

XIV Congreso Internacional de Análisis Organizacional

Educación Superior y Desarrollo Sustentable

**La Responsabilidad de la Comunidad en su Desarrollo, a través de la
Agricultura Sustentable y la Incorporación de Biotecnologías Alternativas**

Mesa Temática: Sustentabilidad y Responsabilidad Social

Modalidad: Temática

Autor(es): Mtra. Sonia Yurivia Ayala Guzmán*

angelyuri21@hotmail.com

Mtra. Mónica Cristina Rodríguez Palacio

Nacionalidad: Colombiana

monyk_cristy@hotmail.com

Dra. María del Rocío Pérez Rosas

docenciauamizt@gmail.com

Mtro. Cruz Lozano Ramírez

lozano@xanum.uam.mx

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa

Dirección: San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Del. Iztapalapa, C.P. 09340

Ciudad de México.

Ing.Agr. Luis Raul García Moreno

garciaraul89@hotmail.com

Centro de Desarrollo e Innovación Rural Sustentable de México Aluxes A.C.

Dirección Institucional: Guadalupe Victoria No. 11, Barrio san Bartolo Bajo, C.P.

55940, Axapusco, Estado de México.

Teléfono: (044 55) 47216541

(55)56421955

Guanajuato, Gto.

8 al 11 de noviembre de 2016

La Responsabilidad de la Comunidad en su Desarrollo, a través de la Agricultura Sustentable y la Incorporación de Biotecnologías Alternativas

“La desigualdad no es un destino ineluctable. Depende de lo que las sociedades hacen.” (Klikberg, 2015, en El Universal)

Resumen

Ante el escenario caótico en el cual nos desenvolvemos hoy en día, han surgido diferentes alternativas con el fin de lograr un equilibrio entre la naturaleza, su cuidado y preservación, y el desarrollo del hombre; en este sentido es que aparecen en escena términos como el de sustentabilidad y responsabilidad social; los cuales han sido adoptados y adaptados a través del tiempo; y en México no somos la excepción, en diferentes zonas del país pueden observarse proyectos que buscan el desarrollo comunitario, sin dejar de lado el respeto y cuidado de su entorno, esto a través de políticas comunales, o lo que se conoce como régimen de usos y costumbres, demostrando que si es posible vivir de y con la naturaleza. En este sentido es que en el presente trabajo se expone una propuesta integral, basada en el cultivo de microalgas, la cual busca no solo el bienestar común, pues se pretende además la creación, de una cadena de valor, observando más allá del aspecto económico.

Palabras clave: Sustentabilidad, desarrollo, microalgas, cultivos agrícolas, comunidad.

Introducción

En el trabajo presentaremos una opción de desarrollo comunitario sustentable que puede ser empleada en el sector rural, para lo cual se abordaran primero las definiciones de “desarrollo, comunidad, y desarrollo comunitario” para después incluir los aspectos teóricos de nuestra propuesta de agricultura sustentable y la incorporación de biotecnologías alternativas; específicamente se revisaran los modelos de cultivo del café y la caña aprovechando los subproductos de los mismos y otros aspectos teóricos y prácticos referentes al cultivo de micro algas y los beneficios de estas en los sistemas agrícolas.

La responsabilidad de la comunidad en su desarrollo

En un país como el nuestro en donde los apoyos hacia la población más vulnerable se han transformado en boletos de canje por votos, o en simple asistencia pública, cobra relevancia, interesar e integrar a las comunidades en proyectos de los cuales estas sean las únicas responsables, por supuesto con el apoyo de profesionales interesados en el desarrollo de las mismas; en este sentido se cuenta con experiencias exitosas en diferentes estados de la república, en donde el trabajo, aunado al respeto por la naturaleza han rendido frutos.

Pues como bien mencionan Toledo y Ortiz (2014: 11) “Como nunca antes, la historia del ser humano y la historia del planeta han quedado unidas por diversas circunstancias. Hoy, los destinos de la especie humana, del resto de los seres vivos y del planeta se encuentran íntimamente relacionados. El cuidado del hábitat planetario es el cuidado de la existencia misma de la humanidad y de la vida.

Contrariamente a lo pensado, el mundo cada vez más artificial creado por la ciencia, la tecnología y el mercado modernos, nos acerca más, al mundo de la naturaleza, al generar contradicciones, amenazas y peligros que ponen en juego la existencia de todo el hábitat planetario.” Depende de nosotros el continuar o seguir destruyendo nuestro hogar.

En este escenario es que se deben tomar en cuenta las experiencias que han tenido localidades del ámbito rural, principalmente, en donde demuestran que es posible el desarrollo del hombre teniendo como un eje central del mismo, el cuidado de la naturaleza, pues si bien se vive de ella, el aprovechamiento de la misma, se hace de manera responsable y sustentable; en este sentido cobra relevancia generar alternativas que contribuyan a este tipo de modelos, a continuación abordaremos el Desarrollo Comunitario.

Desarrollo Comunitario. Hay que observar en primer lugar, que el término desarrollo comunitario, se encuentra integrado por dos concepciones, las cuales debemos tratar de entender por separado para con ello intentar comprender esta composición, veamos entonces qué se puede entender por desarrollo.

Desarrollo. Debemos comenzar por comprender que este concepto no es nuevo dentro de la historia del hombre, pues podemos referirnos a él desde tiempos remotos, ya que siempre han existido dominadores y dominados, personas con carencias y acumuladores, pero es después de la última guerra mundial, y con el inicio de la revolución industrial que se puede hablar más claramente del concepto desarrollo. (Ander-Egg, 1982)

A este se le ha empleado como medio para "...asegurar y preservar el orden social vigente y evitar el comunismo, haciendo que cambie algo, para que en el fondo no cambie nada; en otras palabras: desarrollo como modo de aplacar los reclamos del pueblo y mantener situaciones de privilegio [...] desarrollo, si pero ¿para qué?, ¿qué tipo de desarrollo?, ¿a quiénes afecta?, ¿a quiénes beneficia? (Ander-Egg, 1982: 21), ¿existe realmente el desarrollo?, o es solamente el beneficio de unos cuantos, pues es a través de la historia que hemos observado que solamente es el grupo encumbrado en la cúpula del poder, el que resulta siempre obteniendo la gracia de este "desarrollo".

Un error muy común que suele generarse alrededor de este término es que "...la consideración de este problema, ha sido el de suponer que la forma de gobierno, quienes gobiernan y los intereses que representan, son indiferentes en relación a los planes de desarrollo, y más concretamente, a la programación de los mismos [...] Esto es falso, porque un plan de desarrollo es, ante todo, un proyecto político y no un conjunto de medidas racionales yuxtapuestas a cualquier proyecto político. La práctica ha demostrado que cuando las cuestiones del desarrollo se despolitizan y se consideran a-ideológicamente, tales formulaciones conducen a que todos estos planteos sean empíricamente inválidos cuando se les confronta con la realidad, teóricamente inadecuados, en términos de sus propias normas socio-científicas, e ineficaces en sus propósitos de llevar a cabo supuestas intenciones de promover el desarrollo... "(Ander-Egg, 1982: 21)

Debemos tomar en cuenta que al hablar de desarrollo no podemos concebir que se refiera solamente al aspecto económico, pues como menciona Le Bret

(citado en Andre-Egg, 1982:33-34) este proceso se refiere a “la serie de pasos para que una población determinada de una fase menos humana a una fase más humana, al ritmo más rápido posible, al costo financiero y humano lo menos elevado posible, teniendo en cuenta la solidaridad entre todas las poblaciones”

Por otro lado, Pérez de Cuellar (en Zarate 2007: 195), nos dice que este concepto puede ser observado como “un proceso encaminado a aumentar las opciones de las personas, que mide el desarrollo según una amplia gama de capacidades, desde la libertad política, económica y social hasta la posibilidad de que cada quien pueda llegar a ser una persona sana, educada, productiva, creativa y ver respetados tanto su dignidad personal como sus derechos humanos.”

Ander-Egg (1982:36) expone que “la concepción unificada del desarrollo se contraponen a la concepción que concibe el desarrollo como crecimiento, privilegiando los valores económicos sobre todos los demás.”

Después de realizar este breve análisis de lo que puede entenderse como desarrollo, aclarando que si bien existen múltiples definiciones al respecto, en este trabajo consideramos como las más adecuadas las expuestas anteriormente; ahora bien debemos complementar nuestro término exponiendo a continuación cómo se concibe el concepto comunidad.

Comunidad. Independientemente de cómo se defina o conceptualice, una comunidad existe, tiene una dinámica propia y particular lo cual le ha permitido sobrevivir y mantenerse a través de los años, además de que esta genera cambios, al interior y exterior, y crece para seguir subsistiendo. (Zárate, 2007)

Para Ezequiel Ander-Egg (1982:45) “La comunidad es una agrupación organizada de personas que se perciben como unidad social, cuyos miembros participan de algún rasgo, interés, elemento, objetivo o función común, con conciencia de pertenencia, situados en una determinada área geográfica en la cual la pluralidad de personas interacciona más intensamente entre sí que en otro contexto.”

Por otro lado para Zarate (2007: 195) “Una comunidad es [...] mucho más que intereses, satisfacción de necesidades, rasgos o elementos comunes. Comunidad es integralidad, totalidad, heterogeneidad, a veces conflicto, pero en definitiva: vida cotidiana y relaciones directas en un escenario geográfico determinado, donde los sujetos en esa vida social encuentran, reciben y toman lo necesario para desarrollarse.”

A partir de lo anterior debemos comprender que una comunidad, para ser llamada así, debe generar en sus integrantes, primordialmente, sentido de pertenencia, identidad, integración, y sobre todo, trabajo en conjunto; buscando con ello el beneficio común, dejando de lado el bienestar propio; es decir, es un lugar en donde el individuo es un actor activo y constructor de su realidad.

Después de haber observado algunas de las características del desarrollo y la comunidad, procedamos a tratar de definir lo que puede ser entendido como desarrollo comunitario.

Desarrollo Comunitario. Podemos comenzar por tomar en cuenta la expresión utilizada en 1954 en la reunión del Consejo Económico y Social de la ONU, “desarrollo de la comunidad”, el cual es empleado “para designar un medio

instrumental destinado al logro de determinados objetivos tendiente a la elevación de los niveles de vida” (Ander-Egg, 1982: 51)

Por otro lado Zarate (2007: 198) nos dice que en el “Desarrollo Comunitario se prioriza como eje fundamental de su quehacer, el desarrollo de los sujetos a partir de su participación activa en procesos que, si bien tienen por objeto ofrecer herramientas para satisfacer necesidades, ello no puede ser posible sin la corresponsabilidad de los sujetos en sus propios procesos, partiendo de su dinámica particular y de sus recursos personales para potencializar acciones que conduzcan al crecimiento y desarrollo.” El integrante de la comunidad pasa de ser pasivo a elemento fundamental y activo de la transformación de su realidad y de la de sus semejantes.

[...] en el Desarrollo Comunitario debe percibirse al sujeto como un recurso social estratégico de desarrollo y a la comunidad como el escenario donde ello ocurre. Visto así, el Desarrollo Comunitario debe concebirse bajo un enfoque de innovación y creatividad donde se facilite la consolidación de nuevos modelos de desarrollo comunitario. Esta idea más actual del proceso supone visualizar al sujeto como un sujeto social, activo, creativo y congruente con capacidades y recursos personales suficientes para superar las condiciones adversas en las que se encuentra. (Zarate, 2007: 193)

Aunado a esto “... el desarrollo de la comunidad promueve y orienta el desarrollo económico y social y restablece la cohesión comunitaria, que puede perturbarse a causa del crecimiento económico y social.” (Ander-Egg, 1982: 52)

Entonces podemos pensar que como menciona Ander-Egg (1982: 52) "...el desarrollo de la comunidad, es esencialmente un proceso a la vez educativo y de organización. Es educativo, porque la materialización de proyectos, es mucho menos importante que los cambios cualitativos, que se manifiestan en las actitudes y en la vida de relación. Y es también un proceso de organización, porque promueve la acción colectiva, reorienta las instituciones y requiere la aparición y la capacitación de nuevos líderes locales."

Ahora bien, siguiendo con este camino, procedamos a tratar de comprender el concepto de sustentabilidad, pues como menciona Toledo (en Barkin, 1998: 3) "Desde su consagración universal en la Cumbre de Río de Janeiro en 1992, el concepto de sustentabilidad y/o de desarrollo sustentable ha sido adoptado y adaptado, por tal cantidad y variedad de autores, intérpretes y promotores que hoy en día el término se percibe como una propuesta banal y confusa o al menos multifacético. No obstante lo anterior, el término sigue siendo, paradójicamente, el "signo vital" de un número creciente (sino es que explosivo) de iniciativas locales, nacionales, regionales y globales, promovidas por toda una gama de instituciones: desde el Banco Mundial y los gobiernos nacionales, hasta las fundaciones internacionales, las organizaciones conservacionistas y ambientalistas e instituciones sociales de toda índole. En la esfera académica, el desarrollo sustentable ha sido tema de cientos de artículos y de decenas de libros, además de innumerables foros de discusión.

Sustentabilidad.

En este trabajo tomaremos en cuenta algunas definiciones en torno al término sustentabilidad, aclarando que no son las únicas, pues como mencionan Gutiérrez y González (en Toledo y Ortiz, 2014: 12) “En la actualidad, la búsqueda de una *modernidad alternativa* integra propuestas tan variadas como la del *descrecimiento* (Europa), el *buen vivir* (Ecuador y Bolivia), el *ecosocialismo* (Francia) y la *sustentabilidad* o sociedad sustentable (ambientalismo). Este último concepto, surgido en 1992 como desarrollo sustentable o sustentable, concebido en su forma más elemental como el equilibrio entre la salud ambiental o ecológica, una alta calidad de vida y la eficiencia económica, ha proliferado y multiplicado sin que se logre llegar a un acuerdo sobre su contenido, sus principios teóricos o filosóficos y los métodos para su implementación”

Por otro lado Barkin (1998: 26), menciona que “La búsqueda de la sustentabilidad implica una estrategia dual moderna: por una parte, debe facilitar a la gente el fortalecimiento de sus propias organizaciones, o la creación de nuevas, utilizando sus recursos relativamente magros en la búsqueda de una alternativa y de una resolución autónoma de sus problemas. Por otra parte, una estrategia de desarrollo sustentable debe contribuir al surgimiento de un nuevo pacto social, cimentado en el reconocimiento de que son esenciales la erradicación de la pobreza y la incorporación democrática de los desamparados dentro de una estructura productiva más diversificada.” En este sentido hay que destacar que se propone alcanzar una igualdad entre los semejantes, a través del trabajo conjunto, así como del respeto por los recursos naturales, esto procurando alentar la creación y conservación de tradiciones, así como usos y costumbres.

Para Barkn (1998:27) “La sustentabilidad es un proceso más que un conjunto de metas bien específicas. Implica la modificación de un proceso en la naturaleza, la economía y la sociedad.” Es decir, debemos observar y modificar aquellas pequeñas desviaciones, por llamarlas de algún modo, dentro del sistema o comunidad, pero este cambio debe hacerse de manera integral, procurando la revisión de la mayor parte de elementos que trastocan a nuestro modelo.

Barkin (1998: 27), resalta una parte esencial para poder obtener cambios dentro de la sociedad y esta se refiere a que “Una estrategia para promover la sustentabilidad debe enfocarse en la importancia de la participación local y en la revisión de la forma en que la gente vive y trabaja. La cuestión de la autonomía y la autarquía locales o regionales es una parte importante de cualquier discusión sobre la integración nacional o internacional. Pues debemos entender que los actores pertenecientes a la comunidad son quienes mejor conocen de sus problemáticas y quienes pueden generar las posibles soluciones a las mismas.

En este sentido y buscando entrelazar este concepto con la propuesta que se expondrá en breve, debemos entender que para tratar de lograr una evolución real y sustentable en el futuro cercano, debemos dejar de ver al desarrollo productivo como simple resultado de la suma de todos los elementos que lo constituyen (semillas o especies vegetales sembradas, fertilizantes, gasto en maquinaria o jornales, entre otros), obteniendo como resultado Kg/ha o productividad por unidad de superficie,

Agricultura sustentable

Para una evolución real y sustentable en el futuro cercano, debemos dejar de ver al desarrollo productivo como simple resultado de la suma de todos los elementos que lo constituyen (semillas o especies vegetales sembradas, fertilizantes, gasto en maquinaria o jornales, entre otros), obteniendo sólo productividad por unidad de superficie, porque es esta manera de percibir las cosas lo que nos ha llevado a la destrucción de nuestro hábitat; con el objetivo de incrementar la productividad agrícola de los productores, obteniendo resultados a través del uso indiscriminado de agroquímicos, ocasionando la contaminación del ecosistema y de la población en general, disminuyendo también el número de especies endémicas del lugar. Ahora bien, no importando si utilizamos insumos orgánicos o de síntesis química.

Esta pregunta denota gran complejidad pues algunos programas de gobierno apoyan la producción que promueve principalmente el monocultivo extensivo, lo cual limita la diversidad que se puede tener en la región, y se impulsa el uso indiscriminado de herbicidas con el objetivo de evitar el crecimiento de arvenses (cualquier especie vegetal que crece de forma silvestre) dentro de las unidades productivas. Los arvenses son plantas que en diferentes culturas tenían un uso particular por ejemplo el *Amaranthus hybridus* L. (Quelite) que se utiliza como alimento, la *Ricinus communis* L (Higuerilla) usada como planta medicinal, o la *Viguiera dentata* (Chimalcate) empleada como forraje, ornamental y para la construcción (Albino *et al*, 2011), sólo por citar algunas. En este sentido, podemos observar que a pesar de que en el discurso se habla de sustentabilidad por parte

de los gobiernos, difícilmente promueven ésta, pues muchas veces lo que se obtiene a través de los programas, es el riesgo de especies endémicas de las diferentes regiones donde se emprenden este tipo de acciones.

Por otro lado las políticas públicas orientadas al campo han influido en la capacidad de producción del sector rural, el patrón de cultivos, las variedades utilizadas, las fechas de siembra y los insumos que se utilizarán. La entrega de apoyos, muchas veces ha provocado la limitación de su autonomía y la disminución en sus niveles de producción.

Sin embargo, toda actividad agrícola que se lleve a cabo, no importa el manejo que se dé, genera una serie de problemas al ecosistema, como ejemplo podemos citar la alteración del ambiente (remoción y exposición del suelo, tala de árboles, entre otros), la sustitución de la biodiversidad de especies, debido al cambio de patrones de cultivo con el objetivo final de cumplir con la demanda de alguna empresa específica, una consecuencia más es la eliminación de las arvenses y depredadores naturales, los cuales tienen el no menos importante papel de mantener un balance ecológico en la región (Eastmond, *et al*, 2014)

Entonces, ¿qué es lo que los productores deberían hacer para producir sin dañar los ecosistemas? ¿Es necesario implementar una reconversión productiva?

Estas preguntas requieren un análisis profundo, pero su cuestionamiento central tendría que ser, ¿de qué biodiversidad dispone la región?, es decir, qué especies vegetales, animales, insectos e inclusive microorganismos benéficos se desarrollan de manera natural en su comunidad. Otro factor relevante a considerar es el patrón climático que ha ido evolucionando y cómo lo ha hecho a lo largo de

los años, para con ello determinar qué cultivos se pueden adaptar a estas condiciones. Otra cuestión igual de importante que las anteriores es tener el conocimiento acerca de los cultivos y la sinergia que puede producirse con otros, por ejemplo, si es que podemos intercalarlos, saberlo hacer; puesto que está demostrado en la realidad que la mecanización de la milpa tradicional es muy complicada, mientras que la diversidad de cultivos es necesaria para la conservación de la vida y la diversidad de los ecosistemas.

Modelos de cultivo del café y caña aprovechando los subproductos de los mismos.

Abordaremos los cultivos de caña de azúcar y café, que en comunidades de Chiapas, Oaxaca o Veracruz se cultivan con gran facilidad, y ambos se encuentran entremezclados en los usos y costumbres de algunos de sus habitantes como al endulzar con caña de azúcar el café que ellos mismos cosechan. Si bien los dos cultivos poseen características diferentes y manejos distintos, se adaptan de una manera muy aceptable a las mismas condiciones edafoclimáticas.

En el caso de los cafetales, la mayoría de los productores de estos cultivos son de grupos indígenas como los zapotecos, Mixtecos, Mixes, Totonacas, Nahuas, Huastecos, Tzetzales, Zoques, Tojolabales y Chatinos, estos productores mantienen sistemas agroforestales donde se promueve la diversidad de especies, debido a que se mantiene un estrato arbóreo para cubrir el café, lo cual ayuda a que se preserve la diversidad de especies que se encuentran en la zona productiva, en contraste con las unidades de producción industriales que son a

cielo abierto y que además ocupan un alto nivel de agroquímicos los cuales destruyen el ecosistema así como las especies que naturalmente habitan el café, esto con el fin de controlar las plagas y enfermedades, lo cual provoca un aumento en la presión de los cultivos debido al descontrol que se genera en el ecosistema (Duran 2011).

Esta destrucción de los sistemas ecológicos, se puede observar también en el cultivo de caña, pues para producirla se requiere el movimiento de todo el terreno, es decir, el único producto que debe estar sembrado es la caña aunque con el paso del tiempo crecerán arvenses y se utilizaran herbicidas o labores manuales para eliminarlos y solo dejar en la zona productiva ese producto. Así, se utiliza un sistema tradicional de limpiar el terreno, ararlo y sembrarlo como se haría con el maíz o frijol y para realizar la cosecha en seco se tiene que quemar el cañaveral para cosecha (Morales, 2011) lo cual nos trae una serie de problemas ecológicos, como la erosión hídrica y eólica, quema del suelo fértil eliminado la micro y macro biota Estas acciones se tienen que realizar durante 5 años como mínimo para hacerlo un cultivo rentable (Augstburger, *et al*, 2000). Sin embargo a lo largo de este tiempo se está de una manera importante contaminando la atmosfera y también desertificando poco a poco el suelo, pero afortunadamente aún con esta contrariedad de manejos se puede proponer para la caña un trabajo ecológico.

Estos dos cultivos consideramos pertinente citarlos, porque aunque diferentes, en sus formas o hasta opuestos en su producción, paralelamente han evolucionado dentro de las comunidades ya sea buscando una rentabilidad o para el consumo propio.

El café y la agricultura sustentable. El café tradicionalmente abunda en México y se debe de desarrollar en un sistema agroforestal donde se establezcan diferentes estratos arbóreos (Weber *et al*, 2000) para poder proveer de sombra al café a fin de evitar la fotosaturación, esto favorece una lenta maduración del grano al proveerle un clima más fresco, lo cual nos ayuda a tener un café de mayor calidad por el hecho de que se obtiene una mayor concentración de solidos tanto para el grano como para la cereza.

En el caso de este producto, su aprovechamiento principal proviene de la semilla que se tuesta y se utiliza para obtener el café como lo conocemos, pero los cafetales no solo producen semilla, pues estos, se componen de 18.5% semilla, 41% pulpa, 5% cascarilla, 16% mucilago 19.5% agua (Weber, *et al*, 2000) lo que nos muestra que en general se tiene un desperdicio el 81.5% que puede darnos una serie de subproductos aptos para suplir distintas necesidades para la misma nutrición del café u otros cultivos.

Un ejemplo de ello, es que a partir de la pulpa se puede obtener:

- Alimento para ganado, pudiendo remplazar el 20% de los concentrados proteicos (Rathinavelu, y Graziosi 2005)
- Composta, esta puede obtenerse, tan sólo con la pulpa, ya sea sin aditivos de microorganismos o con éstos para poder acelerar el proceso (Vázquez, *et al*, 2010), al mismo tiempo se pueden obtener otros beneficios de este procedimiento ya que nos sirve para poder propagar microorganismos benéficos y con ello incrementar su presencia en los suelos donde se aplique. Este proceso es necesario dado que, por su naturaleza alta en azúcares, estos se fermentan,

elevando el pH del suelo lo cual dificultaría el desarrollo de las plantas (Rodríguez, 2011).

- Producción de hongos comestibles, esto requiere un proceso de secado al sol para evitar una fermentación acelerada.
- Producción de biogas (Rathinavelu y Graziosi, 2005).
- Lombrices de tierra, esta técnica ayudará a mejorar las características fisicoquímicas del abono orgánico que se elaborará; además de producir lombriz como un segundo producto del aprovechamiento de este material.

La caña y la agricultura sustentable. En cuanto al cultivo sustentable de caña se inicia con la cosecha en verde de ésta, evitando la quema para que no se calcine el suelo y se afecte a la micro y macro biota y así permitir que los residuos mejoren la calidad del suelo. Con este manejo se permite que se aumente el conteo de lombrices por metro cuadrado, encargadas de acelerar el proceso de mineralización de compuestos y de realizar galerías para oxigenar el suelo y evitar inundaciones cuando se realice el riego. Pero su principal virtud es el incremento de materia orgánica en el suelo (Morales, 2011) esto provocado primordialmente por las hojas que se le quitan al tallo al momento de la cosecha. Su inconveniente es que si se realiza la cosecha manual un jornalero puede cortar entre 5-8 toneladas de caña por día, lo cual representa mayores costos en la cosecha. Además de que dificulta un poco el manejo de los vehículos dentro de los terrenos por la cantidad de materiales presentes (Morales, 2011).

Posterior a la cosecha en verde y empacado del material excedente del suelo se deja una capa de residuos con la que se pueda trabajar buscando la cobertura

total del suelo para evitar tanto problemas con la erosión eólica como hídrica así como la solarización del terreno (Guiterteau *et al* 1992); el material que se recoge del terreno posteriormente se puede utilizar para poder suplir al ganado la parte de la pastura, o para la producción de compostas u hongos comestibles

La caña se somete después a un proceso de industrialización para iniciar la obtención de los subproductos (Morales, 2011). A diferencia del café, estos procesos pueden ser llevados a cabo en industrias ya establecidas y no en el traspatio de los productores debido al desarrollo de la industria cañera.

Empezando el proceso de industrialización de la caña obtenemos el bagazo, debido a su composición inicial es un buen material para la composta dado a que se compone de 48% de fibra, 49% de agua y 3% de sólidos solubles (Rivera, 1980) esto después del proceso de prensado que se realiza para poder extraer los jugos almacenados en la caña. También este material puede ser utilizado para cobertura de suelos o para la quema directa como se realiza en la mayoría de los ingenios azucareros del país (Morales 2011). O para la producción de hongos comestibles (Garzón, 2008).

Después tenemos la melaza que es el principal insumo en la industria del ron (Rivera. 1980) donde solamente hay que fermentarla con levaduras y pasar a su proceso de destilación y maduración para tener un producto de alto valor. También es un material buscado por las empresas que elaboran concentrados alimenticios para animales, dado que aumenta la palatabilidad de éstos, haciéndolos más atractivos para el ganado. Y no por ser la aplicación para producir bioinsumos

agrícolas es la menos importante, se utiliza para el cultivo de levaduras, microorganismos benéficos y biofertilizantes sólidos y líquidos.

Finalmente pasamos a los últimos subproductos de la caña de azúcar, que son la cachaza y la vinaza, que se obtienen de la purificación de los jugos para obtener el azúcar, estos dos compuestos tienen una gran carga orgánica disuelta, además de diversos elementos minerales, lo cual nos podría generar grandes problemas de contaminación al verterlos en los cuerpos de agua (Rivera, 1980).

Pero poseen un alto valor como materia prima como fertilizante ya sea de forma directa cuidando los niveles de pH del suelo al agregarlos o dándoles un proceso de digestión o elaboración de compostas, para disminuir los efectos negativos que podrían existir al agregarlos a nuestros agrosistemas.

La incorporación de biotecnologías alternativas

El uso de los fertilizantes y diversos químicos en la agricultura ha ocasionado impactos negativos en los suelos agrícolas, como son el desgaste físico-químico, la pérdida de nutrientes, de humus y de la actividad microbiana, provocando a su vez una disminución paulatina en la productividad de la mayoría de los cultivos, desbalances en los ecosistemas y contaminación ambiental, con impactos negativos en los agricultores y en los consumidores finales (Suquilanda, 2008; Morales-Avendaño *et al.*, 2014) el problema puede llegar a agravarse tanto que se pierde la capacidad productiva de los terrenos con potencial agrícola.

Los fertilizantes convencionales inorgánicos presentan una eficiencia de asimilación por los cultivos de aproximadamente un 50%, el excedente que no se incorpora a las plantas se acumula en el manto freático y cuerpos de agua

cercanos causando problemas de eutroficación, lluvia ácida y calentamiento global (Armenta *et al.*, 2010). Aunado a esto, el proceso actual de producción de fertilizante nitrogenado que se conoce como Haber-Bosch se caracteriza por requerir altas cantidades de energía para lograr fijar en materiales inertes el nitrógeno y de esta forma ser utilizado por los productores. Se calcula que para producir una tonelada de fertilizante nitrogenado se requiere de 7 barriles de petróleo (1112.9 L), energía no renovable y es un proceso altamente contaminante (Döbereiner, 1997).

La aplicación de fertilizantes minerales y productos químicos han reflejado un crecimiento ininterrumpido de los rendimientos agrícolas, pero también han generado una serie de condiciones y factores negativos en los ecosistemas agrícolas actuales, presentándose acumulaciones importantes de nitritos, nitratos, pesticidas y otras combinaciones dañinas en los suelos y en los cuerpos de agua receptores.

Los biofertilizantes en cambio, son una alternativa ideal para reemplazar los fertilizantes químicos ya que su producción es amigable con el ambiente, proporcionan estabilidad económica al agricultor, aumentando la productividad de sus cultivos y reducen los efectos de la fertilización química sobre el ambiente y la salud (Holguín *et al.*, 2003; Red BIOFAG, 2007; Ferrera y Alarcón, 2008; Olalde y Serratos, 2008; Morales-Avendaño *et al.*, 2014).

El uso de microorganismos en la agricultura es ideal por ser una fuente que facilita el manejo de nutrientes que benefician el funcionamiento de los cultivos y forman parte de una tecnología que garantiza una productividad biológica,

ecológica y económica más exitosa y sin contaminación del ambiente y de inocuidad reconocida para el hombre.

En condiciones naturales el suelo tiene la capacidad de mantener el crecimiento vegetal de manera casi constante, esto debido a los ciclos biogeoquímicos que devuelven gradualmente toda la materia orgánica al suelo, la cual se está transformando constantemente por la acción conjunta de plantas, animales y microorganismos que viven en él, si el equilibrio se altera podemos perder suelos fértiles debido a la erosión. La microbiota del suelo juega un papel muy importante para mantener este equilibrio, por tanto de ella se pueden seleccionar microorganismos fotosintéticos como microalgas que en presencia de humedad, nutrientes básicos e iluminación natural pueden ser cultivados y combinados para formar consorcios que ayuden a fijar y proporcionar nitrógeno orgánico al suelo y además aporten nutrientes presentes en la biomasa de dichos consorcios. Por ello utilizar microalgas como biofertilizantes agrícolas representará una alternativa amigable con el ambiente, de bajo costo, servirían como acondicionadores de suelo y permitirían una reducción del uso de fertilizantes químicos, debido a que estos consorcios por sí solos son bioproductivos en compuestos orgánicos y minerales para la nutrición vegetal.

El uso de microorganismos en la producción ecológica. El uso de microorganismos en la agricultura no es algo nuevo, desde la edad media se tiene conocimiento sobre los beneficios que causan algunos microorganismos en los cultivos de plantas superiores, este conocimiento se incrementó con el invento del microscopio y las técnicas microbianas durante el periodo de 1891-1910. En esta

época ya se conocían importantes procesos microbiológicos, como la fijación de nitrógeno atmosférico, la formación de nódulos por microorganismos en las leguminosas, entre otros (Freire, 1975). Sin embargo estos conocimientos y técnicas ancestrales, benéficas para el agricultor, el ambiente y el consumidor se fueron olvidando con el desarrollo de nuevas tecnologías y las promesas de mejores cosechas con el uso de fertilizantes inorgánicos y subsidios del gobierno para suministro y compra de los mismos (Aguirre-Medina *et al.*, 2010).

Hoy día los biofertilizantes más utilizados son los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y las bacterias promotoras de crecimiento vegetal (BPCV), los cuales tienen la capacidad de ayudar a las plantas a tolerar deficiencias nutricionales y otros factores abióticos y bióticos adversos. Su importancia se fundamenta en la asociación simbiótica que se establece en el sistema radical, ya que interactúan con el suelo, planta, patógenos y otros microorganismos del suelo (Holguín *et al.*, 2003; Jeffries *et al.*, 2003). Los beneficios en la productividad se sustentan a través de los diversos mecanismos como la fijación de nitrógeno atmosférico, producción de fitohormonas, mineralización de materia orgánica, solubilización de ortofosfatos y silicatos, transportación de nutrimentos y agua a la planta por asociaciones micorrízicas y biocontrol de fitopatógenos, todos ellos factores que tienen un relevante impacto ecológico y económico (Holguín *et al.*, 2003; Jeffries *et al.*, 2003).

Los biofertilizantes, son recomendados en la agenda 21 como resultado de la reunión llamada “Cumbre de la Tierra”, firmada en Río de Janeiro en 1992 y son considerados biotecnologías “apropiables”, que es un término creado para las

herramientas biotecnológicas que contribuyen al desarrollo sustentable de un país y que proveen beneficios tangibles a los destinatarios y también por ser ambientalmente seguros y socioeconómica y culturalmente aceptables (Dommergues, 1978).

El uso de las microalgas es una alternativa ideal, ya que en poco espacio y con pocos recursos energéticos, podemos producir biomasa algal de manera sustentable para enriquecer los suelos agrícolas y estos biofertilizantes cuentan con importancia ecológica, porque disminuyen la contaminación a la atmósfera; importancia económica porque reduce costos y también tiene importancia productiva, porque puede mejorar los rendimientos en las cosechas, siempre y cuando se aplique de una forma adecuada y se dé el seguimiento completo al cultivo.

Biotecnología Alternativa. Las Microalgas. El término microalga no es una clasificación taxonómica como tal, se utiliza para agrupar organismos de dos grupos celulares distintos: procariontes y eucariontes, y a pesar de las diferencias estructurales tan grandes comparten características en común, son un conjunto de microorganismos que en su mayoría son unicelulares fotosintéticos, filamentosos que forman colonias o cenobios. Están presentes en suelo, agua dulce y agua salada. Se consideran responsables del material orgánico que se encuentra en los ecosistemas acuáticos, así como el 40% de la fotosíntesis total del planeta (Abalde, 1995; López y Catzim, 2003), constituyen la base de las cadenas tróficas que permiten la vida en los océanos lo que equivale a aproximadamente más del 70% de la biomasa mundial. Las características adaptativas que presentan las

microalgas están relacionadas con la resistencia al hundimiento, con la habilidad para absorber rápidamente nutrientes cuando éstos se encuentran disponibles o almacenarlos intracelularmente para cuando escaseen. Los ciclos de vida son cortos e incluyen la formación de esporas de resistencia o de células de reposo que les ayudan a sobrevivir en situaciones desfavorables. En el campo de la Biotecnología se han realizado avances en los tipos y sistemas de cultivo de estos microorganismos para aprovecharlos en la bioremediación de aguas (Hernández *et al.*, 2012), como suplementos nutricionales para el hombre y animales por su alto contenido proteico (Vanthoor *et al.*, 2014), como biocombustibles (Chisti, 2007) y en el área agrícola se las usa para mejorar la producción en los cultivos (Morales-Avendaño *et al.*, 2014).

Los cultivos de cianobacterias se han utilizado desde hace años como biofertilizantes por la cultura china para fertilizar cultivos de arroz (León y Rojas, 1996; Saadatnia y Riahi, 2009), también hay reportes recientes del uso de consorcios de microalgas y líquenes para fertilizar campos de arroz en el cantón Yaguachi, provincia del Guayas, Ecuador (Peralta y Colina, 2010) e inoculación y coinoculación *Bradyrhizobium* y cianobacterias en cultivo de soya (Sotelo *et al.*, 2008).

Las bacterias del género *Rhizobium sp* se utilizan para aumentar la capacidad de fijación del nitrógeno en las plantas leguminosas, *Azotobacter sp* se utiliza como biofertilizante para el desarrollo de las diversas especies vegetales como mostaza, maíz, trigo, algodón, etc. *Azospirillum sp* se aplica en el mijo, sorgo, caña, maíz y trigo. Las cianobacterias como *Nostoc*, *Tolypothrix*, *Anabaena*,

Aulosira para fijar el nitrógeno de la atmósfera y enriquecer la fertilidad del suelo (Sahu *et al.*, 2012), y han demostrado múltiples beneficios en cultivos como la cebada, avena, tomate, rábano, algodón, caña, maíz, chile y lechuga (Thajuddin y Subramanian, 2005).

Existen algunos otros trabajos con un enfoque en uso de bacterias y microalgas en la fertilización de los suelos, analizando la composición de la flora nativa y viendo su potencial uso, así como adicionando o reinoculando el suelo con cultivos realizados para este fin (Barrios *et al.*, 1988; Irisarri *et al.*, 2000; Ferrera *et al.*, 2001; Ramírez, 2009; Morales *et al.*, 2014).

En el mercado se encuentran varios productos a base de macroalgas, como son MycsaAg, extracto de algas marinas grado fertilizante, ALGAENZIMSMR, (www.mycsa.us) los cuales son mezclas de nutrientes con la materia algal, siendo estos eficientes en algunos cultivos, sin embargo el problema radica en que para obtener las macroalgas, se tienen que coleccionar del medio natural, pudiendo esto diezmar la población o estar disponibles sólo en algunas épocas del año.

El uso de cultivos de microalgas como biofertilizantes es una alternativa ecológicamente positiva ya que en sistemas controlados, con tecnología simple y en espacios pequeños podemos tener cultivos que potencialmente nos pueden servir de materia prima para fertilizar los campos.

Usos de tecnologías alternativas para el desarrollo de una agricultura sustentable

En los países desarrollados la sustentabilidad agrícola se identifica con la sustentabilidad económica y en los países poco desarrollados se manifiesta en la

mejora social conservando los recursos básicos (Florez, 2009); es decir la agricultura sustentable permite la conservación de los recursos naturales y protección del medio ambiente manteniendo una producción continua de manera que no se resienta el sistema y que permita utilizar los recursos de manera que no se agoten y consigan un ingreso económico constante a lo largo del tiempo (Labrador, 2001).

Para que un biofertilizante cumpla con esta premisa, los microorganismos utilizados deben tener un efecto positivo sobre algunos procesos de descomposición y síntesis que se dan en el suelo e intervenir en la liberación y aporte de algunos nutrientes importantes para los cultivos. Por tanto los microorganismos al ser aplicados al suelo deben incrementar su actividad y ejercer el efecto esperado de acuerdo a su naturaleza, como por ejemplo (producción de reguladores de crecimiento, mayor velocidad de descomposición de sustratos, aporte de nutrientes, etc. (Castro, 2002). El éxito en la aplicación de los biofertilizantes dependerá del conocimiento de sus requerimientos nutricionales y ambientales, así como su interacción con otros microorganismos, incluyendo su habilidad para coexistir en cultivos mezclados con otros microorganismos, tanto antes como después de su aplicación al suelo (Frioni, 1999).

Interacciones sinérgicas entre los cultivos ecológicos y las microalgas para lograr sistemas sustentables. En el siguiente diagrama se realiza una propuesta de como potencializar el uso de los diferentes subproductos que se generan en cultivo de especies agrícolas y microalgas, porque aunque si bien son asociados como residuos, no deben de ser considerados basura. Por su importancia no es

animales. También puede utilizarse como un fertilizante por sí mismo para los cultivos; proporcionando nutrientes y varios compuestos capaces de mejorar las condiciones fisicoquímicas del suelo (Montenegro, 2009).

Aunado al desarrollo radical de nuestros cultivos se pueden obtener un sin número de productos bioactivos como lo son los reguladores de crecimiento vegetales, los cuales aceleran o mejoran procesos de desarrollo dentro de las plantas. Esto debido a que se aumenta la concentración dentro de los tejidos de estas (Bidwell, 1979). Dando como resultado un aumento significativo en la productividad de los cultivos, sobretodo de la parte económicamente importante.

Esto solamente por el lado de las microalgas que son un excelente complemento a la biofertilización que está en aumento en los cultivos agrícolas a nivel mundial.

Por el lado del café, sin tomar en cuenta el grano que es de uso humano para generar esa bebida tan demandada a nivel mundial, tenemos que con todos los subproductos que obtenemos, podemos generar desde fertilizantes, pasando por hongos, hasta energía calórica.

Estudios reportados por PASOLAC (Weber, 2000) acerca de la capacidad nutrimental de la pulpa de café, nos indica que 100 kg de pulpa de café procesada y estabilizada ya sea en composta, por medio de la lombricultura o secándola para inactivar la parte enzimática, representa 10 kg de una mezcla de fertilizantes 14-3-37, lo que nos muestra que es una alternativa viable para la sustitución parcial o total de algunos fertilizantes, sobre todo si hablamos de la parte de potasio, dado a que es el compuesto que más concentra. Material que podemos utilizar para la

fertilización de la caña de azúcar o para el cultivo de microalgas, evitando así en buena parte los fertilizantes de síntesis industrial y aprovechando los recursos locales.

Aunado a la disminución de necesidades de fertilizantes, aumenta la actividad de la micro y macro biota del suelo (Ferrera, 2007) y disminuye la incidencia de problemas que pueden presentar las plantas por patógenos. A la par, esto nos puede generar alcoholes y biogas para poder suplir la demanda energética que día día es más grande.

El bagazo de la caña, los residuos de la cosecha y la cascarilla del café, tienen la cualidad de poder ser aditivos para compostas, para regular la relación C/N que debe de existir para que el proceso se lleve a cabo de la mejor manera y así lograr un producto de calidad. Además de que por su composición química, actúan como esponjas para poder retener el agua y los nutrientes una vez que ya está el material incorporado al terreno o cuando está terminada la composta. Y si es que se queman, las cenizas nos dejan un buen material lleno de minerales para poder ser incorporado a compostas, la lombricultura o directo a los suelos para mejorar su fertilidad.

Como podemos ver la naturaleza nos da un abanico grande de oportunidades para manejar residuos, y lograr darles un uso benéfico en lugar de contaminar. Lo cual nos lleva a la pregunta ¿Sabiendo estos conceptos, es factible el desarrollo sustentable? Y la respuesta para nosotros, después de ver algunos casos como el café, la caña y las microalgas, es que efectivamente es factible este tipo de desarrollo sustentable, sólo que hay que cuidar como manejamos los

residuos que se generan para darles un valor y con esto mejorar la producción del mismo cultivo o de otros.

Reflexiones finales

Después de este pequeño recorrido debemos comprender que el éxito de cualquier proyecto depende del interés y apropiación de la comunidad pues han aprendido a vivir de y con la naturaleza.

Por otro lado es pertinente entender que la sustentabilidad va más allá de establecer un equilibrio entre el hombre y su ambiente, pues debe observarse a esta como un proceso integral en el cual se consideren aspectos sociales, ambientales, agrícolas, de salud y por supuesto económicos, entre otros más. En este sentido, deben darse a conocer a la comunidad que existen técnicas o tecnologías, que son benéficas y que pueden ser complementarias a lo que ellos saben, y que al incluir alguna de estas, no se dejará de lado su conocimiento tradicional, sus costumbres y tradiciones, es decir los elementos que los hacen como comunidad únicos.

Referencias

- Abalde J., Cid., A., Fidalgo., P., Torres, E., Herreno, C. (1995). *Microalgas: Cultivo y Aplicaciones*. Universidad de Coruña, España, 210 p.
- Abd, M., E., A., Abd, A., A., S., E. (2008). Effect of green alga cells extract as foliar spray on vegetative growth, yield and berries quality of superior grapevines. *American-urasian J. Agric. y Envirom. Sci.*, 4, 427-433.
- Aguirre M., J., F., Irizar, G., M., B., Durán, P., A., Grajeda, C., O., A., Peña, R., M., A., Loredo, O., C., Gutiérrez, B., A. (2010). *Los Biofertilizantes microbianos:*

- alternativa para la agricultura en México*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Rosario Izapa, Tuxtla Chico, Chiapas, México. 86p.
- Albino, G., C., Cervantes, H., López, M., Ríos, C., L., Lira, R. (2011). Patrones de diversidad y aspectos etnobotánicos de las plantas arvenses del valle de Tehuacán-Cuicatlán: el caso de San Rafael, municipio de Coxcatlán, Puebla. México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 82: 1005-1019
- Ander-Egg, E. (1982) *Metodología y práctica del desarrollo de la comunidad*, Editorial "El Ateneo", S.A. de C.V., México.
- Armenta, A., García, C., Camacho, R., Apodaca, M., Montoya, M. (2010). Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. *Ra Ximhai Revista de la sociedad, cultura y desarrollo sustentable*. 51-54.
- Arredondo, V., B., Voltolina, D. (2007). *Métodos y herramientas analíticas en la evaluación de la biomasa microalgal*. Centro de Investigaciones Biológicas del Sureste. La Paz, Baja California Sur, México. 97p.
- Augstburger, F., Berger, J., Censkowsky, U., Heid, P., Milz, J., Streit, C., (2000). *Caña de Azúcar*. Alemania. Naturland.
- Barkin, D. (1998) *Riqueza, Pobreza y Desarrollo Sustentable*. México. Editorial Jus y Centro de Ecología y Desarrollo. ISBN 9687671041; Versión Electrónica
- Barrios, L., Milagros, A. (1988). Bacterias fijadoras de nitrógeno simbióticas con leguminosas endémicas de las islas canarias: estudio taxonómico, fisiológico y bioquímico. Universidad de la Laguna. 89 p.

- Becker E. W. (1994). *Microalgae Biotechnology and Microbiology*. Cambridge Studies in Biotechnology. Cambridge Press. 293 pp.
- Caballero, M., J., Martínez R. (1999). Soil fertilization limits the genetic diversity of Rhizobium in bean nodules. *Symbiosis* 266: 111-121.
- Castro, L. (2002). Revisado en Marzo de 2013, de <http://www.unsa.edu.ar/matbib/micragri/micagricap1.pfd>
- Cruz, A., D., Roman, O., Acevedo, E., Santos. (2007). Correlación del método Kjeldahl tradicional con el método Dumas automatizado para la determinación de proteína en alimentos. Tesis de Título. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. 105 p.
- Cruz, M. (2009). Uso biofertilizante de dos cultivos de cianobacterias, uno axénico y otro en consorcio, a nivel de invernadero para producción parcialmente orgánica de fréjol *Phaseolus vulgaris*. Sangolqui, Ruminahui, Ecuador.
- Döbereiner, J. (1997). Present and Future opportunities to improve the nitrogen nutrition of crops through biological fixation. *In: Biological fixation in farming systems of the tropics*. Ayanaba, A. y Dart, P. U.S.A. John Wiley and Sons.
- Dommergues, Y. (1978). Impacto on soil management and plant growth. *In: Interactions between non-pathogenic soil microorganism and plants*. Y. R. Dommergues and S.V. Krupa (eds). Elsevier. The Netherlands. 443-458.
- Duran, R., F. (Coord). (2011). Manual de Cultivos Orgánicos y Alelopatía. Colombia. Grupo Latino Editores. ISBN 958-96086-7-1

- Eastmond, A., García, F., A. (2014) Impacto de los Sistemas Agropecuarios sobre la Biodiversidad. México. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. pp 98-104
- Ferrera, C., R., Alarcón, A. (2008). Biotecnología de los hongos micorrízicos arbusculares. *In: Díaz, F.A. Mayek, P.N. (eds.). La Biofertilización como Tecnología Sustentable.* Plaza y Valdés, CONACYT. México. Pp:25-38.
- Ferrera, R., Alejandro, A. (2001). La microbiología de suelo en la agricultura sustentable. Revista científica multidisciplinaria de la Universidad Autónoma del Estado de México, 1-10.
- Florez, J. (2009). *Agricultura Ecológica.* Madrid: Mundi Prensa.
- Freire, J. (1975). Microbiologado solo. En F. d. Sul. Porto Alegre-Brasil.
- Freire, R. (2012). Evaluación de potencial biofertilizante de tres consorcios de cianobacterias en el crecimiento y valor nutricional de pasto Reygrass anual (*Lolium multiflorum*) a nivel de cámara de invernadero. Sangolqui, Ruminahui, Ecuador.
- Frioni, L. (1999). Procesos Microbianos. XIX Congreso de Ciencias del Suelo, Libro de Resúmenes. Panamá. 332.
- Guiberteau, C., A., Labrador, M., A. (1992) Técnicas de cultivo en agricultura Sustentable. España. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación
- Guillard, R., R., L., Ryther, J., H. (1962). Studies of marine planktonic diatoms. I. *Cyclotella nana* Hustedt, and *Detonula confervacea* (Cleve) Gran. Can. *Journal of Microbiology.* 8: 229-239.

- Hernández, R., B., M., Rodríguez, P., M., C., Lozano, R., C., P., Castilla, H. (2012). Remoción de nutrientes por tres cultivos de microalgas libres e inmovilizados. *Revista Latinoamericana de Biotecnología Algal y Ambiental*. 3 (1): 80-94.
- Holguín, G., Bashan, Y. Puente, E., Carrillo, A., Bethlenfalvay, G., Rojas, A., Vázquez, P., Toledo, G., Bacilio, M., Glick, B., González, L., Lebsky, V., Moreno, M. Hernández, J. (2003). Promoción del crecimiento en plantas por bacterias de la rizósfera. *Agricultura Técnica en México* 29: 201-211.
- Irisarri, P., Gonnet, S., Deambrosi, E., Monza, J. (2000). Diversidad de cianobacterias con heterocistos en suelos cultivados con arroz. Uruguay.
- Jeffries, P., Gianinazzi, S., Perotto, S., Turnau, K., Baera, J.M. (2003). The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. *Biology and Fertility Soils* 37:1-16.
- Kliksberg, B. (21/Octubre/2015) Las desigualdades abrumadoras. La desigualdad no es un destino ineluctable. Depende de lo que las sociedades hace. El Universal. Recuperado de http://www.eluniversal.com/noticias/opinion/las-desigualdades-abrumadoras_80168
- Labrador, M. (2001). Agroecología y Desarrollo: Aproximación a los Fundamentos Agroecológicos para la Gestión Sustentable de Agrosistemas Mediterráneos. Madrid: Mundi Prensa.
- León, C., Rojas, J. (1996). Utilización de cianobacterias (algas verde- azules) fijadoras de nitrógeno y el helecho acuático Azolla, como biofertilizantes en

- el cultivo de arroz anegado. X Congreso Nacional Agronómico de suelos. Costa Rica.
- López, S., Catzim, L. (2003). Microalgas dulceacuicolas. 1-3. Yucatan: Biodiversidad.
- Morales, A., E., Martínez, P., R., Suárez, R., G. (2014). Aislamiento, cultivo, viabilidad y evaluación de un consorcio cianobacteria-microalga como acondicionador de suelos. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas* 1 y 2: 41-71.
- Morales, T., J., (2011). Impacto Ambiental de la Actividad Azucarera y Estrategias de Mitigación. Universidad Veracruzana. México
- Olalde, P., V., Serratos, R. (2008). Biofertilizantes: Micorrizas y bacterias promotoras de crecimiento. *In: Díaz, F.A. y Mayek, P.N. (eds.). La Biofertilización como Tecnología Sustentable.* Plaza y Valdés, CONACYT. México. Pp:5-66.
- Peralta, E., Colina, F. (2010). Comportamiento agronómico de la variedad de arroz INIAP 15 a la fertilización combinada con microalgas y líquenes en el cantón Yaguachi, provincia del guayas. Guayaquil, Ecuador.
- Ramírez, C. (2009). Efecto de la aireación y la irradiación sobre un consorcio de cianobacterias fijadoras de nitrógeno. Puerto Ángel, Oaxaca.
- Rathinavelu, R., Graziosi, G., (2005). Posibles usos alternativos para los residuos y subproductos de café. Costa Rica. Organización Internacional de Café.
- Red BIOFAG (2007). Red Iberoamericana de fertilizantes biológicos de la agricultura y el medio ambiente. Retrieved from www.biofag.org.ar.

- Rivera, C., A. (1980). Subproductos derivados de la industria azucarera.
- Rodríguez, V., R. (2011) Procesamiento del café en Colombia y uso actual de los subproductos. Colombia, Centro Nacional de Investigaciones del Café.
- Saadatniay, R. (2009). Cyanobacteria from paddy fields in Iran as a biofertilizer in rice plants, *Plant Soil and Environment* 55(5) 207-212.
- SAGARPA. (2014). Servicio de información agroalimentaria y pesquera. www.siap.gob.mx/index.
- Sahu, D., P., I., Rath, B. (2012) Cyanobacteria- as Potential biofertilizer, *Journal of Microbiology*. Vol. 1 (2-3) 20-26.
- Sotelo, C., Iglesias, M., Punos, L. (2008). Efecto de la coinaculación cianobacterias-*Bradyrhizobium japonicum* sobre la actividad biológica del suelo. Comunicaciones científicas y tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. www.unne.edu.ar/unnevieja/investigacion/com2008.
- Stanier, R., Y., R., Kunisawa., M., M., Cohen, B., G. (1971). Purification and properties of unicellular bluegreen algae (Order Chroococcales). *Bacteriol. Rev.*35: 171-205.
- Stewart, W., D., Fitzgerald P., L., Burris, R., H., G., I. (1968). Acetylene reduction by nitrogen-fixing blue-green algae. *Arch. Mikrobiol.* - 62: 336-348.
- Suquilanda, M. (2008). El deterioro de los suelos en Ecuador y la producción agrícola, *XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo*. Quito, Universidad Central del Ecuador. 1-56.
- Thajuddin, N., Subramanian, G. (2005). Cyanobacterial biodiversity and potential applications in biotechnology. *Current Science* 89 47–57.

- Toledo, V. M. y Ortíz, B. (2014) México regiones que caminan hacia la sustentabilidad. Una geopolítica de las resistencias bioculturales, Universidad Iberoamerica Puebla, México.
- Vanthoor, K., M., M., Cordoba, M., V., Bertha, O., Arredondo, V., Lozano, R., C., García, T., J., F. Rodríguez, P., M., C. (2014) Microalgae and cyanobacteria production for food and food supplements. In: Biosystems Engineering: Biofactories for Food Production in XXI Century. Ed. Ramon Guevara-Gonzalez and Irineo Torres-Pacheco. Ed Springer. (8):253-275.
- Vásquez, D., M., C., Prada, P., A., P., Mondragón, A., M., A. (2010). Optimización del proceso de compostaje de productos post-cosecha (cereza) del café con la aplicación de microorganismos nativos. Cuba. Ciencias Biológicas. Vol.41, pp. 213-219
- Weber, G., Ulloa, S., Fischler, M., Sosa, H., Rodríguez, R., (2000) Guía Técnica de Conservación de Suelos y Agua; Programa para la Agricultura Sustentable en Laderas de América Central. El Salvador. PASOLAC
- Zárate, M., (2007) Desarrollo comunitario (pp.193-214). En Modelo de desarrollo humano comunitario. Sistematización de 20 años de trabajo comunitario, Plaza y Valdes Editores, México.