS EN
PLANTAS DE TOMATE CULTIVADAS EN LOS LABORATORIOS
DE LA INSTITUCION EDUCATIVA MARCOS GARCIA CARRILLO
CORREGIMIENTO LA DONJUANA –MUNICIPIO DE BOCHALEMA**

ERAS

Investigadores

Astrid Dayana Laguado Duarte
Brayan Alexander Monroy Contreras
Karen Estefanía Torres Niño
Victor Manuel Salazar Mora
Dalia Lucrecia Hernández Cote
Leidy Paola Hernández Galviz
Vianey Lozano Toloza
Jesica Clavijo
María Fernanda Sosa Galvis
Christian Damián Lemus Sánchez
Johana Marisol Rangel Gelvez
Geraldine Omaira Cruz González
Zully Shakira Blanco Anaya
Nashly Jisseth Báez Acuña
Edgar Andrés Mogollón Gauta
Lizeth Rizzo Celon
Valentina Ortega
Juliana Florez
Fabián Yesid Hernández Vera

Co-investigadores

Miguel Urbina Gelvez

Institución Educativa Marcos García Carrillo, Bochalema.

RESUMEN

El grupo se conforma con los estudiantes del grado decimo de la IE Marcos García Carrillo del centro poblado La Donjuana del municipio de Bochalema el año inmediatamente anterior. La iniciativa de organización es propuesta por la entidad enjambre idea que se toma por dos maestros de ciencias básicas quienes junto con un común grupo de alumnos afines a los dos maestros se escoge el grado que llevo a cabo el presente proceso. La propuesta de trabajo pretende responder a una necesidad sentida de las comunidades consumidoras de un producto de monocultivo muy implementado en esta zona rural del Norte. El tomate es un producto agrícola de mesa y cocina de amplio consumo en nuestro país pero en su ciclo de vida por ser un ecosistema altamente subsidiado acumula en sus frutos muchos residuos orgánicos de origen artificial situación que nos motivó a proponer un sistema de cultivo subsidiado pero en condiciones menos lesivas en los restos de los tejidos que conforman la pulpa del tomate. La propuesta metodológica se desarrolló en la primera fase lúdica pedagógica con énfasis en el uso de las tics para la consecución del marco teórico y consultivo.

INTRODUCCIÓN

La agricultura orgánica es uno de los varios enfoques de la agricultura sostenible. En efecto, muchas de las técnicas utilizadas por ejemplo, los cultivos intercalados, el acolchado, la integración entre cultivos y ganado se practican en el marco de diversos sistemas agrícolas. Lo que distingue a la agricultura orgánica es que, reglamentada en virtud de diferentes leyes y programas de certificación, están prohibidos casi todos los insumos sintéticos y es obligatoria la rotación de cultivos para "fortalecer el suelo". Una agricultura orgánica debidamente gestionada reduce o elimina la contaminación del agua y permite conservar el agua y el suelo en las granjas. Algunos países desarrollados (por ejemplo Alemania o Francia) obligan a los agricultores a aplicar técnicas orgánicas, o los subvencionan para que las utilicen, como solución a los problemas de contaminación del agua. La agricultura orgánica todavía es apenas una pequeña rama de la actividad económica, pero está adquiriendo creciente importancia en el sector agrícola de algunos países, independientemente de su estadio de desarrollo. En Austria y en Suiza, la agricultura orgánica ha llegado a representar hasta un 10 por ciento del sistema alimentario, y en Estados Unidos, Francia, Japón y Singapur se están registrando tasas de crecimiento anual superiores al 20 por ciento.

La demanda de productos orgánicos ha creado también nuevas oportunidades de exportación para el mundo en desarrollo. Como ningún país puede satisfacer la demanda de una variedad de alimentos orgánicos producidos dentro de sus fronteras durante todo el año, muchos países en desarrollo han comenzado a exportar con éxito productos orgánicos, por ejemplo, frutas tropicales a la industria europea de los alimentos infantiles, hierbas de Zimbabwe a Sudáfrica; seis países de África exportan algodón a la Comunidad Europea. (Revista FAO enfoques).

JUSTIFICACIÓN

Los factores motivantes para el presente proceso investigativo lo determinaron en primera instancia la necesidad de aminorar en la medida de lo posible así sea teóricamente los efectos de los contaminantes en los alimentos que van a la mesa diariamente ya que el tomate es el producto que en forma visual o no, está presente en el plato del colombiano como mínimo dos veces al día y esto trae a la larga consecuencias en la salud de todos.

El otro factor motivacional es el trabajo a ratos rutinario dentro del aula que necesita espacios demostrativos para que el estudiante utilice las tecnologías en sus procesos de consulta, solución y respuesta a problemáticas presentadas en el desarrollo de sus asignaturas biología y química.

En grupo de investigación se abordaron los siguientes interrogantes:

¿Por qué el agricultor recibe actualmente bajas ganancias al momento de comercializar sus productos?

¿Cómo afectan los fungicidas y herbicidas los ecosistemas propios y aledaños al cultivo?

¿Por qué se considera actualmente que muchos productos agropecuarios, afectan de forma directa la salud del consumidor?

¿Por qué los ecosistemas, generalmente aledaños a los cultivos no permiten el desarrollo de flora y fauna acuática?

¿Qué alternativas permitirán al agricultor obtener productos rentables y amigables con el ambiente y la salud del consumidor?

Atendiendo a estas preguntas y a sus interrogantes los estudiantes de grado 10 de se comprometen a investigar las respuestas de forma idónea, utilizando como método la observación, el análisis y poniendo en práctica las investigaciones realizadas en base al tema abordado.

Pretendemos con este proyecto experimental no solo sembrar en nuestros jóvenes una cultura investigativa sino además crear en él y en las futuras generaciones un espíritu conservacionista, ambientalista y emprendedor.

Esta propuesta permite realizar prácticas investigativas con un mínimo de material e instrumentos tecnológicos. Pues el fundamento central de la investigación está en analizar los efectos que causan los extractos alelopáticos en el desarrollo de las plantas de tomate.

En este sentido la investigación se da como un enfoque didáctico que permite hacer uso de estrategias de aprendizaje activo para desarrollar en el estudiante competencias que le permitan realizar una investigación creativa en el mundo del conocimiento permitiéndole entender la realidad para interactuar con ella y transformarla.

Contextualizar discusiones de resultados de investigación actual, haciendo referencia algunas de las teorías superadas del pasado, y/o antagónicos puntos de vista actuales. Demostrar la naturaleza provisional del conocimiento y su naturaleza dinámica y evolutiva, con una perspectiva histórica que muestre cómo políticas y prácticas actuales han evolucionado a partir de prácticas antiguas.

OBJETIVOS

Objetivo general

Reconocer la importancia de la agricultura orgánica como una práctica agrícola necesaria para evitar contaminación silenciosa en la alimentación diaria.

Objetivos específicos

- Identificar los procesos de acumulación en el intercambio iónico en los sustratos de los cultivos.
- Sensibilizar a los estudiantes rurales sobre la importancia de evitar la contaminación en los cultivos.
- Operacionalizar un cultivo demostrativo que permita verificar los flujos de nutrientes y contaminantes en el tomate.

CONFORMACIÓN DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN

La conformación del grupo de investigación se realiza con los estudiantes de la Institución Educativa Andrés Bello:

| nombre | edad | grado |
|------------------|------|----------|
| astrid dayana | 17 | décimo |
| brayan | 16 | décimo |
| karen estefania | 19 | décimo |
| victor manuel | 17 | undécimo |
| dalia lucrecia | 17 | décimo |
| leidy paola | 18 | décimo |
| vianey | 18 | décimo |
| jesica | 15 | décimo |
| maria fernanda | 17 | décimo |
| christian damian | 16 | décimo |
| johana marisol | 16 | décimo |
| geraldine omaira | 16 | décimo |
| zully shakira | 16 | décimo |
| nashly jisseth | 16 | décimo |
| edgar andres | 18 | décimo |
| lizeth | 16 | décimo |
| valentina | 17 | décimo |
| juliana | 17 | décimo |
| fabian yesid | 17 | décimo |

FOTOGRAFÍA DEL GRUPO



EMBLEMA:

“IDENTIFICACION Y USO DE ACELERADORES BIOLÓGICOS EN PLANTAS DE TOMATE CULTIVADAS EN LOS LABORATORIOS DE LA INSTITUCION EDUCATIVA MARCOS GARCIA CARRILLO CORREGIMIENTO LA DONJUANA –MUNICIPIO DE BOCHALEMA.”

LOGO:



LA PREGUNTA COMO PUNTO DE PARTIDA

Nos reunimos con los estudiantes y el docente co-investigador y se propusieron diferentes temas tales como:

- ¿Por qué el agricultor recibe actualmente bajas ganancias al momento de comercializar sus productos?
- ¿Cómo afectan los fungicidas y herbicidas los ecosistemas propios y aledaños al cultivo?
- ¿Por qué se considera actualmente que muchos productos agropecuarios, afectan de forma directa la salud del consumidor?
- ¿Por qué los ecosistemas, generalmente aledaños a los cultivos no permiten el desarrollo de flora y fauna acuática?
- ¿Qué alternativas permitirán al agricultor obtener productos rentables y amigables con el ambiente y la salud del consumidor?

Realizando una plenaria donde se reflexiono acerca de las preguntas planteadas y se analizan de forma objetiva se convergen en una sola reflexión en la que se debe procurar en producir alimentos sanos para el consumo del ser humano, ya que hoy en día los alimentos no son saludables para el consumo del mismo hombre por la cantidad de plaguicidas que enferman al ser humano. Después que se socializa el tema se les pide a los estudiantes que realicen una serie de preguntas y de esta manera, tener clara cuál es la raíz del problema. Llegando a un acuerdo con los participantes del proyecto se escogió la pregunta investigativa: ¿Qué productos permitirán al agricultor obtener tomates de manera rentable y amigable con el ambiente y la salud del consumidor?

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

La población rural pobre depende de la agricultura y de otras actividades relacionadas con ella para obtener su sustento. En consecuencia, para obtener resultados importantes en la reducción de la pobreza la inversión nacional y la ayuda externa deberían concentrarse en las zonas rurales, donde vive la mayoría de la población pobre, y en la agricultura, que es la base de su supervivencia.

Con frecuencia se afirma que lo importante para erradicar la pobreza es el crecimiento económico. Sin embargo para reducir la pobreza es igualmente importante preguntarnos quien se beneficia con este crecimiento. El incremento de la producción de los agricultores comerciales en zonas bien regadas y de las industrias de las zonas urbanas es importante desde el punto de vista de los ingresos y la disponibilidad de alimentos en el ámbito nacional. Sin embargo, es posible que sea de poca utilidad para reducir la inseguridad alimentaria y la pobreza de los millones de pequeños productores rurales de las zonas de escasos recursos (FIDA, 2001).

El modelo de agricultura convencional adoptado desde la década de los cincuentas, se fundamenta en un sistema de producción de alta eficiencia, dependiente de un alto uso de insumos sintéticos, donde el manejo monocultivista se justifica como herramienta fundamental para lograr la mayor eficiencia del proceso productivo. Sin embargo este sistema de producción ha mostrado serios problemas de sostenibilidad en veinte o treinta años de uso intensivo en zonas aldoneras en Centro América (Moore, 1988), o bananeras al sur de Costa Rica, como ejemplos, y de haber ocasionado no solo la destrucción de los recursos naturales y del paisaje, pero sobre todo la desaparición de pequeños productores en algunas regiones.

La agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que trata de cambiar algunas de las limitaciones encontradas en la producción convencional. Más que una tecnología de producción, la agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que se fundamenta no solamente en un mejor manejo del suelo y un fomento al uso de insumos locales, pero también un mayor valor agregado y una cadena de comercialización más justa.

Por su origen la agricultura orgánica surge desde una concepción integral, donde se involucran elementos técnicos, sociales, económicos y agroecológicos. No se trata de la mera sustitución del modelo productivo o de insumos de síntesis artificial por insumos naturales. La agricultura orgánica es una opción integral de desarrollo capaz de consolidar la producción de alimentos saludables en mercados altamente competitivos y crecientes (Amador, 1999).

Para muchos la agricultura orgánica nace con nuestros ancestros, indígenas mayas que tuvieron la capacidad de alimentar más de treinta millones de habitantes en áreas reducidas, utilizando únicamente insumos naturales locales.

La nueva escuela de agricultura orgánica, que toma fuerza en Europa y Estados Unidos alrededor de los años setentas, nace como una respuesta a la revolución verde y a la agricultura convencional que se inicia a mediados del siglo XIX.

La agricultura orgánica rescata las prácticas tradicionales de producción, pero no descarta los avances tecnológicos no contaminantes, sino más bien los incorpora, adaptándolos a cada situación particular. La agricultura orgánica es la conjunción de prácticas ancestrales, como el uso de terrazas por los incas, con la agricultura tradicionalmente biodiversa de nuestros campesinos, vinculada a nueva tecnología apropiada.

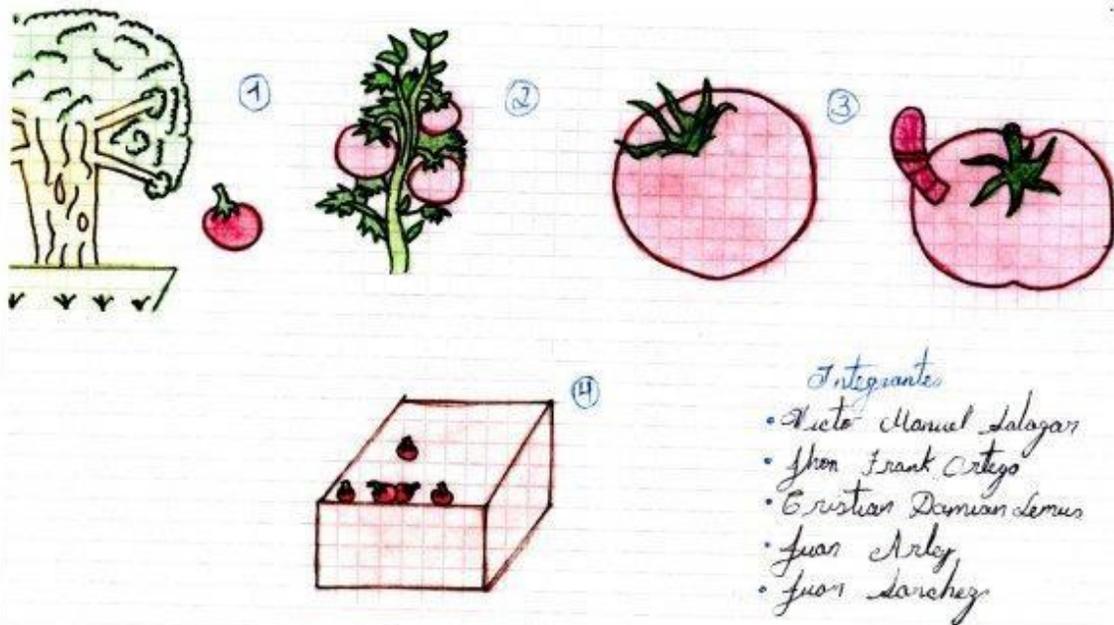
Dentro de los pensadores de esta nueva escuela de agricultura orgánica, se destacan en Inglaterra, Sir Albert Howard (Un testamento Agrícola, 1940), que desarrolla sistemas de producción en la India sin la ayuda de insumos externos, y Lady Eve Balfour (1899-1990) que en su libro *The Living Soil* (1943) promueve que la salud del suelo y la salud del hombre son inseparables (Balfour, 1976). En Alemania Rudolph Steiner (1861-1925), da las bases filosóficas para la agricultura biodinámica, promoviendo una agricultura que utiliza las fuerzas energéticas de todos los seres vivos y sus interacciones con el cosmos (Steiner, 1924). En Japón, Mokichi Okada (1882- 1955) promueve el sistema de agricultura natural, que considera que la armonía y la prosperidad humana y de otros seres, puede ser alcanzada preservando los ecosistemas (Nature Farming International Research Foundation, 1992). Estos pioneros tenían en común, que creían que la relación con la naturaleza debe ser de convivencia y respeto.

Junto a estos creadores de formas de producción alternativas, Raquel Rachel Carson, con su libro *La Primavera Silenciosa* (1961), llamó por primera vez la atención acerca del riesgo del impacto del abuso en el uso de pesticidas sobre la naturaleza. La evidencia de que producir sin agroquímicos era posible, aunado al riesgo ya evidenciado del uso de pesticidas, una mayor conciencia de los productores del riesgo que implica producir con agroquímicos, y el interés de los consumidores por seleccionar mejor sus alimentos, son lo que le dan fuerza al desarrollo y establecimiento de la agricultura orgánica como una alternativa productiva.

El rol que juegan los consumidores en el desarrollo y establecimiento de la agricultura orgánica en los mercados debe ser resaltado, dado que, por primera vez, los consumidores reconocen que a través de la selección de sus productos, ellos pueden tener un efecto sobre la salud del planeta y el bienestar de los pequeños productores.

Según Lampkin, el éxito de la agricultura orgánica en Europa se debe a que presenta una solución integral a los problemas del sector agropecuario: protección al ambiente, conservación de los recursos renovables y no renovables, mejora la calidad de alimentación y reorientación de la producción a áreas de mayor demanda del mercado. Por esta razón, los gobiernos europeos desde finales de la década de los años ochenta establecieron los incentivos para la producción orgánica, que según el mismo Lampkin, son estos incentivos económicos, y la respuesta de los consumidores, los dos principales factores del éxito de la producción orgánica en Europa (Lampkin et al., 1999).

TRAYECTORIA DE LA INDAGACIÓN:



- Método de investigación

Este proyecto implementa un método de investigación activo, aplicada, explicativa, descriptiva y participativo ya que el objetivo es reconocer la importancia de la agricultura orgánica como una práctica agrícola necesaria para evitar contaminación silenciosa en la alimentación diaria. El desarrollo metodológico permite comprender la realidad del entorno social circundante donde se pretende despertar la conciencia acerca del impacto de cultivos orgánicos como una investigación en la realidad sociocultural, a partir del desarrollo de habilidades y competencias de comprensión requeridas en el proceso de la investigación en la utilización de herramientas para publicar hallazgos y resultados.

POBLACIÓN ABORDADA:

Estudiantes de décimo grado y los maestros de ciencias naturales de la IE Marcos García Carrillo centro poblado la Donjuana del municipio de Bochalema.

INSTRUMENTOS:

Los instrumentos que se han utilizado en esta trayectoria son:

- La observación.
- La encuesta.
- Los encuentros pedagógicos.
- Talleres de química en la utilización de aceleradores en la producción de alimentos orgánicos.

DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO:

El centro poblado La Donjuana está ubicado en el kilómetro 46 de la vía nacional ruta 22 Cúcuta Pamplona. Es una zona económicamente catalogada como zona minera pero también es un centro de producción agrícola en menor escala pero el tomate es el mayor productor de comercialización.

Es una zona que goza de un clima templado apto para cultivos como el café, cítricos, árboles frutales como el mango, bananos, aguacate, lechosa entre otras. Esta zona ha sido tradicionalmente agrícola, cerca de las dos ciudades despensa de nuestra economía regional como son Cúcuta y Pamplona, ciudades abastecidas por los productos alimenticios emanados de esta región de la zona sur oriental del departamento Norte de Santander.

RECORRIDO DE LA TRAYECTORIA DE INDAGACIÓN



GRUPO DE INVESTIGACIÓN

REALIZANDO LOS ROLES DE CADA PARTICIPANTE DEL GRUPO DE INVESTIGACION



SALIDA DE CAMPO:



Realizando talleres de bioaceleradores para el cultivo de tomate orgánico.



Salón de laboratorio (practica taller de bioaceleradores para el cultivo de tomate orgánico).

ENCUENTROS PEDAGÓGICOS



REFLEXIÓN / ANÁLISIS DE RESULTADOS

RESULTADOS OBTENIDOS Y APRENDIZAJES

- Se fomentó y reforzó el trabajo en grupo.
- A través de las diferentes consultas hubo apropiación de la temática planteada “Agricultura orgánica”.
- Reconoce la importancia de la conservación de los ecosistemas naturales y la conservación de la salud y del cuidado de los ecosistemas por acumulación de residuos.
- Ponen en práctica en el colegio el cultivo como tal con todas las implicaciones del cultivo hidropónico.
- Aprenden a través de la observación y haciendo fundamento de la propuesta metodológica institucional.

LOGROS

- Fomentar el cuidado del medio ambiente
- Incentivar el espíritu investigativo
- Cuidar las plantas
- Concientizar desde niños la manera de tener una vida sana con el consumo de plantas orgánicas.
- Asumir el rol que le corresponde a cada uno en un grupo de investigación.
- Apropiación de las TIC

IMPACTO SOCIAL

- Concientizar a la comunidad de la Institución Educativa Marcos García Carrillo del cuidado de la naturaleza.

IMPACTO ECONOMICO

- Reconocer la riqueza natural que posee el Municipio de Bochalema.
- Enseñarle a la comunidad educativa el cuidado y cultivo de las plantas orgánicas para su propio beneficio.

IMPACTO ACADEMICO

- Realizar consultas monográficas.
- Obtener un aprendizaje significativo.
- Enseñar a los jóvenes a tener conciencia de los recursos que poseemos.
- Fomentar en los estudiantes estrategias para resolver un problema que afecta su vida diaria.
- Mantener la participación de los padres de familia en el proceso formativo de los estudiantes.

DIFICULTADES

- La falta de los recursos económicos para realizar de forma efectiva lo proyectado a tiempo.
- Dificultad de conectividad al inicio del proyecto.
- .Institucionalmente no se generan los espacios para la investigación.

CONCLUSIONES

Este proyecto es de total aplicabilidad e importancia tanto para los estudiantes como para los docentes ya que se trabajó en grupo y se aplicaron las técnicas para la elaboración de consultas monográficas, cada uno asumiendo una responsabilidad para poder lograr las actividades que se programaron hicieron. Se hizo el reconocimiento del contexto dentro del corregimiento con una problemática sentida en la alimentación y para elevar costos de ventas por el valor agregado cultivo orgánico.

Con este proyecto se fortalecieron los presaberes ya adquiridos por los estudiantes con un enfoque de alto nivel como son el uso apropiado de las herramientas en las TIC.

El proyecto permitió que docentes y estudiantes valoren y cuidaren el entorno con el cual cuentan, además determinar por cuenta propia la que es una planta orgánica y los beneficios económicos y nutricionales de los alimentos ya que se tienen amplias zonas verdes en los campos y los alrededores del corregimiento, el cual es propicio para mantener protegido y mejorar el hábitat del corregimiento.

BIBLIOGRAFIA

Gabriela. S. (2003). Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-at738s.pdf>

<http://la-investigacion-cualitativa.blogspot.com.co/>

Arturo.T.(2005). Recuperado de http://www.itesca.edu.mx/documentos/desarrollo_academico/Metodo_Aprendizaje_Basado_en_Investigacion.pdf.

Nicolas. LL. (2011). Recuperado de http://www.academia.edu/5075869/CLASES_Y_TIPOS_DE_INVESTIGACION_Y_SUS_CARACTERISTICAS

AGRADECIMIENTOS:

Primero que todo le agradezco a Dios por cada uno de los logros que hemos obtenido, luego agradecemos al grupo enjambre que nos ha dado la oportunidad de trabajar estos proyectos y enviarnos lo tutores para que nos orienten; ya que esto nos sirve a los docentes para aprender a cada día más y a los estudiantes aprender a través de la práctica, la observación y de manera lúdica diferentes conceptos y a relacionarnos con los demás compañeros de la diferentes sedes tanto en el grupo de investigación como en los encuentros en las ferias que asistimos.

Le agradecemos a los estudiantes de grado 10 y al cuerpo de docentes que nos permitió realizar este proyecto dentro del establecimiento educativo para el beneficio del mismo.

A los estudiantes que trabajaron de forma responsable e idónea para sacar a buen término la ejecución del proyecto.

En especial agradecimiento a la docente Martha Aurelia Gamboa Vera quien fue mi docente acompañante en este maravilloso trabajo que realizamos conjuntamente, quien mi soporto ante todas las dificultades que se nos presentaron para el desarrollo de las temáticas abordadas.

Al programa Ejnambre por brindarnos todas las herramientas tecnológicas y el apoyo económico a este proyecto piloto, que busca fomentar nuevas culturas en nuestros estudiantes como es la investigación como una verdadera estrategia en las competencias del Saber.

ANTECEDENTES

El proyecto **ERAS** es una propuesta que busca integrar las áreas del conocimiento a través de la utilización de las tics como mediadoras en la transversalidad y afianzamiento de saberes con el fin de hacer más eficientes y productivos los procesos de enseñanza aprendizaje, aprovechando los recursos y posibilidades que ofrecen las tecnologías. Durante la ejecución del proyecto los estudiantes de la sede Escuela Integrada la don Juna de la Institución Educativa Marcos García Carrillo contara con la posibilidad de explorar diferentes programas y software educativos. La propuesta está planteada para los estudiantes de grados de primaria y bachillerato, debido a que su temática puede ser desarrollada por otros grados en cualquier momento del año escolar. Este proyecto parte de un modelo pedagógico constructivista social que inspira las características generales del entorno y todas sus funcionalidades. Enfatiza los aspectos activos y participativos del proceso de enseñanza aprendizaje a través de diversas herramientas de comunicación. Durante la realización de las tareas o actividades de enseñanza aprendizaje encontraremos situaciones tales como: la utilización de las TIC como mediadoras de determinadas actuaciones del profesor (explicar, ilustrar, relacionar, sintetizar, proporcionar retroalimentar, comunicar valoraciones críticas, planificar, regular, orientar evaluar, mediante el uso de presentaciones, simulaciones, visualizaciones. <http://www.eduteka.org/proyectos.php/2/17568>.

El proyecto a través de su pregunta problematizadora ¿Qué productos permitirán al agricultor obtener tomates de manera rentable y amigable con el ambiente y la salud del consumidor? Pretende que los estudiantes adquieran y desarrollen diversas capacidades como la investigación, el análisis y la observación empleadas en la búsqueda de alternativas que propicien la adquisición de una conciencia y reconocimiento de la importancia del cuidado de las plantas medicinales, así como su cuidado, en base a sus conocimientos previos, al conocer y experimentar las consecuencias y repercusiones de no emprender acciones que promuevan el buen uso de las plantas medicinales, al mismo tiempo que, pondrán en juego habilidades de comunicación y convivencia grupal. <http://es.educacionpreescolar.wikia.com/wiki/Proyecto>.

MARCO TEÓRICO

Aspectos de la agricultura orgánica que la hacen una alternativa promisoría para el desarrollo rural y el alivio de la pobreza.

El estudio realizado por FIDA (FIDA, 2003) revisa las experiencias de productores en México, Guatemala, El Salvador, Costa Rica, República Dominicana y Argentina (Cuadro 1). El estudio encontró que la adopción de la producción orgánica en la mayoría de los casos logró aumentar los ingresos de los productores. Las entrevistas realizadas sugieren, así mismo, que habrían habido efectos positivos sobre la salud de los productores, la vida de los asalariados rurales y el ambiente. Se destaca, al mismo tiempo, que el proceso de transición hacia la agricultura orgánica es un proceso complejo, en el cual son fundamentales el apoyo técnico, la organización de los agricultores, los aspectos relacionados a la comercialización y el control de la calidad.

Para que la agricultura orgánica sea viable se hace necesario además, una serie de precondiciones. Entre ellas: la motivación de los agricultores, disponibilidad de mano de obra, un sistema de tenencia de la tierra que garantice al menos derechos de usufructo a largo plazo a los pequeños productores, organizaciones de agricultores que funcionan efectivamente y vínculos en los mercados. Una importante conclusión del estudio es la potencial ventaja comparativa que ofrecería la agricultura orgánica a los pequeños agricultores pobres que no han empleado antes productos químicos, conocen la ecología local y disponen de un excedente de mano de obra.

Evidencias de mejoras en los ingresos y en la calidad de vida han sido documentadas de una y otra forma por productores alrededor del mundo, pero cuáles son las características de este sistema productivo que lo convierten en una alternativa valiosa como estrategia de desarrollo rural?. A continuación se indican algunos de estos factores tomados de la experiencia de América Central, así como del estudio de FIDA y del Taller realizado en Roma en Setiembre de 2002:

Adopción de la producción orgánica entre pequeños productores en Latinoamérica: retos y oportunidades.

a. Genera empleo rural

Al ser este un sistema productivo que sustituye el uso de agroquímicos como herbicidas por un manejo manual de las malezas, o los fertilizantes sintéticos por abonos orgánicos, hace que se requiera de más mano de obra. Esto crea una fuente de empleo rural que mejora las condiciones de la comunidad, favoreciendo también a los campesinos sin tierra. El productor de café orgánico Guillermo Campos en Turrialba, Costa Rica dice, "ahora yo comparto mis ganancias con mis vecinos, porque yo les puedo pagar para que me ayuden a veces y ellos no tienen que irse a jornalear tan lejos".

b. Promueve la seguridad y la soberanía alimentaria.

La dependencia de la economía familiar de un solo cultivo, ya sea para mercado local o la exportación, orgánico o convencional, hace vulnerable al productor por las variaciones del mercado y los impactos climáticos. En cambio, la producción orgánica promueve la biodiversidad en la finca, no solo porque es indispensable para el funcionamiento del equilibrio biológico necesarios para el manejo de plagas y enfermedades, sino también para aumentar la sostenibilidad económica del sistema.

Familias de productores de café en Centro América que habían dejado los frutales en sus cafetales, o pequeños gallineros en sus jardines, lograron sobrellevar la crisis, mientras que aquellos que habían eliminado la sombra y sembrado café de borde a borde en su parcela se han visto fuertemente afectados. Holtz (2002) evaluó el impacto del huracán Mitch sobre la recuperación de fincas en Honduras y Nicaragua, mostrando que las fincas con manejo agroecológico, lograron superar mejor el efecto de la crisis, al tener una producción más diversificada. Esta diversidad de alimentos dentro de la finca da al productor un mayor acceso y selección de sus alimentos y promueve el autoabastecimiento porque depende principalmente de insumos y recursos producidos localmente.

c. Mejora la fertilidad del suelo y combate la erosión.

Muchos sistemas de producción convencionales han ido destruyendo la capacidad productiva del suelo, creando aún más presión sobre la distribución de las tierras de más valor, que por lo general, están siendo ya manejadas por las grandes compañías y los grandes productores. Sistemas productivos que protejan y mejoren el suelo, permiten asegurar una mayor estabilidad de los sistemas en el tiempo, favoreciendo la seguridad alimentaria de las familias productoras. Gracias al uso de abonos orgánicos y prácticas de conservación de suelos, tierras de ladera que antes eran poco productivas, han logrado estabilizar y mejorar producciones en zonas del Valle Central en Costa Rica.

d. El proceso de toma de decisión: productor-técnico, el rol de la familia.

En la estructura actual de la sociedad, los pobres y la población rural raras veces tienen la misma influencia que los ricos y la población urbana en la toma de decisiones (FIDA, 2001). Las razones para esta situación son muchas, pero entre otras se encuentra la baja capacidad de los productores de articular y presentar sus prioridades, así como una disminución, en la estructura social actual de la valoración de su actividad.

En la agroecología, cada sistema debe ser tratado en forma única, dado que presenta características propias diferentes, siendo por supuesto el productor, el experto en condiciones locales. Esto hace que su rol pasa a ser más proactivo, debiendo junto con el técnico analizar su situación específica, en un mezcla de conocimientos de ambos, para definir un sistema de manejo sostenible para su finca.

e. Indispensabilidad de la organización

Los sistemas de comercialización utilizados y los requisitos de certificación, hacen de la organización entre los productores un requisito indispensable para poder acceder a mercados locales y de exportación.

f. Distribución de recursos en la cadena agroalimentaria.

La agricultura orgánica plantea una mejor distribución de los recursos dentro de la cadena agroalimentaria, promoviendo que los productores establezcan, en la

medida de lo posible sistemas directos de comercialización. Grupos agroecológicos en el sur de Brasil han logrado (sin introducir sobrepuestos) obtener una mayor ganancia para sus productos orgánicos, simplemente a través logrando una mejor ubicación en la cadena de comercialización.

MARCO CONCEPTUAL

1- BIOACELERADORES – ALELOPATIA – ALELOQUIMIA

En la naturaleza, las plantas están expuestas a factores bióticos y abióticos con los cuales han co-evolucionado. La presión de selección ejercida por estos a lo largo del proceso evolutivo provocó el desarrollo en los vegetales de numerosas rutas de biosíntesis a través de las cuales sintetizan y acumulan en sus órganos una gran variedad de metabolitos secundarios. Se sabe que muchos de los mismos juegan un importante rol en interacciones complejas entre organismos vivos en el entorno natural. Entre ellos existen sustancias que producidas por una planta le proporcionan beneficios al provocar determinados efectos sobre otras plantas o animales. Estas sustancias se denominan aleloquímicos y el fenómeno en el cual están involucradas se designa con el nombre de aleloquimia. En este capítulo se analizarán las características de un tipo especial de aleloquimia que se establece entre individuos vegetales denominado alelopatía.

El término alelopatía (del griego *allelon* = uno al otro, del griego *pathos* = sufrir ; efecto injurioso de uno sobre otro) fué utilizado por primera vez por Molisch (1937) para referirse a los efectos perjudiciales o benéficos que son ya sea directa o indirectamente el resultado de la acción de compuestos químicos que, liberados por una planta, ejercen su acción en otra. Siguiendo esta definición en todo fenómeno alelopático existe una planta (donor) que libera al medio ambiente por una determinada vía (por ej. lixiviación, descomposición de residuos, etc) compuestos químicos los cuales al ser incorporados por otra planta (receptora) provocan un efecto perjudicial o benéfico sobre germinación, crecimiento o desarrollo de esta última. Los compuestos citados que desencadenan el proceso se denominan compuestos, agentes o sustancias alelopáticas. La definición abarca tanto los efectos perjudiciales como benéficos. Es necesario puntualizar que muchas sustancias con actividad alelopática tienen efectos benéficos a muy bajas concentraciones y, superado un determinado umbral, actúan negativamente sobre la planta receptora. Aun así, predomina en la literatura especializada la descripción de efectos negativos. Por otra parte, el término definido por Molisch incluye a hongos y otros microorganismos además de las plantas superiores, puesto que en su tiempo todos ellos se consideraban miembros del reino vegetal. La confusión aumenta si se tiene en cuenta que muchos agentes alelopáticos además de tener un efecto sobre plantas, también lo tienen sobre otros tipos de organismos distantes a éstas tales como herbívoros e insectos fitófagos. Evolutivamente es lógico esperar por selección natural la preferencia por modelos de defensa basados en sustancias que presentan actividad biológica sobre un amplio espectro de organismos, lo cual implica para la planta una mayor eficiencia en el uso de su energía. Esto condujo a ciertos autores a ampliar el alcance de la alelopatía.

Grummer propuso una designación específica para los diferentes agentes alelopáticos basada en el tipo de planta productora de los mismos y el tipo de planta aceptora. Sin embargo no tuvo amplia aceptación. En opinión de Einhellig esto sería consecuencia de que frecuentemente la fuente emisora de un compuesto alelopático no se conoce *a priori* con claridad. Por ejemplo, compuestos liberados por plantas superiores pueden ser alterados por microorganismos en el suelo antes de que ejerzan su acción sobre la planta receptora. A su vez es difícil establecer la fuente de producción de un compuesto aislado en el medio edáfico. También la terminología sugerida no permite aclarar el rol de la sustancia con actividad biológica cuando ésta tiene múltiples funciones afectando varios tipos de organismos. En base al análisis anterior en este capítulo se tendrá en cuenta el criterio enunciado por Müller, el cual utiliza el término alelopatía para referirse a los efectos nocivos de un compuesto químico producido por una planta superior sobre otra planta superior.

En la literatura a veces al analizar las interacciones entre plantas superiores existió cierta confusión en el uso de los términos alelopatía y competencia. Algunos biólogos han considerado que la alelopatía es parte de la competencia. La competencia entre plantas involucra la reducción en la disponibilidad de algún factor del entorno, debido a su utilización por un individuo vegetal, que es requerido también por otra planta que comparte el mismo hábitat. Entre estos factores citemos el agua, los nutrientes minerales y la luz. En cambio la alelopatía implica la liberación al entorno por parte de una planta de un compuesto químico que ocasiona un efecto sobre otra. Por tanto, el efecto detrimental en crecimiento y desarrollo en la competencia es debido a la reducción en la disponibilidad de recursos comunes, mientras que en la alelopatía tiene su origen en compuestos químicos liberados por una planta que afectan a otra. Estos conceptos son diferentes entre sí pero desde un punto de vista ecofisiológico se pueden considerar estrechamente ligados y complementarios en su efecto. Para evitar confusiones se utiliza el término interferencia para designar al efecto total de una planta sobre otra, es decir, la suma de efectos debidos a los fenómenos de competencia y alelopatía.

Hemos enunciado mas arriba que en la alelopatía existe una planta productora del agente alelopático y otra receptora de diferente especie. Cuando la planta productora y la receptora son de la misma especie estamos en presencia de lo que se puede considerar un caso especial en alelopatía llamado autotoxicidad.

1. Naturaleza química de los agentes alelopáticos

Como se indicó anteriormente los agentes alelopáticos son metabolitos secundarios y los compuestos conocidos fueron aislados de las plantas y el suelo. La naturaleza química de los agentes alelopáticos es muy variada. A medida que progresan las investigaciones en el tema se incorporan nuevos grupos de sustancias a las cuales no se les atribuía esta actividad biológica. Normalmente la literatura especializada los ordena en los siguientes grupos:

Compuestos alifáticos: Pocos de estos compuestos son conocidos por su actividad inhibitoria de la germinación de semillas y el crecimiento de plantas. Comprenden varios ácidos (p.ej. oxálico, crotonico, fórmico, butírico, acético, láctico y succínico) y alcoholes (tales como metanol, etanol, n-propanol y butanol) solubles en agua, que son constituyentes comunes presentes en plantas y suelo. Bajo condiciones aeróbicas los ácidos alifáticos son rápidamente metabolizados en el suelo, por lo cual no pueden considerarse una importante fuente de actividad alelopática.

Lactonas no saturadas: La psilotina y psilotinina son producidas por *Psilotum nudum* y *Twesiperis tannensis*, respectivamente. La protoanemonina es producida por varias ranunculáceas. Son poderosos inhibidores de crecimiento aunque el rol de estos compuestos en alelopatía no se conoce completamente.

Lípidos y ácidos grasos: Existen varios ácidos grasos tanto de plantas terrestres como acuáticas que son inhibitorios de crecimiento vegetal. Se pueden citar entre otros los ácidos linoleico, mirístico, palmítico, láurico e hidroxisteárico. Su rol en alelopatía no está completamente investigado.

Terpenoides: Las plantas superiores producen una gran variedad de terpenoides, pero de ellos sólo unos pocos parecen estar involucrados en alelopatía.

Frecuentemente estas sustancias se aislaron de plantas que crecen en zonas áridas y semiáridas. Los monoterpenos son los principales componentes de los aceites esenciales de los vegetales y son los terpenoides inhibidores de crecimiento más abundantes que han sido identificados en las plantas superiores. Son conocidos por su potencial alelopático contra malezas y plantas de cultivo. Entre los más frecuentes con actividad alelopática se pueden citar el alcanfor, α y β-pineno, 1,8-cineol, y dipenteno. Dentro de las plantas que los producen podemos citar los géneros *Salvia spp*, *Amaranthus*, *Eucalyptus*, *Artemisia*, y *Pinus*. Un sesquiterpeno destacado es el ácido abscísico una importante hormona vegetal y también agente alelopático.

Glicósidos cianogénicos: Entre ellos se encuentran la durrina y amigdalina (o su forma reducida prunasina) de reconocida actividad alelopática. La hidrólisis de estos compuestos da lugar no sólo a cianhídrico sino también a hidroxibenzaldehído que al oxidarse origina el ácido p-hidroxibenzoico, el cual posee por sí mismo actividad alelopática. La durrina es frecuente entre especies tanto cultivadas como silvestres del género *Sorghum*. Amigdalina y prunasina son frecuentes en semillas de *Prunaceae* y *Pomaceae* actuando como inhibidores de germinación. La mayoría de los miembros de la familia *Brassicaceae* producen grandes cantidades de estos glicósidos, los que por hidrólisis producen isotiocianato con igual actividad biológica.

Compuestos aromáticos: Estos comprenden la más extensa cantidad de agentes alelopáticos. Incluye fenoles, derivados del ácido benzoico, derivados del ácido cinámico, quinonas, cumarinas, flavonoides y taninos.

Fenoles simples: Entre ellos las hidroxiquinonas y la arbutina, se aislaron de lixiviados de *Arctostaphylos* e inhiben el crecimiento de varias plantas.

Ácido benzoico y derivados: Derivados del ácido benzoico tales como los ácidos hidroxibenzoico y vainílico, están comúnmente involucrados en fenómenos alelopáticos. Dentro de las especies que los contienen se pueden citar el pepino, la avena (*Avena sativa*) y el sorgo. También se detectó la presencia de estos frecuentemente en el suelo (figura 1.2).

Ácido cinámico y sus derivados: La mayoría de estos compuestos son derivados de la ruta metabólica del ácido shikímico y están ampliamente distribuidos en las plantas. Se identificó la presencia de los mismos en pepino, girasol (*Helianthus annuus*) y guayule (*Parthenium argentatum*). Otros derivados de los ácidos cinámicos tales como clorogénico, cafeico, p-cumárico, y ferúlico (figura 1.2) están ampliamente distribuidos en el reino vegetal y son inhibitorios de una gran variedad de cultivos y malezas. Los efectos tóxicos de estos compuestos son pronunciados debido a su larga persistencia en el suelo y muchos derivados del ácido cinámico han sido identificados como inhibidores de la germinación.

Quinonas y derivados: varias de las quinonas y sus derivados provienen de la ruta metabólica del ácido shikímico. El ejemplo clásico de estos compuestos es la Juglona y naftoquinonas relacionadas que se aislaron del nogal (Figura 1.1).

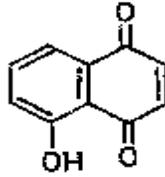


Figura 1.1: Estructura química de la Juglona, hidroxinaftoquinona producida por el nogal (diferentes especies del género *Juglans*).

Cumarinas: La cumarinas están presentes en muchas plantas. La metil esculina fué identificada en *Ruta*, *Avena* e *Imperata*. Compuestos tales como escopolina, escopoletina y furanocumarinas tienen capacidad inhibitoria del crecimiento vegetal.

Flavonoides: Una amplia variedad de flavonoides tales como floridzina (producida por *Malus* y algunas ericáceas) y sus productos de degradación tales como glicósidos de quempferol, quercetina y myrcetina son agentes alelopáticos bien conocidos.

Taninos: Los taninos, tanto los hidrolizables como los condensados, tienen efectos inhibitorios debido a su capacidad para unirse a proteínas. Taninos hidrolizables comunes tales como los ácidos gálico, elágico, trigálico, tetragálico y quebúlico están ampliamente distribuidos en el reino vegetal. La mayoría están presentes en suelos de bosques en concentraciones suficientes para inhibir nitrificación. Los taninos condensados, los cuales se originan de la polimerización oxidativa de las catequinas, inhiben las bacterias nitrificantes en suelos forestales y reducen el ritmo de descomposición de la materia orgánica el cual es importante para los ciclos de circulación de minerales en el suelo.

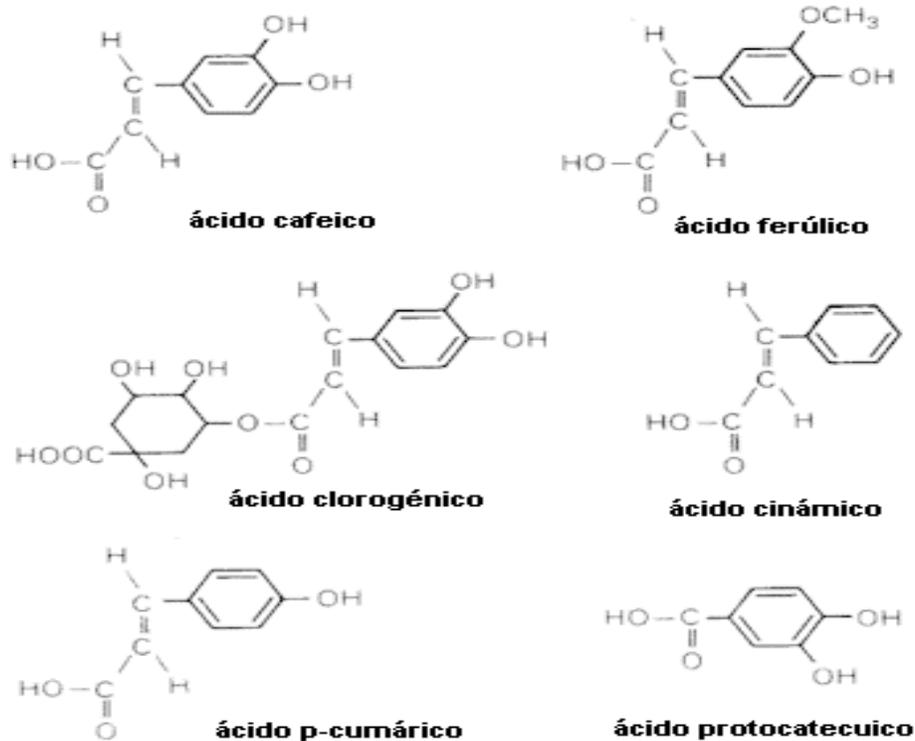


Fig. 1.2: Estructura química de algunos agentes alelopáticos mencionados en el texto

Alcaloides: Pocos alcaloides se conocen con actividad alelopática. Algunos como la cocaína, cafeína, cinconina, fisostigmina, quinina, cinconidina, estricnina son reconocidos inhibidores de la germinación. La cebada exuda por sus raíces la gramina que inhibe el crecimiento de *Stellaria media*. La cafeína mata ciertas hierbas sin afectar algunas especies cultivadas como, por ejemplo, el poroto.

3- Modo de liberación de los agentes alelopáticos

Una variedad de agentes alelopáticos son sintetizados y almacenados en diferentes células de la planta ya sea en forma libre o conjugada con otras moléculas y son liberados en el entorno en respuesta a diferentes stresses bióticos y abióticos. Muy poco se sabe sobre la liberación de aleloquímicos de tejido vivo, incluyendo los modos de regulación o influencia ambiental sobre esos procesos. Por ejemplo, ensayos con sorgo mostraron que al exponer semillas del mismo a radiaciones gamma, las plantas originadas exudaban por sus raíces mayor cantidad de agentes alelopáticos que plantas provenientes de simiente no sometida a dicho tratamiento. Por otra parte es un interrogante sin respuesta si los aleloquímicos son liberados en forma activa o a través de un escape pasivo. Existen sustancias exudadas por las raíces de ciertas plantas que no pueden aislarse de los tejidos radiculares de éstas. En sorgo las p-benzoquinonas, conocidas como sorgoleone, son exudadas en forma abundante por la raíz. Sin embargo no han sido encontradas en los tejidos radiculares. De

todas maneras, se puede afirmar que el modo de liberación de un agente alelopático depende de su naturaleza química. Las plantas superiores liberan regularmente compuestos orgánicos por volatilización de sus superficies y a través de lixiviados de hojas y exudados de raíces. Eventualmente, los constituyentes químicos de todos los organismos son liberados al entorno a través de procesos de descomposición, incorporándose a la matriz del suelo. Por tanto existen 4 vías principales de liberación al entorno de los aleloquímicos (Figura 3). A continuación analizaremos cada una de ellas.

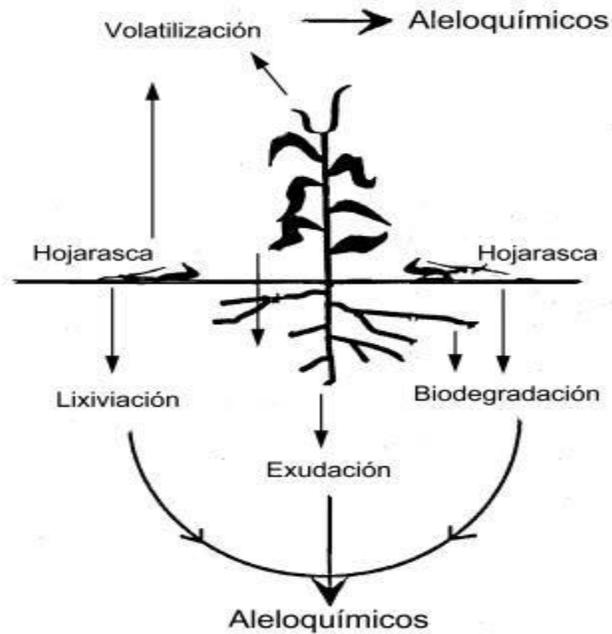


Fig. 3: Vías a través de las cuales se liberan los agentes alelopáticos al entorno

4- Descomposición de residuos vegetales

Los residuos en descomposición de la planta liberan una gran cantidad de agentes alelopáticos. Los factores que influyen en este proceso incluyen la naturaleza del residuo, el tipo de suelo, y las condiciones de descomposición. Eventualmente las sustancias alelopáticas liberadas por los residuos vegetales en el suelo entran en contacto con las raíces de plantas presentes en el mismo ejerciendo su acción. (Tabla 4). Los compuestos liberados por la planta al suelo sufren frecuentemente transformaciones realizadas por la microflora del mismo, que pueden originar productos con actividad biológica mayor que sus precursores. Investigaciones utilizando extractos acuosos vegetales han demostrado que los inhibidores solubles en agua presentes en la planta de cultivo pueden ser rápidamente liberados durante el proceso de descomposición.

| Tabla 3. Potencial alelopático de algunos exudados de raíces | | |
|--|---|---------------------------------|
| Nombre de la planta | Efecto inhibitorio sobre la especie blanco | Naturaleza química |
| <i>Elytrigia repens</i> | Crecimiento de raíces, materia seca, nodulación y fijación de nitrógeno. | No determinada. |
| <i>Chenopodium murale</i> | Longitud de vástago y espiga y peso seco en trigo | No determinada |
| <i>Avena spp.</i> | Crecimiento de raíz y brote y longitud de espiga en trigo. | Escopoletina y ácido vainílico. |
| <i>Bidens pilosa</i> | Area foliar, crecimiento y material seca en maíz, sorgo y lechuga. | No determinada. |
| <i>Celosia argentea L.</i> | Nodulación en <i>Cajanus cajan</i> y <i>Vigna aconitifolia</i> . | No determinada. |
| <i>Parthenium hysterophorus</i> | Crecimiento y nodulación de poroto. | No determinada. |
| <i>Medicago sativa</i> | Crecimiento de soja, maíz, cebada y rabanito. Cultivo de suspensiones celulares de repollo y tomate. | No determinada. Canavanina |
| <i>Lycopersicon esculentum</i> | Crecimiento de lechuga y berenjena. | No determinada. |
| <i>Brassica campestris</i> | Crecimiento de mostaza y autotóxico. | No determinada. |

5- Mecanismos de acción de los agentes alelopáticos

5.1 Alteraciones hormonales provocadas por agentes alelopáticos

Los compuestos fenólicos pueden reducir o incrementar la concentración de Acido Indol Acético (AIA), una fitohormona del grupo de las auxinas. Monofenoles tales como los ácidos p-hidroxibenzoico, vainílico, p-cumárico y siríngico reducen la disponibilidad de AIA promoviendo su decarboxilación. En contraste, muchos di y polifenoles (p. ej. los ácidos clorogénico, cafeico, ferúlico y protocatéuico) sinergizan el crecimiento inducido por AIA suprimiendo la degradación de la hormona. Estos resultados sugirieron que existiría un control en los niveles de AIA a través del balance entre mono y polifenoles. La enzima polifenoloxidasas, actúa sintetizando polifenoles a partir de fenoles simples. Su actividad regularía por tanto la destrucción y preservación de la auxina.

5.2 Efectos sobre la actividad enzimática

Existen muchos compuestos alelopáticos con capacidad de modificar ya sea la síntesis o la actividad de enzimas tanto *in vivo* como *in vitro*. La mayoría de estas sustancias han demostrado un efecto dual sobre la regulación de la actividad

enzimática. Provocan un incremento en ésta última cuando se encuentran en bajas concentraciones. En la situación opuesta se observa una reducción de actividad. Por ejemplo, plántulas de maíz tratadas con ácido ferúlico mostraron un incremento en los niveles de enzimas oxidativas (peroxidasas, catalasa y ácido indol acético oxidasa) junto con una elevación de enzimas de la ruta del ácido shikímico tales como fenil alanina amonio liasa y la cinamil alcohol deshidrogenasa involucrada en la síntesis de compuestos fenilpropanoides. También al ácido ferúlico se le atribuye la inhibición de enzimas hidrolíticas tales como amilasa, maltasa, invertasa, proteasa y fosfatasa ácida involucradas en la movilización de material de alimento.

5.3 Efectos sobre la fotosíntesis

Se han realizado experimentos con plantas enteras, suspensiones de células y cloroplastos para averiguar si los agentes alelopáticos eran capaces de inhibir el proceso fotosintético. Bioensayos con *Abutilon theophrasti* y *Lemna minor* demostraron que varios ácidos derivados del benzoico y el cinámico (p. ej. el ácido ferúlico), escopoletina y clorogénico en bajas concentraciones eran capaces de inhibir la fotosíntesis de plantas enteras. Experimentos con suspensiones de células foliares de *Abutilon theophrasti*, mostraron que el ácido ferúlico, p-cumárico, clorogénico y vainíllico son capaces de inhibir la fotosíntesis con concentraciones de los aleloquímicos menores a las requeridas para planta entera. Es necesario aclarar que el efecto inhibitorio del agente alelopático sobre la fotosíntesis no necesariamente acontece en los eventos primarios del proceso, sino como resultado de una modificación en los niveles de clorofila o por cierre de los estomas y la subsecuente reducción en la provisión de CO₂ vital para la producción de fotosintatos. En soja los ácidos ferúlico, vainíllico y p-cumárico reducen el contenido de clorofila. En sorgo, las mismas sustancias no provocan esa disminución. Los ácidos ferúlico, p-cumárico y otros cinámicos a bajas concentraciones revierten el cierre de estomas mediado por ABA y estimulan la fotosíntesis. A concentraciones altas, sin embargo, provocan el cierre de los estomas e inhibición del proceso fotosintético. La experimentación con cloroplastos permite eliminar la interferencia de los factores indicados. Los ácidos fenólicos actúan en concentraciones relativamente altas inhibiendo el transporte de electrones lo que sugeriría según Einhellig que el sitio blanco de acción de estas sustancias es otro. Ciertos flavonoides parecen interferir en la organización funcional o estructural del cloroplasto. El quemferol, por ejemplo, aparentemente actúa como un inhibidor de transferencia de energía, impidiendo la síntesis de ATP. Un caso especial son las quinonas. Existen compuestos sintéticos de esta naturaleza que son empleados como herbicidas. Algunas de origen natural son reconocidos agentes alelopáticos como el sorgoleone y la juglona. El sorgoleone, una benzoquinona presente en los exudados radiculares de sorgo, a concentraciones similares a las empleadas con el herbicida atrazina, es capaz de desacoplar el transporte de electrones en el fotosistema II. La juglona afecta también la evolución del oxígeno en el cloroplasto, sin aparentemente desacoplar la fotofosforilación. Compuestos de otro tipo como el alcaloide gramina también provocan desacople en el transporte de electrones.

5.4 Efectos sobre respiración

Para estudiar el efecto de los aleloquímicos sobre la respiración, normalmente se ensayan los mismos sobre suspensiones mitocondriales. Entre los compuestos fenólicos el orden de mayor a menor actividad es quinonas > flavonoides > cumarinas > ácidos fenólicos. Las quinonas sorgoleone y juglona son efectivos inhibidores a muy baja concentración. Nuevamente el sorgoleone afecta el transporte de electrones, mientras que la juglona afecta la incorporación mitocondrial de oxígeno.

Flavonoides tales como la quercetina, naringenina y umbeliferona inhiben la producción de ATP en la mitocondria.

5.5 Efectos sobre procesos asociados a membranas

Los derivados de los ácidos benzoico y cinámico tienen profundos efectos sobre las membranas. Son capaces de provocar cambios en la polaridad lo cual provocaría alteraciones en la estructura y permeabilidad de las mismas. Otras sustancias como el ácido hidroxibutírico también presente en rastros, provoca efectos similares.

Los ácidos fenólicos tienen un efecto directo sobre la incorporación de iones. Todos los ácidos benzoicos y cinámicos implicados en alelopatía inhiben el ritmo de incorporación de fósforo y potasio en raíces cortadas. También algunos flavonoides inhiben la absorción mineral. La inhibición de las ATPasas de membranas y la alteración en la permeabilidad de las mismas pueden contribuir a la reducción en la incorporación mineral. Estudios en sorgo muestran que el ácido ferúlico reduce los niveles de fósforo y potasio en la parte aérea y las raíces de la planta después de 3 a 6 días de tratamiento. Los contenidos de magnesio, hierro y calcio también se ven afectados. Se conocen efectos aditivos sobre la incorporación de minerales como el observado en la incorporación de fósforo por plantas de pepino (*Cucumis sativus*) cuando se las trata con una mezcla de los ácidos ferúlico, vainílico y p-cumárico.

Los ácidos fenólicos también pueden alterar el contenido de minerales en la planta receptora. En Caupí (*Vigna sinensis*) bioensayos mostraron que los ácidos cafeico, siríngico, y protocatéuico reducen los contenidos en nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y molibdeno, pero los niveles de magnesio no son alterados. Experiencias a lo largo de 7 semanas con el ácido clorogénico en *Amaranthus retroflexus* mostraron alteraciones en los contenidos minerales de ésta especie. Los niveles de fósforo descendieron y se incrementaron los de nitrógeno, sin sufrir alteraciones los de potasio.

Los ácidos fenólicos y las cumarinas alelopáticas también provocan alteraciones en el contenido de agua en la planta. Para estudiar su variación se determinaron las relaciones de isótopos de carbono asimilados en tejido foliar. Se observó una alteración crónica en la eficiencia en el uso del agua por exposición sostenida a diferentes aleloquímicos fenólicos a concentraciones cercanas a las que inhiben el crecimiento. Por ejemplo, el ácido ferúlico reduce la incorporación de agua por las raíces. Paralelamente, eleva los niveles endógenos de ABA.

También se ha demostrado que combinaciones de estos compuestos son capaces de provocar el mismo efecto.

5.6. Modelo de acción alelopática de compuestos fenólicos

Según Einhellig, si bien muchos compuestos fenólicos actuarían a nivel celular simultáneamente en varios blancos alterándola fisiológicamente, parece que algunos efectos son mas importantes que otros y es central la acción que estas sustancias tienen sobre membrana plasmática para provocar la interrupción de la mayoría de los restantes procesos en que están involucrados (Figura 4 y 5).

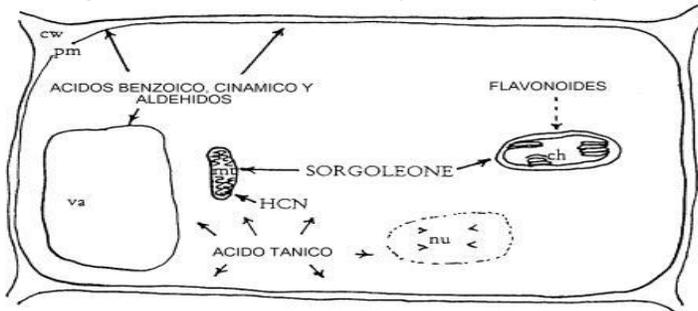


Fig. 5: Modelo que ilustra los sitios de acción de agentes alelopáticos del sorgo en la fisiología celular. Algunos sitios primarios de acción deletérea están sugeridos por flechas. cw = pared celular; ch = cloroplasto; mt = mitocondria; nu = núcleo; pm = plasmalema; va = vacuola

6- Metodología de la investigación en aleopatía

La investigación de un fenómeno alelopático es compleja. Esto se debe fundamentalmente a que el metabolito luego de su liberación al entorno puede sufrir transformaciones que aumenten o disminuyan su actividad antes de tomar contacto con la especie receptora. Por ejemplo, si el aleloquímico es una sustancia presente en el suelo, la microflora puede transformarlo. A su vez, la actividad de la misma dependerá de su composición cuali y cuantitativa la cual está sujeta a la acción de factores abióticos (p. ej. humedad y temperatura) o bióticos (p. ej. exudados microbianos).

En forma general la investigación en aleopatía comprende 2 etapas:

- Fase biológica – ecológica.
- Fase química – analítica.

Fase biológica – ecológica: Se observa si en condiciones de campo existe una aparente interacción negativa severa entre plantas. Esta puede visualizarse, entre otros, como zonas de suelo desnudo alrededor de vegetación arbustiva, cobertura vegetal rala bajo un grupo de árboles, persistencia de un estado particular dentro de la sucesión vegetal o impedimento del desarrollo o reducción del rendimiento en un cultivo infestado con una maleza agresiva en particular.

El siguiente paso es determinar si competencia, alelopatía u otro proceso (un patógeno vegetal, una plaga, etc) es responsable de la reducción de crecimiento observada en la especie afectada. Normalmente si el efecto observado no puede atribuirse a variables físicas ambientales (pH, temperatura, nutrientes minerales y contenido de agua), ni a los procesos indicados anteriormente, se considera que la alelopatía es la causa.

A continuación, debe determinarse el mecanismo de liberación y el camino por el cual se mueve el supuesto aleloquímico en el medio. Los métodos de extracción deben tratar de simular las rutas de entrada de las sustancias tóxicas al entorno natural. En el cuadro 1 se recomiendan algunos.

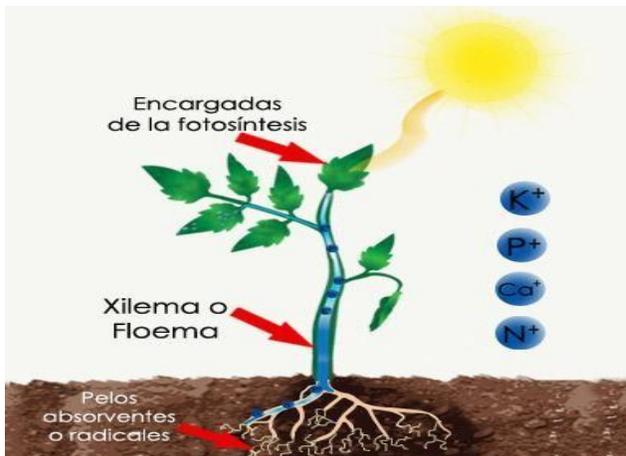
Procedimientos drásticos como los que involucran el uso de solventes orgánicos o agua en ebullición no son recomendables. Estos pueden llevar a la detección de fitotoxinas que en condiciones naturales están física o químicamente unidas de tal forma que no podrían actuar en la inhibición de crecimiento vegetal.

Cuadro 1. Métodos de extracción de sustancias a partir de diferentes materiales de origen vegetal.

| | |
|----------------------------|---|
| Recuperación de lixiviados | Materiales |
| Empapado con agua fría | Hojas frescas o secas Raíces frescas o secas Residuos de raíces |

2- CULTIVOS HIDROPONIA – CONCEPTOS Y PROCESOS

Antes hablar de la hidroponía primero aclararemos que es una planta es un ser vivo autótrofo “lo que significa que tiene la capacidad de producir su propio alimento” gracias a este fenómeno se crearon incógnitas del “porque, como crecían y de donde toman su alimento”, esta dudas con el tiempo se resolvieron como lo veremos a continuación, gracias a esto se creó la hidroponía y el manejo agronómico que tenemos hoy en día.



Te mostramos en este esquema los procesos de toma de agua como nutrientes para su desarrollo en suelo.

Algo de historia

El cultivo hidropónico es anterior al cultivo en tierra pero muchos creen que empezó en la antigua Babilonia, en los famosos Jardines Colgantes que se listan como una de las Siete Maravillas del Mundo Antiguo, en lo que probablemente fuera uno de los primeros intentos exitosos de cultivar plantas hidropónicamente.



Los principios son encontrados en China, Egipto e India. En el 1600 el belga Helmont realizó experimentos que demuestran la obtención de nutrientes por parte de las plantas.

En 1699 Woodward demostró finalmente como las plantas obtenían alimentos. Posteriormente en 1860 los alemanes Sachs y Knop fueron los primeros en hacer crecer las plantas en una solución nutritiva, llamando al proceso "nutriculture".

La hidroponía es tan antigua como la misma civilización humana, el término como tal fue acuñado 1929, donde William F. Gricke, profesor de la Universidad de California, Davis, define el proceso como hidroponía que significa "agua que trabaja". Durante la segunda guerra mundial las fuerzas aliadas instalan en sus bases sistemas hidropónicos para proveer de vegetales y frutas frescas a las tropas en conflicto. A partir de esto, la hidroponía comercial se extiende en el mundo.

¿Qué es la hidroponía?

"La palabra Hidroponía se deriva del griego Hydro (agua) y Ponos (labor o trabajo) lo cual significa literalmente trabajo en agua."

Es un conjunto de técnicas que sustituye al suelo también es denominada agricultura sin suelo. La hidroponía te permite diseñar estructuras simples y/o complejas favoreciendo las condiciones ambientales idóneas para producir

cualquier planta de tipo herbáceo aprovechando en su totalidad cualquier área (azoteas jardines, suelos infértiles, terrenos escabrosos, etc) sin importar las dimensiones como el estado físico de estas.

La hidroponía surgió por una necesidad que la mayoría de las aéreas agrícolas ya no son tan productivas como algún tiempo lo fueron, ya sea por la falta de agua, la poca fertilidad de los suelos, espacio, los cambios climáticos, etc. Por ello es que han buscado alternativas tecnológicas que permitan cultivar a cualquier persona productos de calidad en pequeños o grandes espacios y puedes producir todo el año.

A continuación te mostramos un cuadro de los aspectos esenciales para la producción en suelo como en hidroponía mostrándote las grandes ventajas de esta sobre el suelo para que puedas crear tu propio criterio.

| Características esenciales | Sobre suelo | Sin suelo |
|---------------------------------|--|---|
| Nutrición de planta | Es difícil controlar debido a su variabilidad por medio ambiente | Se tiene estabilidad permitiendo monitorear y corregir |
| Espaciamento | Se limita su fertilidad y la densidad de plantación es menor | Altas densidades y mayor aprovechamiento de espacio y luz. |
| Control de maleza | Se tiene mayor presencia de malezas | Disminuye la población y resultan casi inexistentes |
| Enfermedades patógenas en suelo | Son propensas a enfermedades producidas por el suelo | No existen patógenos debido a que se sustituyo el suelo |
| Agua | Tiende a un estrés hídrico debido que aunque le suelo tenga agua no está disponible en su totalidad. | No existe tal estrés ya que las técnicas hidropónicas tienen siempre disponible el agua |

FASES DEL PROCESO DEL CULTIVO HIDROFONICO DEL TOMATE

Objetivo:

Dar a conocer los procedimientos y cuidados que debe tener la producción intensiva de jitomate a través del cultivo hidropónico.

El cultivo del jitomate es de origen sudamericano localizado en la región andina El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Fue uno de los primeros cultivos producidos por el método hidropónico.

Los tomates hidropónicos se plantan en una solución de nutrientes en lugar del suelo. Por lo general, se colocan en un material sin tierra que pueda soportar sus raíces y retener los nutrientes. Cultivar tomates de forma hidropónica te permite cultivarlos en un ambiente controlado que reduce las posibilidades de que padezcan enfermedades, facilita un crecimiento más rápido y garantiza una mayor producción de frutos. Sin embargo, el cultivo hidropónico requiere mucho más trabajo y, en ocasiones, es más costoso que el cultivo normal de tomates; en especial si nunca antes has implementado un sistema hidropónico.

Implementa un sistema hidropónico



1

Elige el tipo de sistema que usarás. Existen varios tipos de sistemas hidropónicos, y los tomates pueden crecer bien en cualquiera de ellos. Las instrucciones de esta sección te enseñarán cómo construir un sistema de flujo y reflujo, el cual es relativamente barato y fácil de construir.^[1] Sin embargo, puedes buscar otras alternativas, como el sistema de "cultivo en agua" más sencillo y apropiado para el tomate cereza y otras plantas pequeñas, o sistemas más complejos como el de "flujo múltiple" o el "NFT (técnica de la película de nutrientes)", que los productores comerciales suelen utilizar.^[2]

Nota: las tiendas de hidroponía y las tiendas de materiales para el hogar pueden vender un kit de hidroponía que incluye todo lo que necesitas para implementar tu

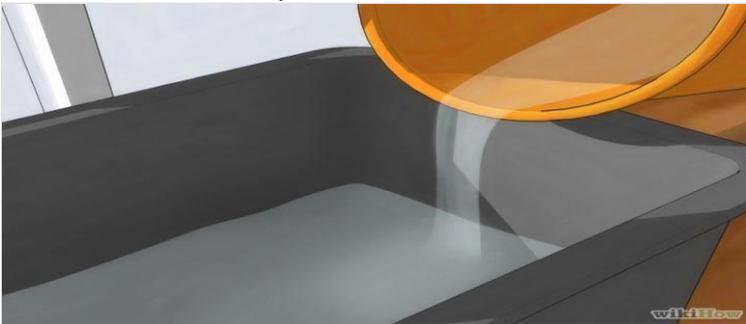
sistema. También puedes comprar cada componente por separado o incluso puedes encontrar alguno de ellos en tu casa. Limpia bien los componentes de segunda mano o los que ya fueron utilizados antes de construir el sistema hidropónico.



2

Busca un área adecuada. Los sistemas hidropónicos solo son adecuados para ambientes cerrados o invernaderos. Ellos requieren un control preciso para funcionar apropiadamente; por lo tanto, deben implementarse en un lugar cerrado aislado de otras habitaciones y del exterior. Esto te permite configurar los niveles exactos de temperatura y humedad necesarios para garantizar el mejor crecimiento.

Es posible crear un cultivo hidropónico que use la luz natural, pero debes mantener el sistema debajo de una cobertura de vidrio o polietileno, como el techo de un invernadero que no esté abierto al aire.

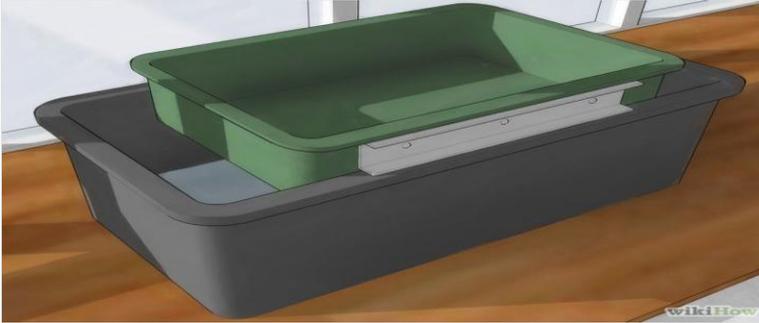


3

Llena un recipiente de plástico grande con agua para utilizarlo como reservorio. Usa un recipiente de plástico que no permita el paso de la luz, para evitar el crecimiento de algas. Mientras más grande sea el reservorio, más estable y exitoso será tu sistema hidropónico. Cada planta de tomates pequeños (como las plantas de tomates cereza) requerirá como mínimo 1/2 galón (1,9 litros) de agua, mientras que la mayoría de las plantas de tomates más grandes requerirán 1 galón (3,8 litros) por planta. Sin embargo, muchos factores pueden hacer que las plantas de tomates consuman agua con más rapidez; por ello, se recomienda que uses un recipiente que pueda almacenar el *doble* de la cantidad mínima de agua requerida.^[3]

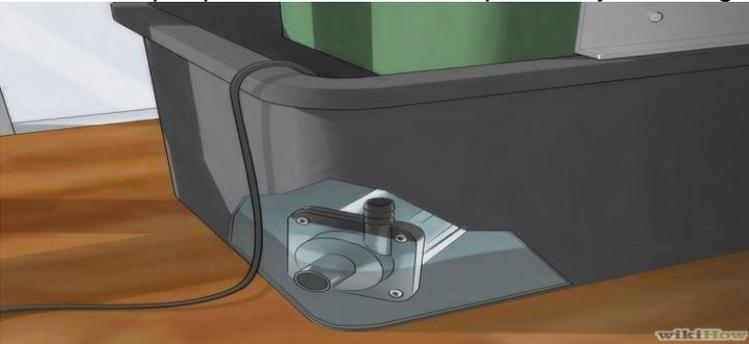
Para ello, puedes usar una cubeta o un bote de basura de plástico. Usa uno nuevo para evitar que el sistema se contamine; puedes usar uno que no se haya utilizado mucho, pero lávalo con jabón y enjuágalo adecuadamente.

El agua acumulada de la lluvia puede ser mejor para el cultivo hidropónico, en lugar del agua del grifo, en particular si esta última es especialmente "dura" debido al alto contenido de minerales.^[4]



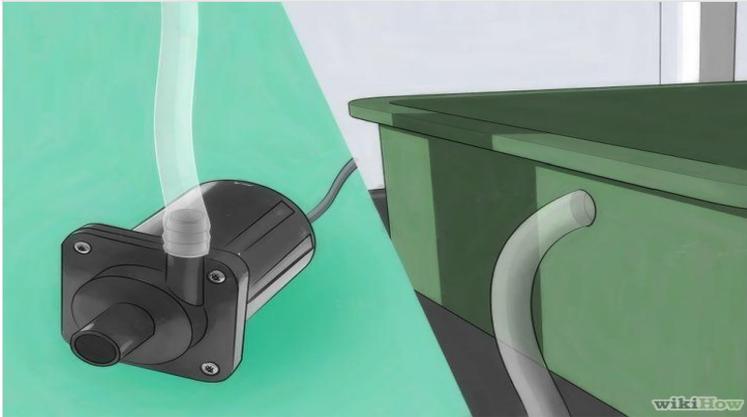
4

Fija una bandeja sobre el reservorio. Esta "bandeja de flujo y reflujo" brindará soporte a tus plantas de tomates, y recibirá de forma regular nutrientes y agua que las raíces de las plantas absorberán. Debe ser lo suficientemente resistente para sostener tus plantas (o deberá sostenerse sobre un soporte adicional) y debe colocarse a una altura mayor a la del reservorio para que retenga el agua en exceso. Por lo general, están hechos de plástico (no de metal) para evitar la corrosión que podría afectar a las plantas y no desgastar la bandeja.



5

Instala una bomba de agua dentro del reservorio. Puedes comprar una bomba de agua en una tienda de hidroponía o una bomba para fuentes que encontrarás en las tiendas de materiales para el hogar. Muchas bombas contarán con un cuadro que muestra el flujo de agua a diferentes alturas, puedes usar esta información para encontrar una fuente que sea lo suficientemente fuerte para enviar agua desde el reservorio hasta la bandeja que contiene las plantas. Sin embargo, la mejor opción puede ser elegir una bomba ajustable y potente, y experimentar con sus opciones una vez que hayas implementado tu sistema.



6

Instala los tubos de llenado entre el reservorio y la bandeja. Usando tubos de PVC de 1,25 cm (1/2 pulgada) o los tubos que incluidos en tu kit de hidroponía, coloca un tubo entre la bomba de agua y la bandeja, para que la bandeja pueda llenarse con agua hasta la altura de las raíces de las plantas de tomates.



7

Instala un tubo de sobreflujo que vaya en dirección al reservorio. Coloca otro tubo de PVC en la bandeja con un accesorio de sobreflujo, a una altura cercana a la parte superior de las raíces, debajo de los tallos de las plantas de tomates. Cuando el agua alcance este nivel, regresará al reservorio por medio de este tubo.

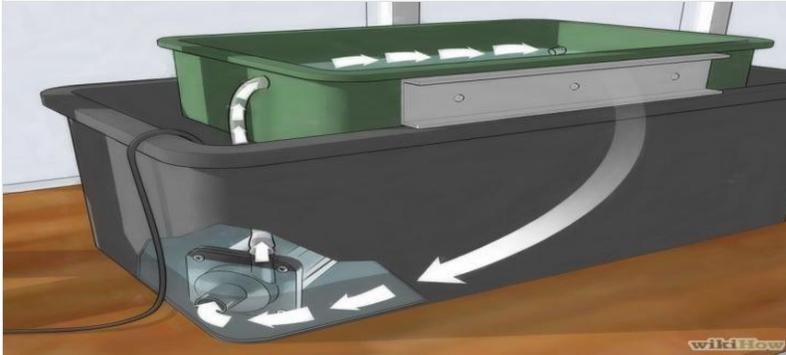


8

Coloca un temporizador en la bomba de agua. Puedes utilizar un temporizador simple (para instalaciones de alumbrado) para encender la bomba de agua en intervalos regulares. Este debe ser ajustable para que puedas aumentar o disminuir la cantidad de nutrientes proporcionados dependiendo de la etapa de la vida de las plantas.

Se recomienda usar un temporizador de alto rendimiento de 15 amperios con una cobertura resistente al agua.^[5]

Toda bomba de agua debe permitir instalar un temporizador, si es que no viene con uno ya instalado, pero las instrucciones exactas pueden variar para cada modelo. Si tienes problemas con este paso, consulta al fabricante.



9

Prueba el sistema. Apaga la bomba de agua y revisa a dónde va el agua. Si un chorro de agua no llega a la bandeja o si el agua en exceso se derrama por los bordes de la bandeja, es posible que necesites ajustar las opciones de tu bomba de agua. Una vez que hayas seleccionado la fuerza de impulso correcta, revisa el temporizador para verificar que haga que la bomba trabaje en los tiempos que seleccionaste.

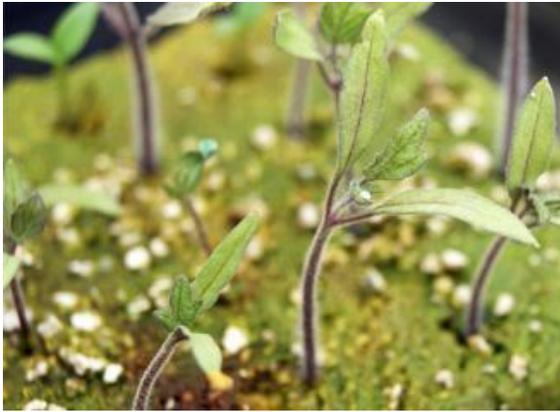
Cultiva las plantas de tomates



10

Germinación

En el jitomate, se puede verificar la germinación entre 12 y 15 días después de la siembra, siendo esto una constante en la mayoría de las variedades de ésta semilla. Esto nos da un total de hasta 15 días para observar tus primeras plantulitas.



11

Planta las semillas de tomates en un material especial. Cultiva tus plantas de tomates a partir de semillas siempre que sea posible. Si traes plantas del exterior, podrías introducir plagas y enfermedades en tu sistema hidropónico. Planta las semillas en bandejas de viveros con un material de soporte especial para cultivos hidropónicos, en lugar de usar tierra normal. Se suele utilizar 16 cm³ (una pulgada cúbica) de un material llamado "lana de roca", así como rocas volcánicas o hebras largas de fibra de coco.^[6] Antes de usar el material, lávalo con agua que tenga un pH de 4,5. Planta la semilla debajo de la superficie y coloca encima domos de plástico o algún otro material transparente para atrapar la humedad y hacer que las semillas broten.^[7]

Las tiendas de jardinería tienen kits de medición de pH que te permiten medir el pH o la acidez del agua. También venden materiales que modifican el pH o kits que te permiten ajustarlo.



12

Cuando las semillas broten, colócalas debajo de una luz artificial. Tan pronto como las plantas broten, retira la cobertura y coloca los brotes debajo de una fuente de luz como mínimo 12 horas diarias.^[8] Solo usa bombillos incandescentes como último recurso, ya que producen más calor que otras luces.

Revisa la sección que describe la implementación del sistema hidropónico para aprender sobre los tipos de luces que permiten el crecimiento.

Asegúrate de que la luz no brille en las raíces para evitar dañarlas. Si las raíces sobresalen del material inicial antes de que el brote esté listo para trasplantarlo, necesitarás lavar un poco más de material inicial y luego agregarlo para cubrir las raíces.

Trasplante

El siguiente punto es trasplantar tus plántulas de jitomate para cultivarlas según la técnica hidropónica que hayas elegido.

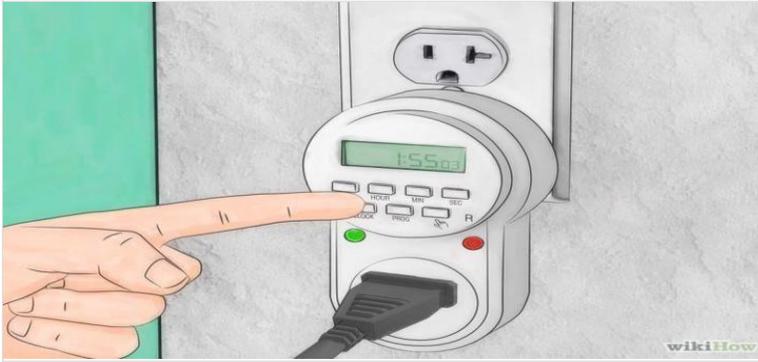
El trasplante del Jitomate se llevará a cabo de 30 a 40 días después de la siembra, dejando una distancia entre plantas de 30cm (en general para cualquier técnica) y entre hileras de plantas de 33cm; para así lograr tener 9 plantas de jitomate por metro cuadrado.



13

Lleva los brotes al sistema hidropónico. Espera hasta que sus raíces empiecen a sobresalir por el fondo de la bandeja de vivero y hasta que la primera "hoja verdadera" haya crecido y sea más grande y diferente a la primera o dos primeras "hojas de la semilla". Esto suele tomar entre 10 y 14 días.^[9] Cuando los lleves al sistema hidropónico, puedes colocarlos en intervalos de 15 cm (6 pulgadas) en una capa del mismo material o transferirlos a recipientes de plástico individuales "tipo malla" que contengan el mismo material.

Si vas a utilizar el sistema de flujo y reflujo descrito en este artículo, debes colocar las plantas en la bandeja. Otros sistemas pueden requerir que las plantas se coloquen en un comedero, en una pendiente o en cualquier lugar en donde el agua y los nutrientes puedan llegar a las raíces.



14

Configura el temporizador de la bomba de agua. Para empezar, trata de configurar la bomba para que trabaje por 15 o 30 minutos, cuatro veces al día (una vez cada seis horas). Supervisa las plantas, necesitarás aumentar la frecuencia de riego si empiezan a marchitarse y deberás disminuirla si las raíces se vuelven pegajosas o si están empapadas. Lo ideal es que el material en el que se encuentran las plantas solo se seque un poco antes del próximo ciclo de riego.

Incluso cuando el ciclo de riego ya se haya establecido, necesitarás aumentar la frecuencia de riego cuando las plantas empiecen a florecer y a dar frutos, ya que estos procesos requieren agua adicional.



15

Coloca tus luces artificiales (si es el caso). Para garantizar las condiciones ideales de crecimiento, debes exponer a las plantas de tomates en crecimiento a la luz entre 16 y 18 horas al día. Luego apaga las luces y déjalas reposar en total oscuridad por unas 8 horas. Las plantas también crecerán si solo reciben luz solar, pero es probable que lo hagan más lento.



16

Asegura las plantas de tomates altas con estacas y pódalas. Algunas plantas de tomates tienen un crecimiento "determinado"; es decir, crecen hasta alcanzar un tamaño específico y luego se detienen. Otras siguen creciendo de forma indefinida, y pueden necesitar que las ates a una estaca para poder crecer rectas. Pódalas arrancando los tallos con las manos, en lugar de cortarlos.



17

Poliniza las flores de las plantas de tomates. Tus plantas de tomates florecerán y no habrá insectos en tu ambiente hidropónico que puedan polinizarlas; por ello, necesitarás hacerlo por tu cuenta. Espera hasta que los pétalos se abran y dejen expuesto el pistilo circular y los estambres cubiertos con polen o las puntas largas y delgadas ubicadas en el centro de la flor. Pasa un pincel cuidadosamente en cada uno de los estambres cubiertos con polen, luego pásalo por el extremo circular del pistilo. Repite esto todos los días.

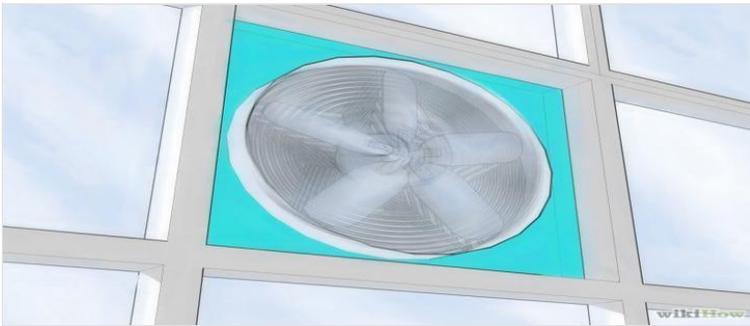
Anuncio

Parte 3 de 3: Crea buenas condiciones de crecimiento



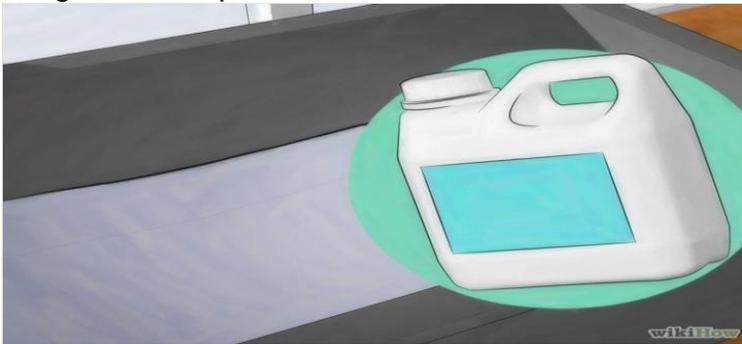
18

Controla la temperatura. Durante las horas del "día", la temperatura debe encontrarse entre los 18 y los 24 °C (65 y 75 °F). Durante la noche, debe encontrarse entre los 12 y 18 °C (55 a 65 °F).^[10] Usa termostatos y ventiladores para regular la temperatura. Supervisa la temperatura conforme las plantas crezcan, ya que podría cambiar con el clima o el ciclo de vida de los tomates.



19

Enciende un ventilador en la habitación (opcional). Un ventilador que expulse el aire al exterior o a otra habitación puede ayudar a mantener la temperatura uniforme en toda la habitación. El flujo de aire que crea también puede facilitar la polinización; sin embargo, es mejor polinizar las plantas manualmente para asegurarte de que den frutos, tal como se describe más adelante.

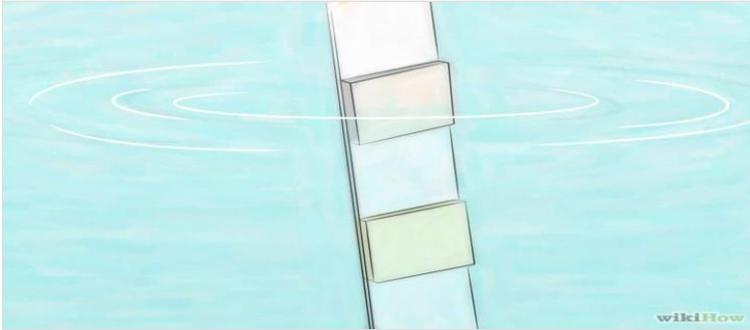


20

Agrega una solución de nutrientes al reservorio con agua. Usa una solución de nutrientes elaborada para cultivos hidropónicos, en lugar de fertilizante normal. Evita usar soluciones "orgánicas" que pueden descomponerse y complicar el cuidado de tu sistema.^[11] Las necesidades de tu sistema serán diferentes según la variedad de tomates y el contenido de minerales del agua; por ello, es posible que necesites ajustar la cantidad o el tipo de la solución de nutrientes que uses. Sin embargo, para empezar, sigue las instrucciones brindadas en el empaque para determinar la cantidad que debes agregar al reservorio.

Las soluciones de nutrientes de dos partes crean menos residuos y, si surgen problemas, pueden ajustarse mezclándolas en cantidades diferentes; por lo cual, es preferible usarlas en lugar de las soluciones de una parte.^[12]

Puedes utilizar una fórmula enfocada en el crecimiento cuando las plantas estén creciendo, luego puedes cambiar a una fórmula para florecimiento cuando empiecen a florecer, para satisfacer sus nuevas necesidades de nutrientes.



21

Usa un kit de medición de pH para ajustar la cantidad de agua. Usa un kit de medición de pH o un papel de tornasol para medir el pH de tu mezcla de agua y nutrientes cuando haya transcurrido un tiempo suficiente para que se vuelva una mezcla uniforme. Si el pH no se encuentra en el rango de 5,8 a 6,3, pregúntale a algún empleado de una tienda de hidroponía o de jardinería sobre los materiales que pueden usarse para aumentar o disminuir el pH.

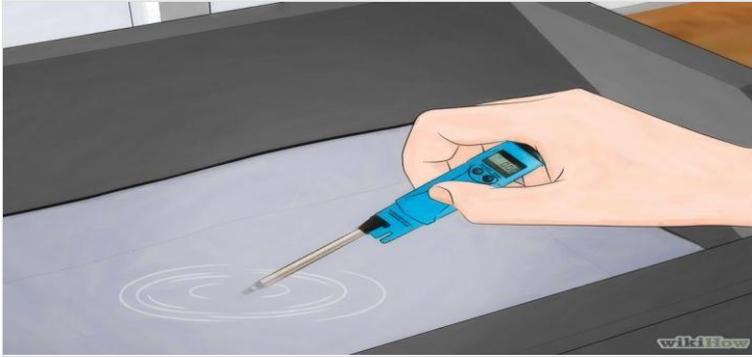
El ácido fosfórico puede utilizarse para disminuir el pH, mientras que el hidróxido de potasio puede usarse para aumentarlo.



22

Instala luces para el crecimiento (recomendado). Las "luces artificiales para el crecimiento" te permitirán simular las condiciones de crecimiento ideales para todo el año, brindándole a tus plantas muchas más horas de "luz solar" que las que recibe el jardín al aire libre. Este es uno de los beneficios principales de un sistema de cultivo en espacios cerrados. Sin embargo, si estás usando un invernadero o alguna otra área que recibe grandes cantidades de luz natural, puedes contar con una temporada de cosecha más corta y ahorrar dinero en las cuentas de electricidad.

Las lámparas de halogenuros metálicos simulan la luz del sol con mayor exactitud, lo que las vuelve una opción popular para los sistemas hidropónicos. También se pueden usar luces fluorescentes, LED y de sodio para el crecimiento, pero pueden causar un crecimiento más lento o con diferente forma. Evita usar luces incandescentes, ya que son poco eficientes y tienen una menor vida útil a comparación de las otras opciones.^[13]



23

Supervisa el agua con regularidad. Un medidor de conductividad eléctrica o "medidor de CE" puede ser costoso, pero es la mejor forma de medir la concentración de nutrientes en el agua. Los resultados que se encuentran fuera del rango de 2,0 a 3,5 indican que debes cambiar toda el agua o cambiarla parcialmente.^[14] Si no cuentas con un medidor de CE, busca los siguientes signos en tus plantas de tomates:^[15]

Las puntas de las hojas que se enrollan hacia abajo pueden indicar que la solución está muy concentrada. Dilúyela con agua que tenga un pH de 6,0.

Las puntas de las hojas que se enrollan hacia arriba o un tallo rojo indican que el pH es muy bajo, mientras que las hojas amarillas indican que el pH está muy elevado o que la solución está muy diluida. En cualquiera de estos casos, cambia la solución como se describe en la siguiente parte.



24

Cambia la solución de agua y nutrientes de forma regular. Si el nivel de agua del reservorio disminuye, agrega más agua, pero no agregues más nutrientes. Cada dos semanas, o una vez a la semana si tus plantas no lucen saludables, vacía completamente el reservorio y lava el material de soporte y las raíces de las plantas de tomates con agua pura que tenga un pH de 6,0 para eliminar las acumulaciones de minerales que podrían causar daños.^{[16][17]} Llena el reservorio con una nueva solución de agua y nutrientes, asegurándote de balancear el pH y de dejar que la mezcla se vuelva uniforme antes de encender la bomba de agua. Puedes regar las plantas de un jardín normal con el agua que usaste para eliminar los minerales.

Tutorado

A los 15 días después de haber realizado el trasplante, debes colocar, lo que se conoce como "tutor" para ayudar a tu planta a su crecimiento y al aprovechamiento de luz, el cual se puede realizar con rafia agrícola, la cual está elaborada con protección UV para resistir la intensidad solar.



25

Eliminación de chupones o rasura de axilas

Los chupones o axilas son ramificaciones de la planta, que compiten por nutrientes y luz; y si dejamos que estos crezcan se demerita el crecimiento de toda tu planta y por lo tanto de sus frutos.



26

Aproximadamente a los cinco días después de que hayas colocado tus tutores deberás podar los chupones para controlar el crecimiento de tu planta y aumentar su producción. Debes eliminarlos cuando están pequeños, con el fin de no lastimar la planta.

Poda de hojas

Esta se realiza a los 35 días de que hayas realizado el trasplante, deberás comenzar con tu poda de hojas, eliminando solamente las hojas enfermas y en senescencia (hojas viejas).



27

Se deben de eliminar hojas cloróticas o amarillentas, que presentes daños en tonalidades pardas, necrosis o coloración negra provocada por muerte celular o algún hongo. Al eliminar este tipo de hojas, estimulamos a tus plantas para un mayor desarrollo vegetativo, una buena ventilación y desechamos cualquier posible infección por esporas, bacterias y virus que pudieran contaminarlas.

Poda de flores

Aproximadamente entre los dos meses y medio y los tres meses, estarás viendo las primeras flores. Dependiendo el mercado a donde vayas a vender tu producto, te recomendamos hacer una poda de flor.



Se debe cortar entre una y dos flores por racimo, para ayudar a que las flores restantes desarrollen frutos de mayor tamaño y firmeza.

28

Realizar la cosecha

Estarás cosechando alrededor de los cuatro meses que comenzaste a trabajar. La cosecha dura aproximadamente 30 días, en los cuales debes de cortar los frutos que se encuentran de mejor tamaño, coloración y firmeza; logrando obtener hasta 10 kilos por metro cuadrado (9 plantas de jitomate criollo hidropónico); y con un buen cuidado de tus plantas puedes llegar a obtener hasta 3 cosechas por año; es decir cada cuatro meses estarás cosechando los frutos de tu esfuerzo.



29

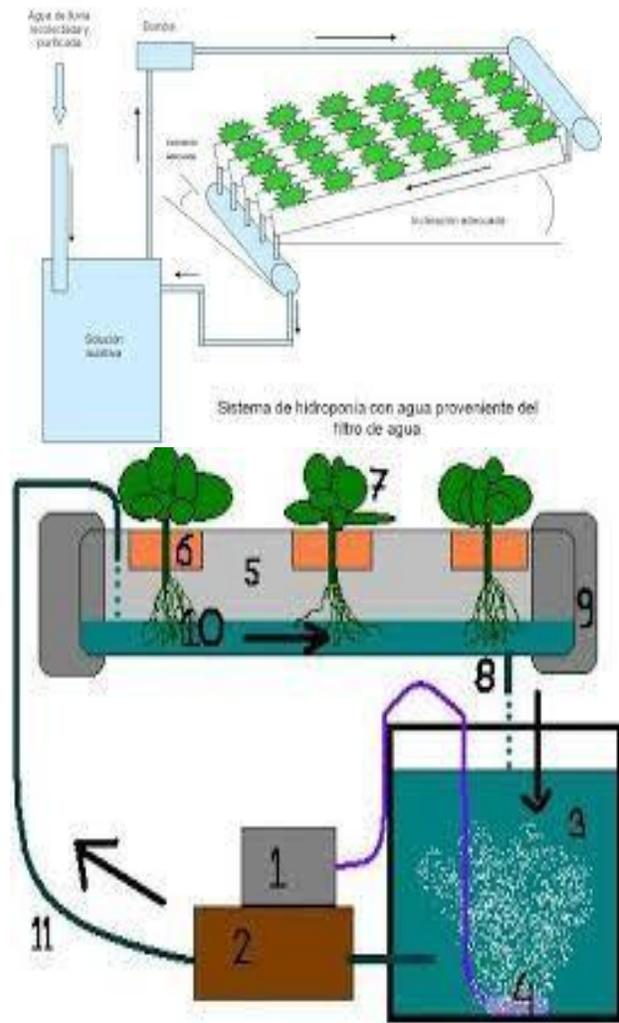
Si tu interés es obtener cosechas más voluminosas, entonces puedes usar "Semillas Híbridas" que es una variedad de jitomate mejorado para producir una mayor cantidad de kilogramos por metro cuadrado.



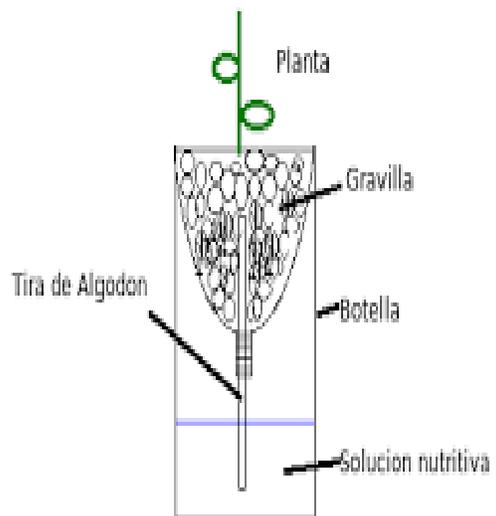
30

ESTRUCTURAS CULTIVOS HIDROPONICOS

1- ESTRUCTURAS HIDROPONICOS – MATERIAL INDUSTRIAL

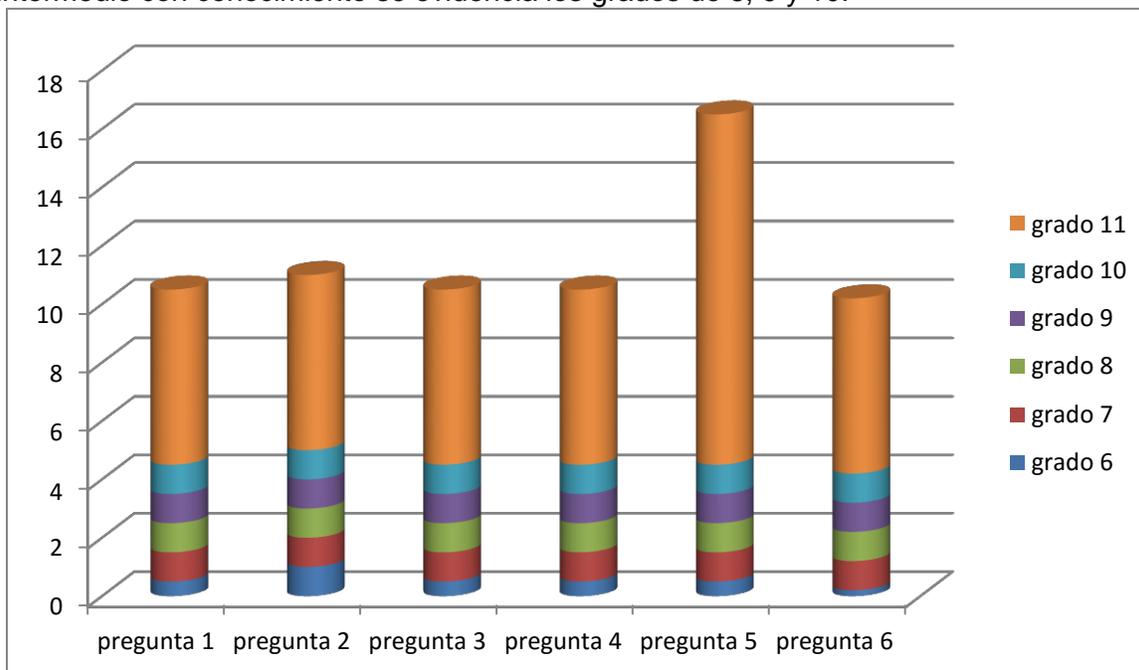


2- ESTRUCTURAS HIDROPONICOS – MATERIAL RECICLABLE



EN CUESTA – GRUPO DE INVESTIGACION ERAS

En la gráfica de barras se evidencia el conocimiento en productos orgánicos biosaludable a los alumnos de grado 11. En menor escala los alumnos de grado 6 y 7. En estado intermedio con conocimiento se evidencia los grados de 8, 9 y 10.



1. ¿Qué sabes de productos biosaludable?

Algunos estudiantes no saben que son productos biosaludables, como otros estudiantes respondieron que conocen algo y que en internet han leído de este tema.

2. ¿Cómo te gustaría que fueran las frutas que consumes?

Algunos estudiantes afirmaron que les gustaría que las frutas fueran de buen sabor, de buena presentación, grandes y de excelente calidad.

3. ¿Qué sabes del tomate?

Que es una verdura, de color rojo, algunas veces grandes y que se utiliza mucho para ensaladas.

4. ¿Cómo es un producto orgánico?

Muchos estudiantes no saben que es un producto orgánico.

5. ¿Qué características tiene un producto biosaludable como el tomate?

La mayoría de alumnos desconocen las características que debe tener un producto biosaludables.

6. ¿Cómo identifico un cultivo orgánico biosaludable?

Los estudiantes no saben identificar un producto orgánico.