



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Unidad Iztapalapa



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Unidad Azcapotzalco



XX Congreso Internacional de Análisis Organizacional (XX CIAO)
“Fenómenos organizacionales emergentes en Latinoamérica frente a la crisis global: Homenaje a Guillermo Ramírez Martínez, 20 años realizando el CIAO”

Título de la Ponencia

**Bioinsumos y agroecología: alternativas organizativas para la seguridad
alimentaria y la salud en la era postcovid**

Mesa Temática: Responsabilidad e innovación social para la sostenibilidad, cambio
tecnológico y transformación digital

Modalidad de la ponencia: Investigación en proceso

Dra. Mónica Cristina Rodríguez Palacio¹

ORCID: 0000-0001-5643-958X

Nacionalidad: Colombiana

Correo Electrónico: mony@xanum.uam.mx

Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Departamento de Hidrobiología. Av.
Ferrocarril de San Rafael Atlixco 186. Colonia Leyes de Reforma 1ª Sección. Iztapa-
lapa. C.P. 09310. Ciudad de México, México.

Dra. María Teresa Magallón Díez²

Nacionalidad: Mexicana

Correo Electrónico: tediez73@hotmail.com

Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Coordinadora del Posgrado en Estu-
dios Organizacionales. Av. Ferrocarril de San Rafael Atlixco 186. Colonia Leyes de Re-
forma 1ª Sección. Iztapalapa. C.P. 09310. Ciudad de México, México.

Cartagena de Indias, Bolívar, Colombia, del 3 al 7 de octubre de 2022

¹ Autor responsable de la comunicación

Bioinsumos y agroecología: alternativas organizativas para la seguridad alimentaria y la salud en la era postcovid

Resumen

Después de la pandemia generada por la covid19, y sus estragos en una parte importante de la población humana, nos enfrentamos una serie de problemas que van más allá de la enfermedad y las secuelas de esta en la salud. Muchas empresas sucumbieron ante la presión económica, a la ausencia de personal de trabajo, a la baja demanda de sus productos por lo que se presentaron rezagos en la generación de materia prima para realizar actividades importantes como la agricultura. El uso de fertilizantes y pesticidas, aunque han sido clave para la generación de alimentos, con el paso del tiempo han generado enfermedades en la piel y pulmones de los agricultores, deterioro en las tierras de cultivo, eutroficación de cuerpos de agua cercanos, entre otros. Actualmente debido la escasez y altos precios de estos agroquímicos y a los problemas mencionados, se han buscado alternativas para satisfacer la demanda de alimentos y asegurar una producción sostenible y sustentable, mediante la agroecología y la generación de bioinsumos. Estas biotecnologías presentan un gran número de beneficios ambientales, económicos y para la salud del agricultor y del consumidor final. Por lo que el uso de bioinsumos es una estrategia que como Universidad la estamos llevando a algunas comunidades del país que se encuentran en grado de marginación y/o pobreza extrema para que sea incorporada mediante un trabajo comunitario y colectivo, que apoye la seguridad alimentaria de sus familias y de su comunidad.

Palabras clave: Agroecología, Bioinsumos, Biofertilizantes, Producción de alimentos.

Bioinsumos y agroecología: alternativas organizativas para la seguridad alimentaria y la salud en la era postcovid

La emergencia sanitaria a la que nos vimos enfrentados en los últimos años abre una brecha importante en la producción de alimentos para la población mundial, en particular para países que están en vías de desarrollo. La pandemia debido al covid19 ocasionó bajas en la producción de insumos agrícolas que eran necesarios para satisfacer la alta demanda alimenticia, en México y en muchos países latinoamericanos, esto hace que se requieran estrategias para solventar la demanda alimenticia ahora en la era poscovid. Esta etapa vivida también nos deja de enseñanza que debemos tener un especial cuidado al medio ambiente y respetar al equilibrio ecológico para asegurar la supervivencia del ser humano, por tanto podemos recurrir a alternativas más ecológicas y sustentables para solucionar problemas de alimentación, las cuales pueden en inicio estar dirigidas a la población más vulnerables que son aquellos que tienen bajos ingresos, alto riesgo a la salud, desnutrición, marginación, pero que se puede hacerse extensivo a la población general, de tal manera que logremos un cambio positivo en la producción de los alimentos de manera sustentable y sostenible.

Los inicios de la agricultura y los agroquímicos

El desarrollo de la agricultura surge como una necesidad de conseguir alimento de manera constante y segura, de tal manera que la domesticación de las primeras plantas de interés agrícola se presentó desde el período Neolítico, gracias a este proceso las poblaciones humanas pudieron asentarse en sitios específicos durante periodos prolongados, cambiando el estilo de vida de Nómada a sedentario (Mamani de Marchese & Filippone, 2018). Con la premisa de que el medio ambiente siempre nos ha proporcionado los recursos necesarios para sobrevivir, el establecimiento de las primeras poblaciones humanas fue de la mano con la capacidad para adaptarse a ese medio ambiente y de las habilidades de la población para aprovechar y obtener los recursos naturales presentes (Toledo, 2008).

A partir de este momento y con el paso de los años el hombre logró mantener una sinergia con la naturaleza, aprovechando y entendiendo los ciclos naturales y respetando los recursos naturales que esta le brindaba. Sin embargo, debido al aumento de la población humana se tuvo que intensificar la producción de alimentos sin tomar en cuenta los daños ambientales, satisfaciendo de esta forma la demanda alimenticia de la población (Ceccon, 2008).

El desarrollo de la agricultura, así como de la ganadería para cubrir la demanda nutricional generó así mismo otro tipo de problemas como la fragmentación de ecosistemas, la pérdida de biodiversidad, compactación de los suelos, salinización, erosión, entre otros. El cultivar de manera intensiva, llevó a la aparición de plagas y enfermedades en los cultivos que podían causar pérdidas económicas y podían poner en riesgo la seguridad alimentaria, por lo que para solventar estos problemas se intensificó el uso de insecticidas, pesticidas, herbicidas, fertilizantes químicos y maquinaria pesada (Mamani de Marchese & Filippone, 2018).

El uso de agroquímicos se fue implementando en casi todas las regiones del mundo para beneficio de la agricultura, satisfaciendo con ellas las demandas alimenticias de una población en constante crecimiento (Starbait-Nudelman, 2011; Hays, 2000). Al ser eficientes para combatir las plagas y asegurar mejores cosechas, la industria se enfocó en la búsqueda de nuevas sustancias que pudieran ser utilizadas en el sector agrícola llevando a un uso desmedido de estos compuestos y generando graves problemas de contaminación ambiental, a los cuales nos enfrentamos hoy día (Álvarez, 2003; CASAFE, 2011).

El uso de los fertilizantes y diversos químicos en la agricultura ha ocasionado impactos negativos en los suelos agrícolas, como son el desgaste físico, la pérdida de nutrientes, de humus y de la actividad microbiana, provocando a su vez bajas 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-Avenidaño *et al.*, 2014).

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).

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 (Ferrera y Alarcón, 2008; Olalde y Serratos, 2008; Morales-Avenidaño *et al.*, 2014).

En México el uso de fertilizantes químicos inició a mediados del siglo XX, convirtiéndose en materia prima indispensable para los agricultores, ya que estos tenían bajo costo y eran subsidiados por el gobierno; la facilidad de adquirir estos nuevos productos, dejó de lado el aprovechamiento de los microorganismos del suelo por lo que la aplicación de biofertilizantes en este período fue casi nula. Cuando se detiene el subsidio de los fertilizantes por parte del gobierno, la tierra fertilizada con estos productos por todos estos años, presenta baja diversidad de la flora nativa y un deterioro de la misma (Caballero-Mellado y Martínez, 1999). Por ello actualmente se encuentran zonas agrícolas con diferente nivel de disturbio en su rizosfera y este nivel depende de la duración, intensidad y frecuencia en que se aplicaron los agroquímicos (Aguirre-Medina *et al.*, 2009).

La agricultura y la agroecología

Debido la alta demanda alimenticia fue necesario la creación de nuevas líneas de investigación científica, enfocadas a mejorar los métodos de producción agrícola, donde sobresale la producción de semillas mejoradas, estas gracias a desarrollo de la ingeniería genética lo que conlleva a que se incrementara la producción de cereales como maíz y trigo en Estados Unidos y otros países (FAO, 1996).

El cultivo de cereales se benefició con el desarrollo de semillas híbridas, nuevas tecnologías para el riego, con el uso de fertilizantes y pesticidas químicos y la utilización de maquinaria especializada cambiando por completo la agricultura tradicional y las formas de explotación que existían (FAO, 1996).

Las variedades tradicionales y locales de cereales fueron erradicadas casi por completo, al igual que gran parte de la vegetación original y con ello la micro y macrofauna asociada esto conllevó a la degradación ambiental de grandes áreas, reemplazando la biodiversidad natural por monocultivos de interés agrícola y espacios para crianza de animales domésticos. Se alteró el equilibrio ecológico, se eliminaron organismos que ayudaban a los procesos de polinización, control de plagas agrícolas y la productividad y se presentan entonces problemas constantes como el incremento de la agresividad de las plagas y enfermedades (Letourneau *et al.*, 2011).

El cultivo de los cereales es básico para la seguridad alimentaria de las naciones por lo que para los años 60's dependió casi por completo de la intensificación y tecnología agrícola, en áreas relativamente pequeñas en las que se cosechaban grandes cantidades de estos. A nivel mundial el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) representa el tercer lugar en cultivo de cereales; logrando una producción estimada para el año 2018/19 de 1,087.5 MT. El maíz en México es la base de la alimentación por lo que en 2017 se destinaron para su siembra 7.5 millones de hectáreas, alcanzando una producción de 27.8 millones de toneladas; el maíz producido en mayor cantidad es blanco (85.9%), seguido de amarillo (13.6%) y sólo un 0.5% de otro tipo de maíz, entre estos se encuentra el de grano azul (Hernández-Reyes *et al.*, 2019).

Entre las prácticas agronómicas que se realizan durante el cultivo de maíz, se lleva a cabo la fertilización química y aunque este tipo de fertilización garantiza la producción, son muchos los problemas asociados a su uso en los suelos, ya que han ocasionado impactos negativos como desgaste físico, pérdida de nutrientes, de humus y de la actividad microbiana, lo anterior provoca bajas en la productividad de la mayoría de los cultivos, desbalances en los ecosistemas y contaminación ambiental, con una afectación a los agricultores y a los consumidores finales (Hernández-Reyes *et al.*, 2019; Morales-Avedaño *et al.*, 2014).

El crecimiento demográfico plantea un serio desafío para la producción agrícola sustentable, la seguridad alimentaria y la salud humana, por lo que la agricultura moderna debe estar comprometida con el cuidado del suelo y del medio ambiente; con el cambio climático, con evitar la contaminación del suelo y del agua, así como evitar el deterioro de los ecosistemas (FAO, 2015). Es necesario implementar nuevas prácticas que satisfagan las necesidades de producción y que promuevan un equilibrio en los ecosistemas. Esto se puede lograr por medio de prácticas ecológicamente sanas, como el uso de biofertilizantes (Hernández-Reyes *et al.*, 2019) y bioinsumos.

Surge entonces la agroecología como una ciencia que se enfoca en aplicación de procesos ecológicos en sistemas de producción agrícola, pecuaria y forestal, enfocada en el estudio y protección de los suelos agrícolas y propone la elaboración de biofertilizantes, bioinoculantes, biopesticidas que son amigables con el medio ambiente y son inocuos para el ser humano, agregando que estos productos incrementan la cantidad de materia orgánica presente en el suelo y no repercuten de manera negativa a las interacciones bióticas que se dan en el suelo o en los agroecosistemas en los que se trabaja (Mamani de Marchese & Filippone, 2018).

La seguridad alimentaria y los bioinsumos

Debido al confinamiento por la reciente pandemia donde hubo alza en los precios de productos de canasta básica y escasez de algunos productos muchas comunidades se han replanteado que, para satisfacer sus necesidades alimenticias, no solo debemos depender de los alimentos que provienen del campo, sino que se pueden establecer huertos urbanos, o siembras de traspatio, para asegurar la producción de alimentos para sus propias familias y apoyar así no solo la alimentación sino también la economía familiar.

Gracias a esto la población se enfrenta a un cambio de paradigma donde la tendencia gira hacia un consumo más natural u orgánico de los alimentos. El consumo de alimentos producidos orgánicamente o dicho de otra manera sin repercusiones al medio ambiente e inocuos para el ser humano comenzó a ser tendencia, aumentando así la demanda de estos y de estas actividades agrícolas en algunos sectores sociales (FAO, 2015).

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. 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.*, 2009).

Los bioinsumos son productos elaborados a partir de organismos vivos o de partes de estos y pueden proporcionar elementos nutricionales necesarios para el desarrollo de las plantas y proporcionar mecanismos de defensa contra plagas y enfermedades. Son más fáciles de producir, manipular que los de origen inorgánico y son inocuos para el ser humano y para el medio ambiente, permitiendo que la actividad agrícola sea sostenible y sustentable. Los productos que se pueden elaborar a partir de estos procesos son biofertilizantes, biopesticidas, herbicidas, fitohormonas que favorecen la agricultura orgánica y repercuten de manera considerable en la productividad de las cosechas (Hernández-Reyes *et al.*, 2019 Mamani de Marchese & Filippone, 2018).

Los biofertilizantes y bioestimulantes, específicamente, promueven y mejoran el crecimiento vegetal de los cultivos, contribuyendo al cuidado del suelo y/o a la captación de nutrientes. Los biofertilizantes son productos agro-biotecnológicos que contienen microorganismos vivos o latentes (bacterias u hongos, solos o combinados) y que son agregados a los cultivos agrícolas para estimular su crecimiento y productividad (SAGARPA, 2017; Guzmán, 2018).

Dentro de los biofertilizantes y bioestimulantes se encuentran aquellos cuyo principio activo son bacterias promotoras de crecimiento, las cuales habitan en la rizosfera de la planta y cuentan con la capacidad de incrementar y estimular el crecimiento de la planta, mejorar su productividad y/o pueden controlar fitopatógenos (Higuita *et al.*, 2019).

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 (Jeffries *et al.*, 2003).

Otros microorganismos que han sido empleados para la elaboración de biofertilizantes para el cultivo de maíz y otras plantas son las cianobacterias, con estas se han obtenido buenos resultados al encontrar incrementos en la calidad y rendimiento de los cultivos, además que durante su ciclo de vida tienden a incrementar la materia orgánica del suelo y segregan metabolitos secundarios que favorecen el control de plagas y enfermedades. También permiten que los suelos mantengan su estructura, fertilidad, permeabilidad y la capacidad de retención de agua (Hernández-Reyes *et al.*, 2019; Morales-Avenidaño *et al.*, 2014).

Los cultivos de cianobacterias se han utilizado desde hace años como biofertilizantes por la cultura china para fertilizar cultivos de arroz (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 cianobacterias aumentan la fertilidad de los suelos y la sostenibilidad mediante la fijación de nitrógeno atmosférico con lo cual fomentan la movilización de macro y micronutrientes y convierten el fósforo insoluble del suelo en formas disponibles para las plantas, lo que aumenta su eficiencia y disponibilidad.

Existen algunos 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 (Hernández-Reyes *et al.*, 2019; Morales-Avendaño *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 solo en algunas épocas del año.

Los cultivos de cianobacterias y microalgas como biofertilizantes han sido tema de estudio por este grupo de investigadores en los últimos años y se ha utilizado para cultivos de productos de canasta básica en ciudad de México y comunidades marginales. La elaboración de este biofertilizante es un proceso que beneficia al ambiente, ya que estas se pueden cultivar en lixiviados orgánicos mejorando la calidad de estos y son puntos fijos de captación de gases efecto invernadero, lo cual mejora la calidad del aire en los sitios de cultivo.

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 sostenible de un país y que proveen beneficios tangibles a los destinatarios y también por ser ambientalmente seguros y socioeconómica y culturalmente aceptables (Dommergues, 1978).

Alternativas organizativas para la seguridad alimentaria

El uso de biofertilizantes es una alternativa ecológica, económica y es una tecnología sustentable que puede implementarse en campo o en ciudad, para producir alimentos nutritivos a bajo costo y sin riesgo para la salud. Este proyecto pretende generar responsabilidad social, para que la comunidad trabaje en mejoras nutricionales que sean sustentables y amigables con su salud y el ambiente.

La carencia nutricional que se vive en las grandes ciudades difiere con la que se vive en el campo. Ya que en la ciudad para personas en grado de pobreza pueden conseguir alimentos de mala calidad a bajos precios, que no los nutre, solo calma a necesidad de comer, pero pueden generar problemas como obesidad, diabetes, hipertensión, entre otros. En el campo bajo la misma condición de pobreza, no hay muchos productos que comprar y si el agricultor no siembra no tienen que comer.

En este proyecto trabajamos con la idea de crear huertos urbanos o cultivos de traspatio, donde se produzcan alimentos de alta calidad nutricional que puedan alimentar a la familia y que la misma familia los pueda cuidar y mantener, sin riesgos para la salud y para mejorar la calidad de vida. Este proyecto se encuentra enmarcado dentro del Proyecto Cultivo de Microalgas. Usos potenciales. Caribe y Golfo de México de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa (UAM-I) y tiene apoyo del Posgrado en Estudios Organizacionales PEO de esta misma unidad.

Poblaciones beneficiadas.

El proyecto se inició en el Comedor y Huerto Urbano ESPIGA, ubicado dentro de las instalaciones de Ciudad Deportiva, en la Ciudad de México. En este centro se trabaja para producción de alimentos nutritivos, educación enfocado en la población que se encuentra en pobreza y pobreza extrema de la Delegación de Iztacalco. Aquí sembramos hortalizas y maíz azul utilizando estos bioinsumos.

En el centro la Espiga, se montaron los cultivos de hortalizas en maceteros utilizando el método de plantación llamado tresbolillo, donde las plantas ocupan en el terreno cada uno de los vértices de un triángulo equilátero, guardando siempre la misma distancia entre plantas que entre filas (Figura 1).



Figura 1. Siembra en maceteros utilizando el método Tresbolillo.

También se realizó siembra en traspatio, por el método al voleo, donde se pudo sembrar siguiendo las prácticas agronómicas habituales barbecho y rastreo, se homogenizó el terreno con un tractor manual y se delimitaron las parcelas con azadón (Figura 2).



Figura 2. Siembra por el método al voleo, marcado de surcos con azadón y monitoreo de los cultivos de maíz azul, biofertilizados con microalgas y cianobacterias.

Se instaló un huerto urbano en la escuela primaria Roberto Koch (Figura 3) ubicada en la delegación Iztapalapa. Donde se dio capacitación y seguimiento a los niños, padres de familia y profesores, para el mantenimiento y aprovechamiento del mismo.



Figura 3. Niños de la escuela primaria Roberto Koch, trabajando en el Huerto urbano.

También hemos realizado varios talleres de cultivo y empleo de biofertilizantes a base de algas y cianobacterias en clases en línea para niños y adultos y se tienen programados talleres de huertos urbanos para ser dictados en la Casa de la mujer afro-mexicana, en la zona de Pinotepa Nacional, Oaxaca, México, como apoyo a las mujeres de la zona. Se trabaja en un convenio de colaboración para trabajar con la comunidad de la Mixteca, del Estado de Oaxaca en cinco municipios con el apoyo de la Organización Servicios y Desarrollo Integral Comunitario de Unión Regional A. C.

Conclusiones

Sin olvidar que la subsistencia y el desarrollo de las comunidades en campo y ciudad dependen del adecuado aprovechamiento del entorno y de los recursos que este ofrece,

debemos mantener modelos de producción sustentable, donde el desarrollo rural se concibe como un proceso de transformación de las sociedades rurales y sus unidades territoriales, centrado en las personas, participativo y con intervenciones específicas que van dirigidas a la superación de los desequilibrios sociales, económicos, institucionales, ecológicos, buscando ampliar las oportunidades del desarrollo humano. Lo que significaría mejorar la calidad de vida de las familias, su productividad, crecimiento económico, conservación de recursos naturales, de prácticas ancestrales, etc.

Para lograrlo se requiere trabajo colaborativo de instituciones gubernamentales y no gubernamentales, ambientales, rurales y la academia, para impulsar programas y acciones que provean a los productores y comunidades mejores opciones productivas y de organización, con la idea central de preservar e incluso recuperar recursos y ecosistemas.

Consideraciones finales

Aunque la agricultura convencional fue necesaria para cubrir los requerimientos nutricionales de la población a nivel mundial, hoy día se resienten los daños al ecosistema y se plantea el cambio hacia una agricultura sustentable.

Es tiempo trabajar y desarrollar nuevas formas de manejo de por lo que hoy recurrimos a los microorganismos fotosintéticos para mejorar la productividad de las plantas, beneficiando los cultivos y forman parte de una biotecnología que garantiza una productividad biológica, ecológica y económica más exitosa; sin contaminación del ambiente e inocua para el hombre.

Lista de referencias

- Aguirre-Medina, J. F., Irizar-Garza, M.B., Durán-Prado, A. Grajeda-Cabrera, O.A., Peñadel Río, M.A. y Loredó-Osti, C, Gutiérrez-Baeza, A. (2009). 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.
- Álvarez V. (2003). Evolución del mercado de insumos agrícolas y su relación con las transformaciones del sector agropecuario argentino en la década de los 90 (No. E21/74). Ministerio de Economía, Buenos Aires (Argentina). Secretaría de Política Económica. Programa multisectorial de preinversión II.
- Armenta A., García C. Camacho R., Apodaca M., y Montoya M. (2010). Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. Ra Ximhai Revista de la sociedad, cultura y desarrollo sustentable. 51-54.
- Benítez-Burraco A. (2005). Avances recientes en biotecnología vegetal e ingeniería genética de plantas. Reverté, España.

Caballero-Mellado J. y Martínez R. (1999). Soil fertilization limits the genetic diversity of *Rhizobium* in bean nodules. *Symbiosis* 266: 111-121.

CASAFE (Cámara de sanidad agropecuaria y fertilizantes). (2011). Guía de productos fitosanitarios. 2011. CASAFE, Argentina. En: <https://catalogo.biblio.unc.edu.ar/Record/agropecuarias.7377>

Ceccon E. (2008). La revolución verde tragedia en dos actos *Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México*. 1(91), 21-29 En: <https://www.redalyc.org/pdf/644/64411463004.pdf>

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.

FAO (1996). Enseñanzas de la revolución verde: hacia una nueva revolución verde. En: <http://www.fao.org/docrep/003/w2612s/w2612s06.htm>, consulta: julio 2022.

FAO (2015). Los suelos están en peligro, pero la degradación puede revertirse. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. En: <https://www.fao.org/news/story/es/item/357165/icode/> consulta: agosto 2022.

FAO (2018). Transformar la alimentación y la agricultura para alcanzar los objetivos del desarrollo sustentable. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. En: <https://www.fao.org/3/ca5130es/ca5130es.pdf>

Ferrera, C.R. y Alarcón, A. (2008). Biotecnología de los hongos micorrízicos arbusculares. In: Díaz, F.A. Mayek, P.N. (eds.). *La Biofertilización como Tecnología Sostenible*. Plaza y Valdés, CONACYT. México. Pp:25-38.

Geiger F., Bengtsson J., Berendse F., Weisser W.W., Emmerson M., Morales M.B., Ceryngier P., Liira J., Tscharrntke T., Winqvist C., Eggers S., Bommarco R., Pär T., Bretagnolle V., Plantegenest M., Clement L.W., Dennis C., Palmer C., Oñate J.J., Guerrero I., Hawro V., Aavik T., Thies C., Flohre A., Hänke S., Fischer C., Goedhart P.W., Inchausti P. (2010). Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology* 11: 97-10. En: https://www.boerenlandvogels.nl/sites/default/files/Geiger_ea_2010_3.pdf

Guzmán F. J., (2018). Fertilizantes químicos y biofertilizantes en México. Reporte de Investigación. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. Cámara de Diputados LXIII Legislatura. En: <http://www.cedrssa.gob.mx/files/10/64%20Fertilizantes%20químicos%20y%20biofertilizantes%20en%20México..pdf>

Hays C.W. (2000). The United States Army and malaria control in World War II. *Parassitologia* 42 (1-2): 47- 52. En: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11234331/>

Hernández-Reyes B.M., Rodríguez-Palacio M.C., Castilla-Hernández P., Sánchez-Robles J., Vela-Correa G. & Schettino-Bermúdez B. (2019). Uso potencial de cianobacterias como biofertilizante para el cultivo de maíz azul en la Ciudad de México. *Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal RELBAA* 10(1): 13-27.

Higuita R.A., Restrepo R. A., Posada F. L. (2019). Desarrollo de un bioinsumo agrícola con base en un consorcio de *Bacillus subtilis*-*Pseudomonas* sp. En: https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/15882/AnaMaria_HiguitaRamirez_AnaMaria_RestrepoRivillas_2019.pdf?sequence=2&isAllowed=y

https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/SED-ICI_5ac325721c493958b5ddc9f020e69f0d

Jeffries, P., Gianinazzi, S., Perotto, S., Turnau, K. and 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.

Letourneau D.K., Armbrecht I., Rivera B.S., Lerma J.M., Carmona E.J., Daza M.C., Escobar S., Galindo V., Gutiérrez C., López S.D., Mejía J.L., Rangel A. M.A., Rangel J.H., Rivera L., Saavedra C.A., Torres A.M., Trujillo A.R. (2011). Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. *Ecological Applications* 21 (1): 9-21. En: https://www.researchgate.net/publication/51073886_Does_plant_diversity_benefit_agroecosystems_A_synthetic_review

Mamani de Marchese A., Filippone M.P. (2018). Bioinsumos: componentes claves de una agricultura sostenible. *Revista Agronómica Noroeste Argentina* 38 (1): 9-21.

Morales-Avedaño, E., Martínez-Pérez R. y G. Suárez-Rodríguez. (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.

Olalde, P.V. y Serratos, R. (2008). Biofertilizantes: Micorrizas y bacterias promotoras de crecimiento. In: Díaz, F.A. y Mayek, P.N. (eds.). *La Biofertilización como Tecnología Sostenible*. Plaza y Valdés, CONACYT. México. Pp:5-66.

Ortigoza R. J. (2010). Definición de las Políticas Públicas para el Sector Orgánico de México (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma de Chapingo, Estado de México. 127-152. En: <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/1ffb04b9-7c49-426d-aaeb-49c4455>

Peralta, E., y 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.

Rodríguez-Palacio M.C., Álvarez-Hernández S.H., Lozano-Ramírez C. (2018). Manual de Ficología Aplicada. DCBS. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. México. 58p.

Saadatnia y Riahi. (2009). Cyanobacteria from paddy fields in Iran as a biofertilizer in rice plants, *Plant Soil and Environment* 55(5) 207-212.

SAGARPA (2017). Acuerdo por el que se dan a conocer las Reglas de Operación del Programa de Fomento a la Agricultura, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 29 de diciembre de 2017, México.

Sotelo C., Iglesias M. y Punos L. (2008). Efecto de la coinacuación 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.

Starbait-Nudelman M. (2011). Uso sustentable de agroquímicos. Debates a nivel nacional e internacional. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria (ANAV), Argentina. Pp. 471-482.

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. Santo Domingo 17-19 de noviembre. pp:1-56.

Toledo M. V. (2008). Metabolismos rurales: hacia una teoría económico-ecológica de la apropiación de la naturaleza. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica 7: 1-26. En: <https://raco.cat/index.php/Revibec/article/view/87196/112272>