

Benefits of agroecological techniques, an experience with women within a rural community in Mexico

Rosalía Vázquez-Toriz¹

M. Myrna Solís-Oba^{2*}

Coral Rojas-Serrano³

Rigoberto Castro Rivera²

Gisela Aguilar-Benítez⁴

Aida Solís-Oba⁵

Susana Rappo Miguez¹

Abstract

Agroecology is the integration of research, education, action and changes that results in the sustainability to all that parts of the food system: ecological, economic and social. Agroecological techniques such as the use of organic fertilizers such as compost, vermicompost and digestate (effluent from bio-digesters after anaerobic digestion), contribute to reducing environmental and social problems, through methods and processes of a sustainable agriculture model. This project was carried out between 2015 and 2017 with women from the rural community of San Simón Coatepec, Puebla, Mexico. It began with a waste generation study, later, workshops were offered for the appropriation of agroecological techniques, consisting of the preparation of digestate, compost and vermicompost, using their domestic and community waste. Subsequently, each participant built a backyard vegetable garden to grow different vegetables with the use of biointensive beds. At the end of the project, the women recognized that the application of agroecological techniques allowed them to harvest their vegetables free of agrochemicals and sell the rest. In addition to make them feel more independent and with more self-assurance. The appropriation of agroecological techniques is a way in which women from rural communities can obtain economic, social and environmental benefits.

Keywords: Agroecology, backyard vegetable garden, compost, digestate, vermicompost.

Beneficios de las técnicas agroecológicas, una experiencia con mujeres de una comunidad rural en México

Resumen

La agroecología es la integración de la investigación, educación, acción y cambio que trae como resultado la sustentabilidad a todas las partes del sistema alimentario: ecológico, económico y social. Técnicas agroecológicas como el uso de fertilizantes orgánicos tales como la composta, vermicomposta y digestato (efluente de los biodigestores después de la digestión anaerobia), contribuyen a reducir problemas ambientales y sociales, a través de métodos y procesos de un modelo de agricultura sustentable. Este proyecto se realizó entre 2015 y 2017 con mujeres de la comunidad rural de San Simón Coatepec, Puebla, México. Se inició con un estudio de generación de residuos, posteriormente se ofrecieron talleres para la apropiación de técnicas agroecológicas, consistentes en la preparación de digestato, composta y vermicomposta, utilizando sus residuos domésticos y de la comunidad. Posteriormente cada participante construyó un huerto de traspatio para cultivar diferentes vegetales mediante camas biointensivas. Al finalizar el proyecto las mujeres reconocieron que la aplicación de técnicas agroecológicas les permitió cosechar sus productos vegetales libres de agroquímicos y vender los excedentes. Además de sentirse más independientes y con más autoestima. La apropiación de técnicas agroecológicas es una manera en la cual las mujeres de comunidades rurales pueden obtener beneficios económicos, sociales y ambientales.

Palabras clave: Agroecología, huerto de traspatio, composta, digestato, vermicomposta.

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Centro de Estudios del Desarrollo Económico y Social, Puebla, México.

²Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Tlaxcala, México.

³Colegio de Posgraduados, Campus Montecillos, km 36.5, México 136 5, C. P. 56230, Montecillo, Méx.

⁴Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, San Luis Potosí, México.

⁵Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, Departamento de Sistemas Biológicos, Ciudad de México, México.

* Corresponding author: myrobatl@yahoo.com.mx

Introduction

The agroecology is the integration of research, education, action and change that brings sustainability to all that parts of the food system: ecological, economic, and social (Gliessmann, 2018). Hence, agroecology would be preliminarily defined as the application of ecology in agriculture, a meaning that is still used because there is a close association between focus on agroecology and work in sustainable agriculture; today the term agroecology is currently used with quite different meanings, as a science, a movement and practices (Wezel *et al.*, 2009). Gliessman, (2018) states that agroecology is focused on the whole food system, defined as a global network of food production, distribution and consumption; is a way of redesigning food systems, from the farm to the table; and expresses a new way to consider agriculture and its relationships with society. As a discipline, the agroecological research seeks to develop and systematize knowledge in an effort to better understand the socio-ecological relationships that characterize agroecological systems. In recent years, agroecology has gained international attention as a key mechanism for achieving a sustainable development, with ecological benefits, as it restores and conserves natural resources including soil, water and biodiversity (Benítez *et al.*, 2020).

Agroecology is an ecological approach that perceives agricultural areas as ecosystems, and it is concerned about the ecological impact of agricultural practices. Agroecology is not only a way of practicing agriculture or using technologies that do not damage the environment; it proposes breaking off with the hegemonic monoculture development model based on great land estates, agro-business, and social exclusion. Agroecological initiatives contribute to reducing the existing environmental and social problems through the production of methods and processes compatible with the objectives of a sustainable agricultural model (Lopes & Jomalinis, 2011). Additionally, there are several converging points between gender perspective and agroecology, starting from the experiences of women in agroecological farms.

Agroecology can contribute to changing the gender relationship, as it attaches more value to

Introducción

La agroecología es la integración de la investigación, educación, acciones y cambio que trae consigo la sostenibilidad de todas las partes del sistema alimentario: ecológico, económico y social (Gliessmann, 2018). Por lo tanto, la agroecología se podría definir de manera preliminar como la aplicación de la ecología en la agricultura, significado que en la actualidad es utilizado debido a su relación cercana entre el enfoque en la agroecología y el trabajo en la agricultura sostenible; hoy en día, el término agroecología se utiliza con significados diferentes, como una ciencia, un movimiento y como prácticas (Wezel *et al.*, 2009). Gliessman, (2018) indica que la agroecología se enfoca en la totalidad del sistema alimentario, el cual se define como una red global de producción alimentaria, distribución y consumo; es una manera de rediseñar los sistemas alimentarios, de la granja a la mesa; asimismo, expresa una nueva forma para tomar en cuenta a la agricultura y su relación con la sociedad. Como disciplina, la investigación agroecológica busca el desarrollo y sistematización del conocimiento en un esfuerzo para entender de una mejor manera las relaciones socioecológicas que caracterizan a los sistemas agroecológicos. En años recientes, la agroecología ha captado el interés internacional como un mecanismo principal para lograr un desarrollo sostenible, con beneficios ecológicos, a la vez que restaura y conserva los recursos naturales tales como el suelo, agua y biodiversidad (Benítez *et al.*, 2020).

La agroecología es un enfoque ecológico que considera a las zonas agrícolas como ecosistemas y se preocupa por el impacto ecológico que provocan las prácticas agrícolas. La agroecología no solo es una manera de llevar a cabo la actividad agrícola o de usar tecnologías que no dañen el medio ambiente; propone acabar con el modelo de desarrollo de monocultivos hegemónicos en grandes extensiones, negocios agrícolas y exclusión social. Las iniciativas agroecológicas ayudan a disminuir los problemas sociales y ambientales existentes a través de la creación de métodos y procesos compatibles con los objetivos de un modelo agrícola sostenible (Lopes & Jomalinis, 2011). Además, existen distintos puntos convergentes entre la perspectiva de género y la agroecología, comenzando con las experiencias

reproductive practices (e.g. seed multiplication) traditionally carried out by women in peasant households than to conventional agricultural science (Mestmacher & Braun, 2020). Agroecological techniques can boost women empowerment because these allow farmers to control production processes, improve their agricultural working conditions, and establish alliances or partnerships for marketing, training, financing and political organization. In particular, agroecology supports women as producers with sufficient knowledge and skills to cultivate without the financial need or large portions of land and in a short period of time in order to provide good quality food for their domestic group and other members in the community (Lopes & Jomalinis, 2011).

Besides women have played a fundamental role in agriculture production systems throughout history, they have managed agroecosystems of great biodiversity with an outstanding activity in the conservation and generation of different varieties of artificial selection. In other words, rural women produce in order to meet the needs of their domestic groups; by cultivating, promoting, sponsoring, and tolerating edible, medicinal, forage, fuel, handicraft and, ornamental species. Women maintain very complex backyard vegetable gardens, but also community areas where they appropriate natural resources, and they manage complex systemic knowledge at a very fine level (Bandiaki-Badki, 2011). The FAO estimated that women represent a substantial proportion of agricultural workforce, as family farmers or agricultural workers, and that approximately two-thirds of the female workforce in developing countries is involved in the agricultural work.

Backyard vegetable gardens are productive suitable spaces for the work of rural women because they should not neglect their multiple daily activities to apply new knowledge and innovate their own knowledge. Besides that, it is very attractive for housewives to produce their own food at home, mainly in spaces that commonly are used as a warehouse.

On the other hand, composting and anaerobic digestion are examples of eco- technologies.

de las mujeres involucradas en las granjas agroecológicas.

La agroecología puede contribuir con el cambio en la relación de género, a la vez que agrega más valor a las prácticas reproductivas (por ejemplo, la multiplicación de semillas) que tradicionalmente se llevaban a cabo por mujeres en los hogares campesinos más que en la ciencia agrícola convencional (Mestmacher & Braun, 2020). Las técnicas agroecológicas pueden impulsar el empoderamiento femenino debido a que permiten que las agricultoras tomen el control de los procesos de producción, mejoren sus condiciones de trabajo agrícola y establezcan alianzas o asociaciones para la comercialización, capacitación, financiación y organización política. De manera particular, la agroecología apoya a las mujeres como productoras, otorgándoles conocimiento y habilidades suficientes para cultivar sin requerir financiamiento o grandes extensiones de terreno, durante un periodo corto de tiempo, con el fin de proporcionarles alimentos de buena calidad para sus grupos domésticos y otros miembros de la comunidad (Lopes & Jomalinis, 2011).

Además de que, a lo largo de la historia, las mujeres han jugado un papel muy importante en los sistemas de producción agrícola, han manejado agroecosistemas de gran diversidad, con una participación importante en la conservación y generación de distintas variedades mediante la selección. En otras palabras, las mujeres rurales producen con el fin de satisfacer las necesidades de sus grupos domésticos mediante el cultivo, promoción, patrocinio de especies comestibles, medicinales, forrajeras, combustibles, artesanales y ornamentales. Las mujeres se encargan de huertos de traspaso muy complejos, pero también de áreas comunales en las que se apropián de los recursos naturales; de igual manera, ellas manejan un conocimiento sistémico muy complejo con un excelente nivel (Bandiaki-Badki, 2011). La FAO estimó que las mujeres representan una parte sustancial en la mano de obra agrícola, como agricultoras de la familia o trabajadoras agrícolas, y que aproximadamente dos terceras partes de la mano de obra femenina en los países en desarrollo se desempeña en el trabajo agrícola.

Composting is a biological treatment of aerobic degradation, which involves a series of complex metabolic processes of a set of microorganisms, transforming organic matter into nutrients such as carbon dioxide, water, mineral ions and stabilized organic matter rich in humic substances called humus (Ayilara, M. A., Olanrewaju, O. S., Oluranti, B. O., & Odeyemi O., 2020). The decomposition of residues can also be carried out with red California earthworms, being *Eisenia foetida* red the most commonly used; in this case, the resulting product is called vermicompost.

Another eco-technology aimed at taking advantage of organic waste is the anaerobic digestion (AD), which is a process of microbial decomposition where the organic matter is degraded in the absence of oxygen to obtain biogas, and a by-product, the digestate, at which are attributed fertilizer properties, because of its nutrient content as well as the presence of phyto-regulators (Campero, 2012).

This study was carried out in the community of San Simón Coatepec, municipality of Mixtla, state of Puebla, Mexico. It is located at the coordinates 18°54' NL and 97°52' WL. In 2010, there were 756 habitants, 356 men and 400 women, with a total of 170 households. The fertility rate is 2.72 children per woman. The 2.25% of the population is illiterate (1.12% of men and 3.25% of women). The level of schooling is 8.32 (8.67 for men and 8.03 for women) and 24.3% of the economically active population are women. 100% of the population is considered rural, with a medium degree of marginalization (SEDESOL, 2010). Only 50% of the population is entitled to health services. In 2010, households headed by women were 21%, and 7.28% of the population is indigenous, and 2.78% of the inhabitants speak an indigenous language (Pueblosamerica, 2010). In the community, there are three main activities: agriculture, primarily maize, beans and, vegetables are cultivated; the art of music and bread elaboration. There is also livestock in small quantities, swine, bovine, goat and poultry. There is a high rate of deforestation, the drainage network and the water supply are insufficient, and sometimes they receive water once or twice a week, which seriously affects agricultural activities (Gobierno del Estado de Puebla, 2014).

Los huertos de traspasio son espacios productivos y adecuados para que las mujeres rurales los trabajen, debido a que no pueden descuidar sus múltiples actividades diarias para poner en práctica nuevos conocimientos e innovar con su propio aprendizaje. A pesar de ello, para las amas de casa es muy atractivo el hecho de producir sus propios alimentos en sus hogares, principalmente en espacios que comúnmente están destinados a otros fines.

Por otro lado, el compostaje y la digestión anaerobia son ejemplos de ecotecnologías. El compostaje consiste en un tratamiento biológico de degradación aerobia, el cual involucra una serie de procesos metabólicos complejos de un grupo de microorganismos que trasforman la materia orgánica en nutrientes, tales como dióxido de carbono, agua, iones minerales y materia orgánica estabilizada rica en sustancias húmicas denominadas humus (Ayilara, M. A., Olanrewaju, O. S., Oluranti, B. O., & Odeyemi O., 2020). La descomposición de residuos también se puede llevar a cabo con lombrices, siendo la lombriz roja californiana *Eisenia foetida* la más utilizada, en este caso, el producto resultante se denomina vermicomposta.

Otra ecotecnología enfocada en el aprovechamiento de los desperdicios es la digestión anaeróbica (DA), la cual es un proceso de descomposición microbiana en la que la materia orgánica se degrada ante la ausencia de oxígeno con el fin de obtener biogás, y un subproducto, el digestato, al que se le atribuyen propiedades fertilizantes debido a su contenido nutricional, así como a la presencia de fitorreguladores (Campero, 2012).

Este estudio se llevó a cabo en la comunidad de San Simón Coatepec, municipio de Mixtla, en el estado de Puebla, México. Se localiza en las coordenadas 18° 54' NL y 97° 52' WL. En el 2010, tenía 756 habitantes, 356 hombres y 400 mujeres, con un total de 170 hogares. La tasa de fertilidad es de 2.72 niños por cada mujer. El 2.25 % de la población es analfabeta (1.12 % hombres y 3.25 % mujeres). El nivel de escolaridad es de 8.32 (8.67 para hombres y 8.03 para mujeres) y el 24.3 % de la población económicamente activa se conforma por mujeres. El 100 % de la población se considera rural con un grado medio de marginación (SEDESOL, 2010). Solo el

According to Gliessmann (2016) there are "levels" of food system change. Level 1: to increase the efficiency of industrial and conventional practices in order to reduce the use and consumption of costly, scarce, or environmentally damaging inputs. Level 2: to substitute alternative practices for industrial/conventional inputs and practices, and Level 3: to redesign the agroecosystem so that it functions on the basis of a new set of ecological processes, Level 4: to re-establish a more direct connection between those who grow food and those who consume it.

In this sense, this project was carried out to promote participatory research where scientists and rural women collaborate by taking into account an agroecological approach, with an emphasis on agroecological technologies according to the resources and needs of women. The collaborative teaching - learning was encouraged to adopt agroecological technologies and analyse the benefits for women by the application of these.

Methodology

A group of researchers from different academic institutions carried out the present project, where they organized a series of collaborative workshops to teach women of the community different agroecological technologies, specifically, the preparation of compost, vermicompost and, digestate. Later, the researchers taught women how to produce on a bio-intensive production system, how to plant vegetables and how to grow them, according to Jeavons (1991). Finally, researchers analysed the benefits obtained by women as a product of the participatory process of learning and carrying out agroecological practices and ecotechnologies.

The process included the following stages:

- Surveys to rural women to know familiar aspects, habits of consumption and generation of waste and its management (March-April, 2015)
- Collaborative workshops were aimed at preparing compost, vermicompost and, digestate. Preparation of backyard orchard and bio-intensive beds according to Jeavons (1991) for each woman (June, 2015-January, 2017)

50 % de la población se encuentra afiliada a servicios de salud. En el 2010, los hogares encabezados por mujeres representaron el 21 %. El 7.28 % de la población es indígena y el 2.78 % de los habitantes hablan una lengua indígena (Pueblosamerica, 2010). En la comunidad se desempeñan tres actividades principales: agricultura, principalmente, se cultiva maíz, frijol y vegetales; el arte de la música y la elaboración de pan. También cuenta con ganado en pequeñas cantidades, tal como porcino, bovino, caprino y avícola. Existe un alto índice de deforestación, la red de drenaje y el suministro de agua son ineficientes, en ocasiones, se les abastece agua dos veces a la semana, lo cual afecta gravemente las actividades agrícolas (Gobierno del Estado de Puebla, 2014).

De acuerdo con Gliessmann (2016) existen "niveles" de cambio en el sistema alimentario. Nivel 1: el aumento de la eficacia en las prácticas industriales y convencionales para reducir el uso y consumo de insumos costosos, escasos o dañinos para el medio ambiente. Nivel 2: la sustitución de prácticas alternativas por insumos y prácticas industriales/convencionales. Nivel 3: El rediseño del agroecosistema para que funcione sobre la base de un nuevo conjunto de procesos ecológicos. Nivel 4: el restablecimiento de una conexión más directa entre las personas que cultivan los alimentos y aquellas que los consumen.

En este sentido, este proyecto se llevó a cabo para promover la investigación participativa en la que los científicos y las mujeres rurales colaboraron, tomando en cuenta un enfoque agroecológico, con énfasis en las tecnologías agroecológicas de acuerdo con sus recursos y necesidades de las mujeres. El proceso de enseñanza - aprendizaje colaborativo se enfocó en adoptar tecnologías agroecológicas y a analizar los beneficios que las mujeres obtienen con la aplicación de estas.

Metodología

El presente proyecto fue realizado por un grupo de investigadores de diferentes instituciones académicas, en el que organizaron una serie de talleres colaborativos con el fin de enseñar a las mujeres de la comunidad, diferentes tecnologías

- Construction of concrete tanks for water collection (July-August, 2016)
- Analysis of the benefits obtained by rural women during the appropriation of agroecological practices and eco-technologies (July, 2017).
- The appropriation of the eco-technologies was done through the diffusion of eco-technologies, participatory activities and a closed relationship between academics and participants (June, 2015-July, 2017).

Knowledge from the families of the women

In order to form the group of participants, a woman from the community was asked to invite the women of San Simón Coatepec for a meeting, and the academics from the educational institutions set out what the project consisted of, twenty women were interested in the project. The first activity was to apply a rapid rural diagnostic survey to the participating women, it was semi-structured with open questions, aimed at learning about eating habits, products that they consume, waste generation, possession of animals and availability of land for the construction of an orchard.

Composting process

Two piles for the compost were prepared in the land of one of the participating women that has cows; the dimensions of the piles were one-meter-wide, one-meter-long and one-meter high. Women make the piles using cattle and agricultural and garden residues (dry leaves, sticks and, branches). The piles for composting were set up by alternating layers of vegetable residues with layers of manure; the materials were moistened and aerated by the women every week (the women organized themselves to do the weekly irrigation and turning). The temperature of the piles was registered by the academics by using a dial thermometer with a stem of one-meter-long, the temperature was taken every two weeks at 5 points of the pile. After four months, when the temperature decreased and did not change anymore, the composts were left to dry and stored in sacks. Results were compared to the Mexican norm NADF-020-AMBT-2011 (NADF-020-AMBT-2011), which indicates the specification to prepare and use of composts.

agroecológicas, de manera específica, la preparación de composta, vermicomposta y digestato. Posteriormente, los investigadores les enseñaron la forma en la que se produce dentro de un sistema de producción biointensiva, la manera en la que se siembran los vegetales y cómo cosecharlos, de acuerdo con Jeavons (1991). Finalmente, los investigadores analizaron los beneficios que las mujeres obtuvieron como resultado del proceso participativo de aprendizaje, con el uso de prácticas agroecológicas y ecotecnologías.

El proceso constó de las siguientes etapas:

- Encuestas a mujeres rurales para conocer sus aspectos familiares, hábitos de consumo y generación de residuos, así como el manejo de estos (marzo-abril del 2015)
- Talleres colaborativos que se enfocaron en la preparación de composta, vermicomposta y digestato. Así como en la elaboración de un huerto de traspasio y camas biointensivas de acuerdo con Jeavons (1991) para cada mujer (junio del 2015-enero del 2017)
- La construcción de tanques de concreto para la recolección de agua (julio-agosto del 2016)
- Análisis de los beneficios que obtuvieron las mujeres rurales durante la apropiación de las prácticas agroecológicas y de ecotecnologías (julio del 2017).
- La apropiación de las ecotecnologías se realizó mediante la difusión de estas, actividades participativas y una relación cercana entre los académicos y las participantes (junio del 2015-julio del 2017).

Conocimiento de las familias de las mujeres

Con el fin de formar un grupo de participantes, se le pidió a una mujer de la comunidad que invitara a las mujeres de San Simón Coatepec a una reunión, y los investigadores de las instituciones académicas explicaron en qué consistía el proyecto, veinte mujeres se mostraron interesadas. La primera actividad fue la aplicación de una encuesta rápida de diagnóstico rural a las mujeres participantes, ésta fue semiestructurada con preguntas abiertas, enfocada en conocer los hábitos alimenticios, los productos que consumen, la generación de residuos, la

Vermicomposting process

Vermicompost was made in plastic boxes of 80 x 40 x 40 cm, with the use of Californian worm *Eisenia foetida*. Each one of the participating women was given a plastic box with a half a kilogram of earthworms as breeding stock. Women from the community prepared their own vermicompost by feeding worms with whatever plant residues they had (vegetable and vegetable leaves, husks, newspaper, decaying fruits) and added enough water to moisten the waste without accumulating water. The amount of residues added was increasing as the worm population increased. When the material was completely decomposed, approximately after two months, it had the appearance of humus and it can be used.

Anaerobic digestion

One batch digester was made by each one of the woman, by using twenty litters plastic containers. A hole of 0.5 cm diameter was drilled on the upper part and a hose of the same diameter was introduced in the perforation site for the biogas outlet, the other end of the hose was placed into a bottle filled with water to prevent the entry of air. The digesters were supplied with cow manure, which was available in the community, considering 7% of dry solids, after digester was closed, each woman take care of her digester and left it indoor for two months.

Cultivation of vegetables

Each one of the participant established bio-intensive beds in their own backyard following the biointensive method proposed by Jeavons (1991), in the space of land every woman could get; they chose the type of vegetables to grow. Academics bought seed of the vegetables and taught women how to germinate and transplant them. Fertilization was done by applying compost, vermicompost and, digestate in order to increase plant development and improve soil properties.

Construction of concrete tanks for water collection

During the first stage, the women reported a problem due to water deficiency, for this reason, concrete tanks were built. A base was made with wire mesh and covered with concrete.

posesión de animales y la disponibilidad de la tierra para la construcción de un huerto.

Proceso de compostaje

Para la elaboración de la composta, se prepararon dos pilas en el terreno de una de las mujeres que tenía vacas; las dimensiones de las pilas eran: un metro de ancho, un metro de largo y un metro de alto. Las participantes hicieron las pilas usando residuos tanto de ganado como de jardín (hojas secas, palos y ramas). Las pilas de composta se formaron alternando capas de residuos vegetales con capas de estiércol; las mujeres humedecían y aireaban los materiales cada semana (ellas se organizaron para hacer el riego y el volteado cada semana). Los académicos registraron la temperatura de las pilas con la ayuda de un termómetro de carátula con un vástago de un metro de largo, la temperatura se tomó cada dos semanas en 5 puntos de la pila. Después de cuatro meses, cuando la temperatura descendió y ya no cambió, se dejó secar la composta y se almacenó en costales. Los resultados se compararon con la norma mexicana NADF-020-AMBT-2011 (NADF-020-AMBT-2011), la cual indica la especificación para la preparación y uso de compostas.

Proceso de vermicompostaje

La vermicomposta se elaboró en cajas de plástico de 80 x 40 x 40 cm, usando lombriz roja californiana *Eisenia foetida*. Se le dio una caja de plástico a cada una de las mujeres participantes con medio kilogramo de lombrices de tierra como pie de cría. Las mujeres de la comunidad prepararon su propia vermicomposta alimentando a las lombrices con cualquier residuo vegetal que tuvieran (verduras, cáscaras, periódico, frutas en descomposición, etc.) y agregaron suficiente agua para humedecer los residuos evitando la acumulación de agua. La cantidad de residuos añadidos fue aumentando conforme la población de lombrices creció. Cuando el material se descompuso por completo, aproximadamente dos meses después, tomó la apariencia de humus y estuvo listo para utilizarlo.

Digestión anaerobia

Cada una de las mujeres preparó un digestor batch con el uso de contenedores de plástico de veinte

Analytical techniques

In order to analyze the physicochemical parameters of the composts, vermicomposts and digestates, a sample of 500 g of each one of the two compost piles; samples of 200 g of five vermicomposts and samples of 200 ml of five digestates, were taken. The pH, electrical conductivity, organic carbon, phosphorus, and potassium were determined according to the NOM-021-RECNAT-2000 (NOM-021-RECNAT-2000). The germination index was determined according to the technique of Rodríguez *et al.* (2014). Analyses were developed in the Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada.

Benefits for the application of agroecological technologies

During the project, the researchers supervised the procedure to make compost and vermicompost and visited the backyards. Six months after the end of the project, the academics invited the women participants to meet at the home of one of them to apply a survey, the questions were asked and each woman responded aloud. The aspects of interest were: their opinions on what they had learned, what eco-technologies they were using and how, what benefits they have obtained from the application of the agroecological technologies, what changes have occurred in their family life and in the community after their participation in the project.

Results

Study of the families

The study was carried out with 20 women and their families, women participants were 40 years old on average, with elementary and middle school and one of them with high school. The 95% are married or live with a couple; their children are 12 years old on average and they attend school, families consist of 5 members on average. Women are housewives, only 23% were born in San Simon Coatepec the others have been living there for around 10 years. Some of them prepare and sell food at the local market.

Some of the environmental problems identified at the beginning of the project were: a) generation of waste and inadequate disposal of them, the garbage collection service is weekly, so there is accumulation

litros. Se perforó un orificio de 0.5 cm de diámetro en la parte superior y en dicho orificio se introdujo una manguera con el mismo diámetro como salida para el biogás, el otro extremo de la manguera se colocó en una botella llena con agua a fin de prevenir la entrada de aire. Los digestores se llenaron con abono de vaca, existente en la comunidad, considerando el 7 % de materia seca, después de cerrar el digestor, cada mujer cuidó su digestor y lo dejó en el interior durante dos meses.

Cultivo de vegetales

Dentro del terreno del que cada mujer pudo conseguir, cada una preparó camas biointensivas para hacer su huerto de traspatio, siguiendo el método biointensivo propuesto por Jeavons (1991), ellas eligieron el tipo de vegetales que cultivarán. Los académicos les proporcionaron las semillas de los vegetales y enseñaron a las mujeres cómo germinarlas y trasplantarlas. La fertilización se llevó a cabo mediante la aplicación de composta, vermicomposta y digestato con el fin de mejorar el desarrollo de la planta, así como las propiedades del suelo.

Construcción de tanques de concreto para la recolección de agua

Durante la primera etapa, las mujeres externaron un problema por la escasez de agua, por este motivo, se construyeron tanques de concreto. La base se elaboró con una malla metálica y se cubrió con concreto.

Técnicas analíticas

Con el propósito de analizar los parámetros fisicoquímicos de la composta, vermicomposta y digestatos, se tomó una muestra de 500 g de cada una de las dos pilas de composta; muestras de 200 g de cinco vermicompostas y muestras de 200 ml de cinco digestatos. El pH, la conductividad eléctrica, el carbono orgánico, fósforo, y potasio se determinaron de acuerdo con la NOM-021-RECNAT-2000 (NOM-021-RECNAT-2000). El índice de germinación se determinó de acuerdo con las técnicas de Rodríguez *et al.* (2014). Los análisis se desarrollaron en el Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada.

of garbage in the fields and yards; and manures are left uncovered, b) the water supply is poor and of low quality, they said that sometimes it smells to sulphur and they do not receive a daily supply of this vital liquid. Each family produces around 24 litters of organic residues by week, considering leaves, husks, and fruits in poor condition; besides, plastic, cans, and glass. Around 55% of the organic residues are used to feed animals, poultry or livestock; 33% is put on land without any treatment, others including inorganic garbage are thrown to the garbage truck. Participants were instructed about kitchen and vegetal waste uneaten by poultry should be used to feed the worms to prepare vermicompost. The other residue available in the community is the cattle manure, 20% of the families have cows, and usually, manure is stored at the open sky, this causes bad odours and attracts flies; manure was proposed to make the compost.

Moreover, 67% of the families have a piece of land, less than 2 hectares where they cultivate corn, beans, tomato, coriander, parsley, chard, and cabbage principally; 33% of them use chemical fertilizers, the most common are triple 16 and urea. The agriculture waste is mainly disposed of on the land without any treatment, in this way, nutrients cannot be used and could cause underground water pollution (Li, et al., 2013). It is known that organic wastes after the correct treatment like composting, can be used as a soil amendment that can improve soil quality and decrease the use of inorganic fertilizers (Hachicha et al., 2009). Through composting, organic wastes become a potential source of organic matter and nutrient elements such as nitrogen, phosphorous and potassium, hence, they can be used in soil fertilization to increase crop yields, avoiding the use of chemical fertilizers.

Women were interested in participating in the project to learn how to make organic fertilizers because they reported that the cultivation soils of the community were not as productive as they were some time ago, for this reason, to improve the agricultural production, to add agrochemicals was a common practice; in addition, these chemical products have increased significantly their price. Also, women know that the use of agrochemicals can

Beneficios para la aplicación de tecnologías agroecológicas

En el transcurso del proyecto, los investigadores supervisaron el procedimiento para la elaboración de composta y vermicomposta y visitaron los huertos de traspatio. Seis meses después de la finalización del proyecto, los académicos invitaron a las mujeres participantes a una reunión en casa de una de ellas con el fin de aplicar una encuesta, las preguntas se realizaron a cada mujer y ellas respondieron en voz alta. Los aspectos de interés fueron: sus opiniones acerca de lo que aprendieron, qué ecotecnologías utilizaron y de qué manera, qué beneficios obtuvieron de la aplicación de tecnologías agroecológicas, qué cambios se presentaron en su vida familiar y en la comunidad después su participación en el proyecto.

Resultados

Estudio de las familias

El estudio se llevó a cabo con 20 mujeres y sus familias, las mujeres participantes tenían en promedio 40 años de edad, su escolaridad era de educación básica o media y una de ellas tenía preparatoria. El 95 % estaban casadas o viven con su pareja; sus hijos tenían en promedio 12 años de edad y asisten a la escuela, las familias se componen de aproximadamente 5 miembros. Ellas son amas de casa, solo el 23 % nació en San Simón Coatepec, las demás han vivido ahí por alrededor de 10 años. Algunas de ellas preparan y venden comida en el mercado local.

Algunos de los problemas ambientales que se identificaron al inicio del proyecto fueron: a) la generación de residuos e inadecuada disposición de estos, el servicio de colección de basura es poco eficiente por lo que existe acumulación de residuos en los campos y jardines; y el estiércol se deja al aire libre, b) el suministro de agua es deficiente y de baja calidad, las mujeres expresaron que en ocasiones huele a azufre y que no reciben un suministro diario de este vital líquido. Cada familia produce aproximadamente 24 litros de residuos orgánicos por semana, tomando en cuenta hojas, cáscaras y frutas en descomposición; además de plástico, latas y vidrio. Alrededor del 55 % de los residuos orgánicos

cause health problems because in the community there has been an intoxication problem due to the use of these products.

Agroecological technologies and cultivation of vegetables

The project began with 20 women, unfortunately, only 13 women concluded with the workshops of the agroecological techniques, 7 women could not continue with them because of different reasons: they had babies or little kids and could not have enough free time, in other cases, their husbands did not give them permission and some other did not have interest in the agroecological techniques.

The 13 women that concluded the workshops prepared two compost piles, they thought that this agroecological technology was hard because it requires physical work. Each one of the participants prepared vermicompost and digestate, they like the most to prepare vermicompost because they could do it in their free time without any help, they do not like digestate due to its odour.

Women prepared the piece of land they could use in the backyard, the areas were between 6 to 50 m², in these, they practiced the technique of bio-intensive beds by double-digging to prepare their own backyard, and implemented some of the eight steps of the bio-intensive method: to make compost, vermicompost and digestate, did the nearby planting by using the "tresbolillo" method, they planted lettuce, radish, corn, chilli, spinach and some flowers. The vegetal products were used for self-consumption and the rest was sold. As the backyard area in some cases was small, production only could represent less than 10% of the family requirements.

Academics visited the backyards every month to be sure that there was appropriation of the material acquired in the workshops.

Analysis of the compost, vermicompost and digestate

Table 1 shows the physical and chemical parameters that were measured for the compost, the vermicompost and the digestate prepared by the women.

Vermicompost was compared to NMX-FF-109-SCFI-2008 and compost to NADF-020-AMBT-2011,

se utilizan para alimentar animales, aves de corral o ganado; el 33 % se desecha directamente en la tierra sin ningún tratamiento, otros se depositan en el camión de la basura junto con la basura orgánica. Se instruyó a las participantes acerca de que los residuos vegetales y los provenientes de la cocina, los cuales no se utilizan para alimentar a las aves de corral, se pueden usar para alimentar a las lombrices y preparar compost. Otro residuo que hay en la comunidad es el abono del ganado, el 20 % de las familias tienen vacas, y normalmente, el abono se almacena al aire libre, lo cual provoca malos olores y atrae moscas; para la elaboración de la compost, se recomienda el uso de abono.

Además, el 67 % de las familias poseen un terreno de menos de 2 hectáreas en el que cultivan principalmente maíz, frijol, tomate, cilantro, perejil, acelgas y repollo; el 33 % de ellos usan fertilizantes químicos, los más comunes son triple 16 y urea. El residuo agrícola se desecha principalmente en la tierra y sin ningún tratamiento, de esta manera, los nutrientes no se pueden aprovechar y provoca la contaminación de las aguas subterráneas (Li, et al., 2013). Se sabe que los desperdicios orgánicos sometidos a algún tratamiento como lo es el compostaje se pueden utilizar para recuperar el suelo y mejorar la calidad de éste, así como disminuir el uso de fertilizantes inorgánicos (Hachicha et al., 2009). Por medio del compostaje, los residuos orgánicos se vuelven una fuente potencial de materia orgánica y de elementos fertilizantes tales como el nitrógeno, fósforo y potasio, por lo tanto, se pueden utilizar para fertilizar el suelo y mejorar el rendimiento de los cultivos, evitando el uso de fertilizantes químicos.

Las mujeres se interesaron en la participación del proyecto con el fin de aprender a elaborar fertilizantes orgánicos, debido a que manifestaron que las áreas de cultivo en la comunidad no son tan productivas como lo eran antes, por esta razón, el uso de agroquímicos era una práctica común en el mejoramiento de la producción agrícola; además, el precio de estos productos químicos ha incrementado de forma significativa. De igual manera, las mujeres saben que el uso de agroquímicos puede provocar problemas en la salud, porque ya se había presentado un problema

Table 1. Average of the physical and chemical parameters measured for the composts, vermicomposts and digestates.**Cuadro 1. Promedios de los parámetros físicos y químicos que se midieron en las compostas, vermicompostas y digestatos.**

	Compost / Composta	Vermicompost / Vermicomposta	Digestate / Digestato	NADF-020-AMBT-2011	NMX-FF-109-SCFI-2008
pH	8.38±0.97	9.5±0.69	7.82±0.52	6.5-8.0	5.5-8.5
N (%)	1.3±0.21	1.6±0.41	0.4±0.12	1 to 3 %	1 to 4%
P (mg/L)	2.54±0.45	2.64±0.76	3.85±0.72	1 to 3 %	----
K (%)	1.4±0.33	0.81±0.22	1.13±0.39	1 to 3 %	----
Organic carbon (%) / Carbono orgánico (%)	47.06±5.39	27.23±3.1	32.1±4.98	> 20	20 to 50%
Germination index (%) / Índice de germinación (%)	94.51±3.87	89.8±3.12	96±4.12	> 75	----
Electrical Conductivity (dS/cm) / Conductividad eléctrica (dS/cm)	2.87±0.89	2.2±0.52	3.06±0.65	< 8	<4

Source: Own elaboration

Fuente: Elaboración propia.

there is no a specific Mexican norm for digestates. According to both norms, compost, vermicompost and digestate had a good quantity of organic matter (higher than 20%). Organic matter gives consistency to the soil, making it more porous and allowing water retention (Esmaeilzadeh & Gholamalizadeh, 2014). The pH of the digestate and compost was slightly basic, unlike that of the vermicompost which was basic, possibly due to the formation of ammonia; electrical conductivity is in the allowed values of the Mexican norm, this parameter indicates the presence of mineral salts, which can be used as nutrients by plants. Nutrient content of the composts varies widely depending on the nature of the composted feedstock. If the starting material contained manure, most of the finished composts would be richer in nitrogen and other nutrients and would have better chemical characteristics (Abu-Zahira & Tahboub, 2008).

The germination index is a test to evaluate the substrate maturity, when it reaches values above 80% it means that it does not present phytotoxic substances at all, or they are in a very small quantity, and the organic fertilizers are susceptible to be used (Rodríguez et al., 2014). Compost, vermicompost, and digestate had a germination index higher than 80%.

de intoxicación en la comunidad derivado del uso de estos productos.

Tecnologías agroecológicas y cultivo de vegetales

El proyecto comenzó con 20 mujeres, desafortunadamente, solo 13 mujeres concluyeron los talleres de técnicas agroecológicas, 7 mujeres no continuaron con ellos debido a diferentes motivos: tenían bebés o hijos pequeños y no disponían del tiempo suficiente; en otros casos, sus esposos no se los permitían y algunas otras no se interesaron en las técnicas agroecológicas.

Las 13 mujeres que finalizaron los talleres elaboraron dos pilas de composta, ellas manifestaron que esta técnica agroecológica fue complicada debido a que requirió esfuerzo físico. Cada participante elaboró vermicomposta y digestato, prefirieron la preparación de la vermicomposta porque la podían realizar en su tiempo libre y sin ayuda, no les agració la preparación del digestato debido a su olor.

Las mujeres acondicionaron la porción de tierra que usarían para sus huertos de traspatio, las áreas median de 6 a 50 m², en estos, se puso en práctica la técnica de camas biointensivas por doble excavación, con el fin de elaborar sus propios

Women learned how to prepare compost, vermicompost, and digestate with good physical and chemical properties. In Mexico, a ton of compost costs 140 dollars (<http://hogar.mercadolibre.com.mx/jardin-y-exterior/jardineria/composta-organica-tonelada>) and 1 kg of vermicompost, one dollar (<http://listado.mercadolibre.com.mx/precio-del-kilo-de-lombricomposta>).

Benefits for the women after the project

The 13 women that finished the workshops were interviewed, all of them said that they were satisfied with the agroecological practices learning and eco-technologies, and with the results they observed. Among the benefits they obtained due to the project, they emphasized:

- a) Now they have a way to obtain their agricultural products without using agrochemicals. This is very valuable for them, since unfortunately in the community there have been two cases of serious intoxication suffered by neighbours during the application of agrochemicals. They pointed out that the vegetables they grow with the use of compost, vermicompost or digestate are healthier than those produced with agrochemicals.
- b) Participants indicated that vegetables grown with compost and vermicompost grew bigger than those using agrochemical products. They mentioned that their kids prefer the vegetables cultivated in the orchard because they have better flavour; besides that, vegetables can be obtained at a lower cost, since fertilizers have recently increased their price.
- c) Ten of the participants like flowers and have gardens. They said that before the project, their plants did not grow well or did not flourish or its fruit trees did not fructify. These situations changed when they were fertilized with compost, vermicompost, the leachate of the vermicompost and the digestate, now, the plants bloom and their trees bear fruits.
- d) Women pointed out that they also had economic benefits, they spend less money on vegetables since they are consuming those they produce; savings were different depending on

huertos. Se implementaron algunos de los ocho pasos del método biointensivo: la elaboración de la composta, vermicomposta y digestato, las participantes sembraron mediante el uso del método tresbolillo, plantaron lechuga, rábanos, maíz, chile, espinaca y algunas flores. Los productos vegetales se utilizaron para autoconsumo y el resto se vendió. Como algunas de las áreas en los huertos de traspatio eran pequeñas, la producción solo satisfizo el 10 % de los requisitos de la familia.

Los académicos visitaron los huertos cada mes para asegurarse de que existiera apropiación del material visto en los talleres.

Análisis de la composta, vermicomposta y digestato

El Cuadro 1 muestra los parámetros físicos y químicos que se midieron a la composta, vermicomposta y digestato que elaboraron las mujeres.

La vermicomposta se comparó con la NMX-FF-109-SCFI-2008 y la composta con la NADF-020-AMBT-2011, no existe una norma mexicana específica para digestatos. De acuerdo con ambas normas, la composta, vermicomposta y digestato tuvieron buen contenido de materia orgánica (más del 20 %). La materia orgánica proporciona consistencia al suelo, haciéndolo más poroso y permitiendo la retención de agua (Esmaeilzadeh & Gholamalizadeh, 2014). El pH del digestato y el de la composta fue ligeramente básico, a diferencia del de la vermicomposta que fue básico, posiblemente debido a la formación de amoniaco; la conductividad eléctrica se encuentra dentro de los valores permitidos en la norma mexicana, este parámetro indica la presencia de sales minerales que pueden ser usadas por las plantas como nutrientes. El contenido nutricional de las compostas varía ampliamente dependiendo de la naturaleza de la materia prima compostada. Cuando el material inicial contiene estiércol, generalmente las compostas finales resultan ricas en nitrógenos y otros nutrientes y poseen mejores características químicas (Abu-Zahira & Tahboub, 2008).

El índice de germinación es una prueba que se utiliza para evaluar la madurez del sustrato, cuando alcanza valores arriba del 80 %, significa que no presenta sustancias fitotóxicas, o que se encuentran en una cantidad muy pequeña, y que los fertilizantes orgánicos se pueden utilizar (Rodríguez et al., 2014). La

the area of the backyard and the food habits of each family. Now, four of the women are selling their vegetables and they have customers who buy their products because they are organics; another participant sells canned chilli or pepper she produces. With the knowledge that women acquired during the project, two of them are now producing flowers to sell them and another woman reproduces and sells ornamental plants.

- e) On the personal side, women are proud of their backyard vegetable gardens, they show them to their neighbours, friends, and acquaintances, and share their experiences by explaining how to use agroecological practices and ecotechnologies.
- f) Women seen changes in their family relationships, five women indicated that their children and husbands have been helping in the care of the family backyard, which had increased the interfamilial relationships.
- g) Among the changes they have generated at community level, participants invited other women to learn how to prepare organic fertilizers and how to use them. The child of one participating woman invited his teachers to replicate the project in the school, and now the students take care of a plot and sell the vegetables they produce.

Discussion

Aguirre (2004) recognizes that rural women face multiple difficulties to participate in productive organizations, the need to bring resources to their domestic groups, as well as the desire to acquire new skills and improve their social position, lead them to deploy multiple negotiation strategies and conflict resolution, which, if it results, it will allow women to become social actors with a voice in different public fields. Rural women that participated were organized around the project that results in an extension of their traditional work, the active participation of women in the different workshops and consolidating their conscious gender identification.

Para Zuluaga Sánchez, G. P., Catacora-Vargas, G., y Siliprandi E. (2018) the agroecology and feminism seek better conditions for life, by taking into account

composta, vermicomposta, y digestato presentaron un índice de germinación arriba del 80 %.

Las mujeres aprendieron a preparar composta, vermicomposta y digestato, obteniéndolas con las propiedades físicas y químicas adecuadas. En México, una tonelada de composta cuesta 140 dólares (<http://hogar.mercadolibre.com.mx/jardin-y-exterior/jardineria/composta-organica-tonelada>) y 1 kg de vermicomposta, un dólar (<http://listado.mercadolibre.com.mx/precio-del-kilo-de-lombricomposta>).

Beneficios que las mujeres obtuvieron después del proyecto

Se entrevistó a las 13 mujeres que finalizaron los talleres, todas ellas expresaron que se sentían satisfechas con las prácticas agroecológicas y con las ecotecnologías que aprendieron, así como con los resultados que observaron. Entre los beneficios que obtuvieron con el proyecto, se resaltan los siguientes:

- a) Hoy en día cuentan con una manera de obtener sus productos agrícolas sin el uso de agroquímicos. Esto es muy valioso para ellas, debido a que desafortunadamente, en la comunidad, se presentaron dos casos de una grave intoxicación en un par vecinos debido al uso de agroquímicos. Ellas señalaron que los vegetales que cultivaron con el uso de composta, vermicomposta o digestato son más saludables que aquellos que se producen con el uso de agroquímicos.
- b) Las participantes señalaron que los vegetales que se cultivaron con composta y vermicomposta crecieron más grandes que aquellos con los que se usan productos agroquímicos. Ellas mencionaron que sus hijos prefieren los vegetales que se cultivaron en sus huertos debido a que tenían un mejor sabor; además de eso, los vegetales se pueden adquirir a un costo menor, ya que, recientemente, aumentó el precio de los fertilizantes.
- c) A diez de las participantes les gustan las flores y tienen jardines. Dicen que antes del proyecto, sus plantas no crecían bien o no florecían, o sus árboles frutales no daban frutos. Estas situaciones cambiaron cuando se fertilizaron

that the restoration and preservation of nature, the integral management of territories and the transformation of gender relationships are necessary and urgent. In this sense, women are restoring and preserving nature because instead of disposing residues and causing environmental problems, today they know how to use them to prepare organic fertilizers, and their use will restore the soil. After the project, the gender relationships changed, it can be said that women have been empowered in some way. They learned some agroecological techniques and gender education, which is a strategy for empowerment. Also, during the workshops, academics led women to reflection processes related to gender relationships, appropriation of technology, and economic activities planning that strengthen them as social actors. Women improved their capacity to identify problems, their own desires, illusions and opportunities, they discern whether it is possible or not to carry them out and define the strategy to carry them out, with full cognizance of the factors that made this difficult. They proposed forms of collective action in order to improve their living conditions at domestic and community level. Women also were better able to ensure their family health and nutrition, because they largely demonstrated that they were able to take care of their own physical and mental well-being, a sign of empowerment as is pointed out by Smit, I. C. F, Ramakrishnan, A. Ndiaye, L. H., y Mortorell, R. (2003).

The Women's Empowerments in Agriculture Index (WEAI), is a new survey-based index designed to measure the empowerment, agency, and inclusion of women in the agricultural sector. The five domains of the WEAI are (Alkire, et al., 2003):

1. Decision about agricultural production. 13 of the 20 women which were invited to participate in the project had the decision and the opportunity to incursion into agricultural production and change it to an organic one.
2. Access to and decision-making power about productive resources. At the beginning of the project, the researchers gave the women some seeds in order to explain how to prepare bio-intensive beds in a demonstrative plot;

con composta, vermicomposta, el lixiviado de la vermicomposta y el digestato, ahora, las plantas florecen y sus árboles dan frutos.

- d) Las mujeres señalaron que también obtuvieron beneficios económicos, gastaron menos dinero en vegetales desde que comenzaron a consumir lo que producían; sus ahorros dependieron del área en la que se encontraba su huerto y de los hábitos alimenticios de cada familia. En la actualidad, cuatro de las mujeres venden sus vegetales y tienen clientes que compran sus productos porque son orgánicos; otra participante vende chiles enlatados que ella misma produce. Con el conocimiento que las mujeres adquirieron durante el proyecto, dos de ellas ahora producen flores para venderlas y otra de las participantes reproduce y vende plantas ornamentales.
- e) En el aspecto personal, las mujeres se sintieron orgullosas de su huerto de traspatio, se los mostraron a sus vecinos, amigos y conocidos, y compartieron sus experiencias explicando el uso de las prácticas agroecológicas y de las ecotecnologías.
- f) Las mujeres observaron cambios en sus relaciones familiares, cinco de ellas expresaron que sus hijos y esposos les han ayudado con el cuidado del huerto familiar, lo cual aumentó las relaciones interfamiliares.
- g) Entre los cambios generados a nivel comunitario, las participantes invitaron a otras mujeres para aprender a preparar fertilizantes orgánicos y saber utilizarlos. El hijo de una de ellas invitó a sus maestros a replicar el proyecto en la escuela, y ahora los estudiantes cuidan de una parcela y venden los vegetales que producen.

Discusión

Aguirre (2004) reconoce que las mujeres rurales enfrentan múltiples dificultades para poder participar en organizaciones productivas, la necesidad de traer recursos a sus grupos domésticos, así como el deseo de adquirir nuevas habilidades y mejorar su posición social, las lleva a implementar distintas estrategias de negocios y resolución de conflictos, lo cual, en caso de resultar, permite a las mujeres convertirse en actores

- after that, participants could manage a plot to construct their backyard, and women decided how to use it and what to cultivate.
3. Control of the income use. In their backyard, women decided how many plants use for self-consumption and how many sell. The use of eco-technologies by women and its application to generate some economic gain was a strategy through which women gain self-assurance by identifying themselves as creative and critical. The fact that women generate some income from productive activities, improved their position in their domestic group, by allowing them to increase their mobility outside the domestic space, to access information, to plan activities, to gain self-confidence and to control over their lives.
 4. Leadership in the community. The organization around the project brought changes in the condition and position of the women, in addition to seeing workshops as a way of learning the agroecological practices and ecotechnologies for their benefit, it was a time to share with other women and the researchers, because they considered these meetings as moments of enrichment and personal relaxation. These experiences placed them in the public sphere, coming into contact with different actors, thus, they expand their social networks, gain self-confidence, and respect. Participants organized the inhabitants of San Simón Coatepec to do reforestation, they requested the donation of trees and they got machinery to clean the land to reforest.
 5. Time allocation. Aguirre (2004) points out that there are several filters that interpose between the participation of women in projects and organizations, among which are the availability of time, belonging to a specific family. This point was very important for the project, before participate in the project women had to establish strategies to negotiate within their domestic groups in order to ensure the time required to attend the workshops, time to put into practice what has been learned and to make the eco-technologies were respected.
- sociales con voz en distintos ámbitos públicos. Las mujeres rurales que participaron se organizaron en torno a un proyecto que resulta en la extensión de su trabajo tradicional y su participación activa en los distintos talleres, consolidando así, su identificación consciente de género.
- Para Zuluaga Sánchez, G. P., Catacora-Vargas, G., y Siliprandi E. (2018) la agroecología y el feminismo buscan mejores condiciones de vida, tomando en cuenta que la restauración y conservación de la naturaleza, el manejo integral de los territorios y la transformación de las relaciones de género, son necesarios y urgentes. En este sentido, las mujeres conservan y restauran la naturaleza porque en lugar de desechar los residuos y provocar problemas ambientales, ahora ellas saben cómo utilizarlos para elaborar fertilizantes orgánicos, y su uso restaurará el suelo. Después del proyecto, las relaciones de género cambiaron, se puede decir que las mujeres se empoderaron de alguna manera. Ellas aprendieron algunas técnicas agroecológicas y educación de género, la cual es una estrategia para el empoderamiento. De igual manera, durante los talleres, los académicos encaminaron a las mujeres hacia procesos de reflexión en cuanto a las relaciones de género, apropiación de la tecnología y planeación de actividades económicas que las fortalece como actoras sociales. Las participantes mejoraron su capacidad para identificar problemas, sus propios deseos, ilusiones y oportunidades, ellas distinguen si es posible o no desarrollarlos y la estrategia con la que pueden lograr esto, con conocimiento pleno de los factores que lo dificultan. Ellas propusieron formas de acción colectiva con el fin de mejorar sus condiciones de vida a nivel doméstico y comunitario. Las mujeres también fueron capaces de asegurar salud y nutrición a sus familias porque demostraron ampliamente que pueden cuidar su bienestar físico y mental, una clara señal de empoderamiento, como lo señala Smit, I. C. F., Ramakrishnan, A. Ndiaye, L. H., y Mortorell, R. (2003).
- El Índice de Empoderamiento de la Mujer en la Agricultura (WEAI por su acrónimo en inglés), es un nuevo índice basado en encuestas, diseñado para medir el empoderamiento, organismos e inclusión femenina dentro del sector agrario. Los cinco ámbitos de la WEAI son (Alkire, et al., 2003):

The researchers who conducted the project, noticed, during the final interview, that now women speak easily in public. They observed that the participating women, along with their family members, made changes and improvements in the learned eco-technologies, one example is the designed system created to capture worm leachates and they also used it as fertilizer.

In the same way, some other investigations had been developed in different countries, for example the Calmañana herb is a women group in Uruguay, which assisted by Technical support and agroecological perspectives, identifies the interests on income diversification, family nutrition and community relationship, they enhanced local strategies and crop diversity that help households to increase income and food security (Oliver, 2016)

Cuba's Local Agricultural Innovation Project (PIAL by its acronym in Spanish), is focused on gender-specific elements. The PIAL methodology was introduced in Cuba with the objective of improving the use of locally-adapted seed varieties and help farmers diversify their production. The PIAL model facilitates female participation and it contributed to positive economic, ecological and sociocultural changes in farming households and communities. Key impacts include: increase of inclusion of women in developing and implementing farm innovations, self-confidence for female farmers and farm-family members; diversification of production, and household income through women-led micro-industry projects and facilitation of commercialization opportunities (Benítez et al., 2020).

In Cotopaxi, Ecuador there are several agroecological associations of women, they have assumed the administration and production on the farms, in such a way the current agroecological production represents around 70% of their marketable production. Among the benefits obtained and recognized by woman are the reduction in the use of chemical inputs, learning about the relationships between health and agriculture, calculating production costs, and selling collectively. Women state that the Association is a space that gives them a sense of belonging, allows the development of leadership and solidarity and

1. Decisión acerca de la producción agrícola. 13 de 20 mujeres que fueron invitadas a participar en este proyecto, tuvieron la decisión y la oportunidad de incursionar en la producción agrícola y cambiarla a una orgánica.
2. Acceso y poder de decisión sobre los recursos productivos. Al inicio del proyecto, los investigadores les proporcionaron algunas semillas a las mujeres, a fin de explicarles cómo preparar las camas biointensivas en una parcela de demostración; después de esto, las participantes pudieron manejar una parcela para construir su huerto, y ellas mismas decidieron cómo usarla, así como qué cultivar.
3. Control del uso de las ganancias. En sus huertos, las mujeres decidieron cuántas plantas usar para autoconsumo y cuántas vender. El uso de ecotecnologías y su aplicación para generar ganancias económicas, fue una estrategia con la que las mujeres pudieron ganar confianza en sí mismas identificándose como creativas y críticas. El hecho de que las mujeres generaran cierto ingreso a partir de actividades productivas mejoró su posición en el grupo doméstico porque les permitió aumentar su posición fuera del grupo con el fin de acceder a la información, planear actividades, ganar confianza en sí mismas y tener el control de sus vidas.
4. Liderazgo en la comunidad. La organización en torno al proyecto provocó cambios en la condición y posición de las mujeres, además de percibir a los talleres como una manera de aprender prácticas agroecológicas y ecotecnologías que las beneficiarían, se trató de un momento para convivir con otras mujeres y con los investigadores, debido a que estas reuniones eran consideradas como momentos de enriquecimiento y relajación personal. Estas experiencias las colocaron en la esfera pública al estar en contacto con distintos actores, por lo tanto, expanden sus redes sociales, ganan confianza en sí mismas y respeto. Las participantes organizaron a los habitantes de San Simón Coatepec para reforestar, ellas solicitaron la donación de árboles y se les proporcionó maquinaria para limpiar el terreno a reforestar.

helps to get support. They recognize that earning their own money, on which they can decide, means a certain degree of empowerment and that they are a little more independent (Borja, R. M., Blare, T., Oyarzún, P. J., Padilla, G., & Zambrano, S., 2021).

In Brazil, there is the Tocantinense Articulation of Agroecology (ATA by its acronym in Portuguese), its creation sought to provide a space for the exchange of experiences and knowledge among the members of the communities, and to potentiate political debates with strategies and actions against the use of pesticides. Likewise, to present agroecology as an economic and cultural political agenda, in the struggle for land, territories and in defense of the cultures. The participants of the ATA attach great importance to the educational aspect of agroecology, indicating that the teaching of agroecological practice is a fundamental aspect for its perpetuation, and progress as a mean to protect their territories, economies and cultures (Baeza & Madeiros, 2020).

In Guatemala there are also agroecological organizations where women are active protagonists in the agroecology practice; both in diversification, improvement of income, reduction of expenses for the purchase of inputs, valuation of their work, recovery of knowledge and ancestral culinary culture, among others. They are active promoters of an agriculture for life in which they play multiple roles, including the selection of seeds, the preparation of sowing and harvesting, the use of soil care practices, the production and use of fertilizers and foliar plants, promote responsible consumption, fair trade and participation in markets, as well as the revaluation of ancestral practices; hence, its strategic importance to contribute to agroecology at different levels and intensities (Caballeros & Salazar, 2017).

In Bolivia, women are protagonists in agricultural production and tend to apply agroecological principles, by promoting changes towards integral production systems. They apply soil conservation to healthy family nutrition, practice land rest, crop rotation, reuse the waste as fertilizer and self-consumption, safeguard seeds and marketing of surpluses. They consider agroecology as a way of caring for the earth and of a healthier and more lasting life for themselves, for their families and for

5. Distribución del tiempo. Aguirre (2004) señala que existen distintos filtros que se interponen entre la participación de las mujeres en proyectos y organizaciones, entre estos se encuentra la disponibilidad de tiempo, pertenencia a una familia específica. Este punto resultó muy importante para el proyecto, antes de participar, las mujeres tenían que establecer estrategias de negociación dentro de sus grupos domésticos, con el fin de disponer del tiempo requerido para asistir a los talleres, el tiempo para poner en práctica lo aprendido y para hacer que las ecotecnologías se respetaran.

Los investigadores que llevaron a cabo el proyecto se dieron cuenta durante la entrevista final, que ahora las mujeres hablan en público con mayor facilidad. Ellos observaron que las participantes, junto con los miembros de sus familias, realizaron cambios y mejoras en las ecotecnologías que aprendieron, un ejemplo es el sistema diseñado que se creó para capturar el lixiviado de las lombrices que también fue usado como fertilizante.

De la misma manera, se han desarrollado algunas otras investigaciones en diferentes países, por ejemplo, la cooperativa Calmañana herb es un grupo de mujeres en Uruguay, la cual, asistida por Soporte Técnico y perspectivas agroecológicas, identifica los intereses en la diversificación de ingresos, nutrición familiar y relación comunitaria, estrategias locales mejoradas y diversidad de cultivos que ayudan a los hogares a aumentar los ingresos y la seguridad alimentaria (Oliver, 2016)

El Programa de Innovación Agrícola Local de Cuba (PIAL por su acrónimo en español), se enfoca en los elementos específicos de género. La metodología del PIAL se introdujo en Cuba con el objetivo de mejorar el uso de las variedades de semillas adaptadas a nivel local, y de ayudar a los campesinos a diversificar su producción. El modelo PIAL mejora la participación femenina y esto contribuye con cambios económicos, ecológicos y socioculturales positivos en los hogares campesinos, así como en las comunidades. Los impactos principales incluyen: aumento de la inclusión femenina en el desarrollo y la implementación de innovaciones agrícolas, la autoconfianza de las mujeres agricultoras y los

the consumers to whom they sell their products. They describe agroecology as a productive model that allows them to move towards the self-management with priority in health, self-learning and self-consumption by responding to their interests and needs (Llanque, A., Dorrego, A., Costanzo, G., Elías, B., & Catacora-Vargas G., 2018).

Conclusions

This project was seen as a mechanism to integrate technical and empirical knowledge through a participatory process, reflecting the advantages of agroecological technologies for small-scale producers in rural communities. The application of those technologies brings different benefits, women could obtain their own food in a healthier way, by reducing the pollution that is produced by the inadequate disposal of waste, especially manure, which is commonly stored in open spaces. Besides women grow products for their families, they could sell them in order to get an economic benefit.

This was a case study that can be replicated in other rural communities. In general, these communities have important pollution problems caused by the inadequate handling of their residues, problems due to the soil erosion, as well as health problems due to the use of agrochemicals.

Acknowledgements

To the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) and the Instituto Nacional de las Mujeres for the financial support to carry out the present project, number 196660.

End of English version

References / Referencias

- Abu-Zahira, T. R. & Tahboub, A. B. (2008). Effect of organic matter sources on chemical properties of the soil and yield of strawberry under organic farming conditions. *World Applied Science Journal*. 5, 383-388. https://www.researchgate.net/publication/238080732_Effect_of_Organic_Matter_Sources_on_Chemical_Properties_of_the_Soil_and_Yield_of_Strawberry_under_Organic_Farming_Conditions

miembros de sus familias; la diversificación de la producción y el ingreso familiar a través de los proyectos microindustriales liderados por mujeres, así como la agilización de las oportunidades de comercialización (Benítez et al., 2020).

En Cotopaxi, Ecuador, hay distintas asociaciones agroecológicas de mujeres, las cuales han asumido la administración y producción en las granjas, de tal manera que la producción agroecológica actual representa aproximadamente el 70 % de su producción comercial. Entre los beneficios que se obtuvieron y que las mujeres reconocieron, están la reducción en el uso de insumos químicos, el aprendizaje acerca de la relación entre la salud y la agricultura, el cálculo de los costos de producción y la venta de manera colectiva. Las mujeres establecen que la Asociación es un espacio que les otorga un sentido de pertenencia, les permite desarrollar el liderazgo y la solidaridad y les ayuda a conseguir apoyo. Ellas reconocen que el hecho de ganar su propio dinero sobre el cual pueden decidir significa un cierto grado de empoderamiento y las hace un poco más independientes (Borja, R. M., Blare, T., Oyarzún, P. J., Padilla, G., & Zambrano, S., 2021).

En Brasil, existe el Organismo Tocantinense de Agroecología (ATA por su acrónimo en portugués), su creación se enfocó en proveer un espacio para el intercambio de experiencias y conocimientos entre los miembros de las comunidades, así como potenciar debates políticos con estrategias y acciones en contra del uso de pesticidas. Asimismo, presenta a la agroecología como un programa económico y cultural, en la lucha por la tierra, territorios y en la defensa de las culturas. Los participantes del ATA le dan una gran importancia al aspecto educativo de la agroecología, señalando que la enseñanza de la práctica agroecológica es un aspecto fundamental para su perpetuación, y el progreso como medio para proteger sus territorios, economías y culturas (Baeza & Madeiros, 2020).

En Guatemala también existen organizaciones agroecológicas en las que las mujeres son protagonistas activas en la práctica agroecológica; tanto en la diversificación, mejoramiento de los ingresos, reducción de gastos para comprar insumos, valoración de su trabajo, recuperación del conocimiento y la cultura culinaria ancestral,

- Aguirre, P. I. G. (2004). Del silencio a la palabra. La experiencia de lideresas indígenas de Xochistlahuaca, Guerrero. *Feminismo/s.*, 3, 101-116. https://www.researchgate.net/publication/39436871_Del_silencio_a_la_palabra_La_experiencia_de_las_lideresas_indigenas_de_Xochistlahuaca_Guerrero
- Alkire, S., Meinzen-Dick, R., Peterman, A., Quisumbing, A. R., Seymour, G., & Vaz, A. (2013). The Women's Empowerment in Agriculture Index. *World Development*, 52, 71-91.
- Ayilara, M. A., Olanrewaju, O. S., Oluranti, B. O., & Odeyemi O. (2020). Review Waste Management through Composting: Challenges and Potentials. *Sustainability*, 12, 4456. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/16/4456/pdf>
- Baeza, C. A., & Medeiros A. R. C. (2020). Mujeres y agroecología: prácticas y saberes de mujeres integrantes de la articulación tocantinense de agroecología. *Acta Scientiarum. Human and Social Sciences*, 42,1. <https://doi.org/10.4025/actascihumansoc.v42i1.51160>
- Bandiaki-Badki, S. (2011). Gender equity in Senegal's forest governance history: why policy and representation matter. *International Forestry Review*, 13 (2), 177-194. <https://www.cifor.org/library/3535/>
- Benítez, B., Nelson, E., Romero, S. M. I., Ortíz, P. R., Crespo, M. A.,..., Hernández, B. Y. (2020). Empowering women and building sustainable food systems: A case study of Cuba's Local Agricultural Innovation Project. *Frontiers in Sustainable Food*, 4, 554414. doi: 10.3389/fsufs.2020.554414 DOI:10.3389/fsufs.2020.554414Corpus ID: 227033772
- Borja, R. M., Blare, T., Oyarzún, P. J., Padilla, G., & Zambrano, S. (2021). Una mirada a los logros y desafíos de las asociaciones agroecológicas de mujeres en Cotopaxi, Ecuador. *Leisa Revista de Agroecología*. 37(1), 5-10. <https://leisa-al.org/web/index.php/volumen-37-numero-1/4431-una-mirada-a-los-logros-y-desafios-de-las-asociaciones-agroecologicas-de-mujeres-en-cotopaxi-ecuador>
- Caballeros, A., & Salazar, N. A. (2017). "La agroecología nos cambió la vida": Estudio de la participación, roles y beneficios de las mujeres en la agroecología. Fundebase, junio 2017, editorial Cholsamaj, pp 54
- Campero, O. R. (2012). Sistema integral tratamiento de residuos de granja lechera mediante la biodigestión anaerobia en el Perú. *Delos Rev Desarrollo Local Sostenible*, 5 (14), 1-9. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6422847>
- Esmaeilzadeh, J., & Gholamalizadeh, A. A. (2014). Influence of soil organic matter content on soil physical, chemical and biological properties. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 3, 1-10.
- entre otros. Ellas son promotoras activas de una agricultura de por vida en la que desempeñan múltiples roles, incluyendo la selección de semillas, la preparación de las plantaciones y la cosecha, el desarrollo de prácticas para el cuidado del suelo, la producción y uso de fertilizantes y plantas foliares, promueven el consumo responsable, el comercio justo y la participación en los mercados, así como la revalorización de prácticas ancestrales; de ahí su importancia estratégica para contribuir a la agroecología en diferentes niveles e intensidades (Caballeros & Salazar, 2017).
- En Bolivia, las mujeres son protagonistas en la producción agrícola y tienden a aplicar principios agroecológicos al promover cambios hacia sistemas de producción integral. Ellas aplican la conservación del suelo a la nutrición familiar saludable, llevan a cabo el reposo de la tierra, la rotación de los cultivos, la reutilización de los residuos a manera de fertilizantes y el autoconsumo, salvaguardan semillas y la comercialización de los excedentes. Ellas consideran a la agroecología como una manera de cuidar al planeta y de llevar una vida más saludable y duradera, tanto para ellos como para sus familiares y para los clientes que consumen sus productos. Describen a la agroecología como un modelo productivo que les permite avanzar hacia la autogestión priorizando la salud, autoaprendizaje y autoconsumo que responde a sus intereses y necesidades (Llanque, A., Dorrego, A., Costanzo, G., Elías, B., & Catacora-Vargas G., 2018).

Conclusiones

Este proyecto fue considerado como un mecanismo para integrar el conocimiento técnico y empírico a través de un proceso participativo, reflejando las ventajas de las tecnologías agroecológicas para los pequeños productores en comunidades rurales. La aplicación de esas tecnologías trae distintos beneficios, las mujeres pueden producir sus propios alimentos de una manera más saludable, reduciendo la contaminación que se produce debido al desecho inadecuado de los residuos, especialmente del estiércol, el cual se almacena comúnmente en espacios abiertos. Además de que las mujeres cosechan productos para sus familias, los pueden vender para obtener un beneficio económico.

- and Environmental Sciences, 4(4), 244-252. <http://citeserx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1053.1590&rep=rep1&type=pdf>.
- Gliessman, S. R. (2016). Transforming food systems with agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 40(3), 187-189, DOI: 10.1080/21683565.2015.1130765
- Gliessman S. R. (2018). Defining Agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 42(6), 599-600. <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1432329>
- Gobierno del estado de Puebla. Plan de desarrollo municipal de Mixtla, Puebla (2014-2018). Secretaría de Gobierno del Estado, orden jurídico Poblano. <http://ojp.puebla.gob.mx/index.php/zoo-items-landing/item/plan-de-desarrollo-municipal-de-mixtla-puebla-2014-2018>.
- Hachicha, S., Cegarra, J., Sellami, F., Hachicha, R., Drira, N.,..., Ammar, E. (2009). Elimination of polyphenols toxicity from olive mill wastewater sludge by its co-composting with sesame bark. *Journal of Hazardous Materials*, 161, 1131-1139. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389408006134>
- Jeavons (1991). Revisión, Cultivo biointensivo de alimentos. Ecology Action, Willits, CA EUA.https://www.academia.edu/40475865/John_Jeavons_Cultivo_biointensivo_de_alimentos_M%C3%A1s_alimentos_en_menos_espacio
- Leff, E. (1994). Ecología y Capital, racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable. siglo XXI. México, file:///C:/Users/myrna/Downloads/xxxLeffExtractodeEcologiyCapital.pdf
- Li, Y., Zhang, R., Liu, G., Chen, Ch, He, Y., & Liu, X. (2013). Comparison of methane production potential, biodegradability, and kinetics of different organic substrates. *Bioresource Technology*, 149, 565-569. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852413014958>
- Llanque, A., Dorrego, A., Costanzo, G., Elías, B., & Catacora-Vargas G. (2018). Mujeres, trabajo de cuidado y agroecología: hacia la sustentabilidad de la vida a partir de experiencias en diferentes eco-regiones de Bolivia En "Agroecología en femenino. Reflexiones a partir de nuestras experiencias", G.P. Zuluaga Sánchez, G. Catacora-Vargas, E. Sliprandi (coord.). La Paz: SOCLA/CLACSO, pp. 124 – 140. https://www.researchgate.net/publication/332332782_Mujeres_trabajo_de_cuidado_y_agroecologia_hacia_la_sustentabilidad_de_la_vida_a_partir_de_experiencias_en_diferentes_eco-regiones_de_Bolivia#fullTextContent [accessed Aug 31 2021].

Se trató de un caso de estudio que se puede replicar en otras comunidades rurales. De manera general, estas comunidades presentan problemas graves de contaminación provocados por el manejo inadecuado de sus residuos, problemas causados por la erosión del suelo, así como problemas de salud debido al uso de agroquímicos.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y al Instituto Nacional de las Mujeres por el apoyo económico para la realización del presente proyecto, número 196660.

Fin de la versión en español

Lopes, A. P., & Jomalinis E. (2011). Feminist perspectives towards transforming economic power Agroecology: Exploring opportunities for women's empowerment based on experiences from Brazil. *ActionAid Brazil*, 2, 1-14. https://www.awid.org/sites/default/files/atoms/files/feminist_perspectives_agroecology.pdf

Mestmacher, J., & Braun, A. (2021). Women, agroecology and the state: New perspectives on scaling-up agroecology based on a field research in Chile, *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 45(7), 981-1006, DOI: 10.1080/21683565.2020.1837330

NADF-020-AMBT-2011. Norma ambiental para el Distrito Federal, que establece los requerimientos mínimos para la producción de compost a partir de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos, agrícolas, pecuarios y forestales, así como las especificaciones mínimas de calidad de la composta producida y/o distribuida en el distrito federal. <https://legislacion.vlex.com.mx/vid/composta-producida-distribuida-409203366>.

NMX-FF-109-SCFI-2007. Humus de lombriz (lombricomposta) - especificaciones y métodos de prueba. <http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2007/nmx-ff-109-scfi-2008.pdf>

NOM-021-RECNAT-2000. NORMA Oficial Mexicana que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/DO2280n.pdf>.

- Oliver, B. (2016). "The Earth Gives Us So Much": Agroecology and Rural Women's Leadership in Uruguay. *Culture, Agriculture, Food & Environment*, 38 (1)
- Pereira, M. G., & Zezzi-Arruda, M. A. (2003). Vermicompost as a natural adsorbent material: characterization and potentialities for cadmium adsorption. *Journal of Brazilian Chemical Society*, 14 (1), 39-47. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-50532003000100007
- Pueblosamerica. Retrieved from: <https://mexico.pueblosamerica.com/i/san-simon-coatepec/>.
- Rodríguez, R. A., J., Robles, S., C., A., Ruiz, P. R. A., López, L. E., Sedeño, D. J. E., & Rodríguez, D. A. (2014). Indices de germinación y elongación radical de Lactuca sativa en el biomonitoring de la calidad del agua del río Chalma. *Revista Internacinal de Contaminación Ambiental*. 30 (3) 307-316, 2014. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v30n3/v30n3a7.pdf>.
- SEDESOL. (2010). Catálogo de localidades, Sistema de Apoyo para la Planeación del PDZP, 2010. <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/Default.aspx?tipo=clave&campo=mun&valor=17>.
- Smit, I. C. F. Ramakrishnan, A. Ndiaye, L. H. & Mortorell, R. (2003). The importance of women's status for child nutrition in developing countries. Research Report 131, Whasington DC. International Food Policy Research Institute. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/6289649.pdf>.
- Wezel, A., Bellon, S., Dore, T., Francis, C., Vallod, D. & David, C. (2009). Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 29, 503-515. DOI: 10.1051/agro/2009004.
- Zuluaga Sánchez, G. P., Catacora-Vargas, G., & Siliprandi E. (2018). Agroecología en femenino. Reflexiones a partir de nuestras experiencias. Edited by SOCLA. Bolivia.