



Agrociencia

ISSN: 1405-3195

agrocien@colpos.mx

Colegio de Postgraduados

México

Berrueta Soriano, Víctor M.; Limón Aguirre, Fernando; Fernández Zayas, José L.; Soto Pinto, María L.

Participación campedina en el diseño y construcción un secador solar para café

Agrociencia, vol. 37, núm. 1, enero-febrero, 2003, pp. 95-106

Colegio de Postgraduados

Texcoco, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30237110>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

PARTICIPACIÓN CAMPESINA EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SECADOR SOLAR PARA CAFÉ

PEASANTS' PARTICIPATION IN THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF A SOLAR COFFEE DRYER

Víctor M. Berrueta-Soriano¹, Fernando Limón-Aguirre¹, José L. Fernández-Zayas² y María L. Soto-Pinto¹

¹El Colegio de la Frontera Sur. Apartado Postal 63. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. México. Tel./Fax: (967) 678-1883 ext. 4202. (vberrueta@hotmail.com) (flimon@scl.ecosur.mx) (lsoto@scl.ecosur.mx). ²Instituto de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria. México, D. F. (jlf@pumas.iingen.unam.mx)

RESUMEN

La adopción de tecnología en el ámbito rural no es sólo una cuestión técnica, si no que involucra además elementos metodológicos relacionados con la participación de los usuarios en su proceso de generación, además de aspectos culturales, sociales y económicos, así como de la participación de otros actores e instituciones. El objetivo de este trabajo es dar a conocer el proceso de generación de tecnología de aprovechamiento de la energía solar, dada la capacidad de los campesinos de generar tecnología propia. Para facilitar la adopción de tecnología mediante un proceso participativo, se realizó el diseño y construcción de un secador solar con la participación de productores de café (*Coffea* sp.) orgánico de Tziscaco, Chiapas; para ello se tomó en cuenta el conocimiento y la experiencia de los productores así como experiencias diversas con secadores solares de otros productos agrícolas. A partir de una reflexión conjunta sobre un mejor aprovechamiento de la energía, el secador solar fue construido según la propia manera de los usuarios de realizar innovaciones, considerando su disposición económica, de tiempo y de recursos materiales; intentando que la tecnología fuera congruente con su situación socioeconómica, su visión sobre el manejo de los recursos naturales y su realidad cultural. Utilizando criterios definidos por los campesinos se evaluó el secador, que mostró ventajas en relación con el secado en patios y ser una buena alternativa para el secado de café.

Palabras clave: Energía renovable, investigación participativa, tecnología agrícola.

INTRODUCCIÓN

La tecnología utilizada por campesinos normalmente se encuentra integrada a su estructura y dinámica sociocultural (Nahmad *et al.*, 1988; Vejarano, 1990), y es a partir de su percepción del medio que instrumentan un sistema técnico culturalmente específico (Marion, 1991), de tal forma que toda innovación tecnológica está articulada con su modo de vida, su manera de ver el mundo y sus valores (Valverde *et al.*, 1996).

Recibido: Febrero, 2002. Aprobado: Diciembre, 2002.
Publicado como ENSAYO en *Agrociencia* 37: 95-106. 2003.

ABSTRACT

Technology adoption in a rural setting is not only a technical question, but involves also methodological elements related to the users' participation in the development process, as well as cultural, social, and economic aspects, and the participation of other actors and institutions. The objective of this work is to explain and diffuse the process of generation of solar technology, given peasant's capacity to develop their own technology. In order to facilitate a participatory technology adoption process, a solar dryer was designed and built with the participation of organic coffee (*Coffea* sp.) producers in Tziscaco, Chiapas, taking into account the coffee producers' knowledge and experience, as well as experiences with solar dryers for other agricultural products. Reflecting with the producers on how to maximize energy use, the solar dryer was built according to their own ways of innovating, and considering time, as well as economic and material resources available. The aim was to develop a technology congruent with the growers' socioeconomic situation and cultural reality, and their vision of natural resources management. The dryer was evaluated according to peasant-defined criteria, showing advantages when compared with patio drying, and proved to be a good alternative for coffee drying.

Key words: Renewable energy, participatory investigation, agricultural technology.

INTRODUCTION

Technology used by peasant growers is usually integrated into their socio-cultural structure and dynamics (Nahmad *et al.*, 1988; Vejarano, 1990) and, stemming from their perception of the environment, they develop a culturally-specific technical system (Marion, 1991), in such a way that every technological innovation agrees with their way of life, worldview, and values (Valverde *et al.*, 1996).

Unfortunately there is a tendency, in research and technical assistance institutions, when introducing and transferring technologies, to underestimate or ignore local technology and producers' knowledge. In general it is assumed that technological change involves only technical

Lamentablemente existe la tendencia de organismos de asistencia técnica y de instituciones de investigación, a la transferencia e introducción de tecnologías subvalorando o desconociendo la tecnología local y los conocimientos de los productores. En general, se supone que los cambios tecnológicos sólo se circunscriben a lo técnico, sin considerar que éstos interactúan y repercuten en todo el sistema de relaciones sociales, culturales y productivas de los grupos (Nahmad *et al.*, 1988; Vejarano, 1990), dando como resultado el diseño de paquetes tecnológicos inapropiados e incongruentes con el modo de vida de los campesinos (Valverde *et al.*, 1996).

En el ámbito rural, en una innovación tecnológica no sólo las características técnicas son importantes, sino también el proceso por el cual una población se apropia de ella. De acuerdo con Aguilar (1994), y Vejarano (1990), se requieren elementos metodológicos que propicien el acercamiento entre el enfoque tecnológico y el enfoque local socioeconómico y cultural, así como de la búsqueda de nuevas orientaciones en el proceso de generación de tecnología y su transferencia.

La investigación participativa ha venido apoyando, con cierto progreso, el desarrollo agrícola local en el uso de mejores semillas, la conservación de suelos, utilización de bajos insumos externos y de técnicas de cultivo sostenible; sin embargo, se ha prestado muy poca atención a los aspectos mecánicos o al desarrollo de mejores herramientas (Berkel y Laate, 1997).

Según Rincón (1999), en México el desarrollo de fuentes alternas de energía ha evolucionado con base en criterios casi puramente académicos, dada la carencia de políticas públicas para su promoción, estudio, desarrollo y comercialización. Aunque se ha probado su utilidad no se ha podido concretar un plan global que considere los beneficios e implicaciones sociales, ecológicas y de ahorro de energía que traería consigo (Best, 1990; Morales, 1998).

Para propiciar la participación consciente, reflexiva y activa de los destinatarios y favorecer un proceso de generación y apropiación tecnológica exitoso es necesario el trabajo directo con los usuarios (Yopo, 1989; Alcocer, 1998), intentando que se involucren en todas las etapas de la investigación y que se incluyan en el proceso los conocimientos que poseen, sin subestimar el valor de su propia tecnología. Es deseable su coparticipación desde la creación de la innovación hasta la obtención de los beneficios (Radulovich y Karremans, 1993; Valarezo, 1995); procurando así desarrollar una tecnología que fortalezca sus capacidades productivas y proporcione un mayor grado de bienestar y autonomía sin deterioro del ambiente (Aguilar, 1994).

En consecuencia, el objetivo de esta investigación fue mostrar el proceso de generación conjunta de una tecnología alternativa, con un grupo de productores de café orgánico, para el secado de su producto. Se analizan las

aspectos, without considering that they interact with and affect the whole system of social, cultural, and productive relations of the groups (Nahmad *et al.*, 1988; Vejarano, 1990). Thus, technological packages inappropriate and incongruous with the peasants' way of life are often developed (Valverde *et al.*, 1996).

In a rural setting, not only technical characteristics are important in technological innovation, but also the process by which it is adopted by the population. According to Aguilar (1994), and Vejarano (1990), methodological elements which combine technological, socio-economic and cultural aspects are necessary, as well as a search for new orientations in the technology generation and transference processes.

Participatory research has supported, with certain progress, local agricultural development in soil conservation, use of improved seeds, reduction of external inputs, and sustainable growing techniques; nevertheless, little attention has been paid to mechanical aspects or to the development of better tools (Berkel and Laate, 1997).

In México, alternative energy research and development has evolved according to almost purely academic criteria, given the lack of public policies promoting its study, development, implementation, and marketing (Rincón, 1999). Although its utility has been demonstrated, no global plan contemplating the energy savings as well as all the social and ecological benefits and implications of alternative energy use has been concretized and carried out (Best, 1990; Morales, 1998).

To promote a conscious and active participation by the beneficiaries and favour a successful process of technology generation and appropriation, it is necessary to work directly with the users (Yopo, 1989; Alcocer, 1998), attempting to involucre them in all the stages of research, without underestimating the value of their technologies. Their co-participation is desirable, from the creation of the innovation up to the achievement of productive benefits (Radulovich and Karremans, 1993; Valarezo, 1995). This approach should bring out the development of a technology which will strength the users' productive capacities and promote a greater level of well-being and autonomy without environmental deterioration (Aguilar, 1994).

Consequently, the goal of this research was to demonstrate the development process of an alternative technology for a coffee solar dryer jointly with a group of organic coffee producers. It was necessary to identify the characteristics and difficulties of the usual drying process, singling out the stages in the design and construction of the dryer using accessible and affordable materials.

Coffee drying

The main factor which influences the quality of stored coffee is humidity. Moist coffee beans encourage the

características del proceso actual de secado y su problemática, identificando las etapas en el diseño y construcción del secador solar usando materiales económicos y accesibles.

Secado del café

El principal factor que influye en la calidad del café almacenado es la humedad. Los granos húmedos constituyen un medio ideal para el desarrollo de microorganismos e insectos que dañan al producto, además de deteriorar su aspecto, el cual es fundamental para algunos mercados, especialmente el europeo (D'Antonino, 1993; De Dios, 1996; Oti-Boateng y Axtell, 1998), por lo que el secado es una etapa importante en el proceso de producción del café.

El secado en patio es el más típico y generalizado de los sistemas de secado de café (Figura 1), el cual consiste en exponer los granos húmedos durante varios días a los rayos directos del sol sobre una superficie de cemento o madera (INMECAFE, 1990), removiéndolos periódicamente hasta que la humedad se reduzca (Santoyo *et al.*, 1994). Se necesita extraer aproximadamente de 43 a 48% de agua en relación con su peso total; una humedad mayor a 12% favorece la generación de hongos y otros microorganismos (INMECAFE, 1990). Este sistema implica tener que proteger los granos de lluvias repentinas, del polvo, basura y animales, así como guardarlos durante las noches.

Existen otras tecnologías basadas en el uso de combustibles fósiles: secadoras con quemadores de diesel o de gas natural, o con gases de combustión de la cascarilla de café (Santoyo *et al.*, 1994; Oti-Boateng y Axtell, 1998). Éstas presentan inconvenientes de tipo económico y ecológico debido a los insumos que requieren, por lo que no representan una alternativa propicia para pequeños y medianos productores³.

De acuerdo con Cléves (1995), los daños asociados a un proceso de secado deficiente, que son reconocidos por los productores, afectan la calidad tanto en apariencia como en sabor. Un secado insuficiente produce granos de color gris oscuro, propicios para el desarrollo de microorganismos; cuando hay sobresecamiento se presentan granos vitrificados de color gris azulado opaco que no permiten un tostado uniforme; el rehumedecimiento después del secado ocasiona granos descoloridos veteados y coloración blanca; y el almacenamiento con contenido alto de humedad origina daños de origen fungoso, granos blanqueados y con sabor a moho.

development of microorganisms and insects which damage the product and deteriorate its appearance, which is fundamental for some markets, especially in Europe (D'Antonino, 1993; De Dios, 1996, Oti-Boateng and Axtell, 1998). Therefore, drying is an important part in the coffee production process.

Patio drying is the most typical and generalized of coffee-drying systems (Figure 1). This method consists in setting the moist beans in direct sunlight on a cement or wooden surface for several days (INMECAFE, 1990), turning them out periodically until its humidity is reduced (Santoyo *et al.*, 1994). It is necessary to extract approximately 43 to 48% water in relation to the total weight. Humidity greater than 12% favors the formation of fungus and other microorganisms (INMECAFE, 1990). This system implies to protect the beans from sudden rains, dust, garbage, and animals, and also to guard them at night.

There are other technologies based on the use of fossil fuels: dryers with diesel or natural gas burners, or with burning of the coffee husks (Santoyo *et al.*, 1994, Oti-Boateng and Axtell, 1998). These present economic and

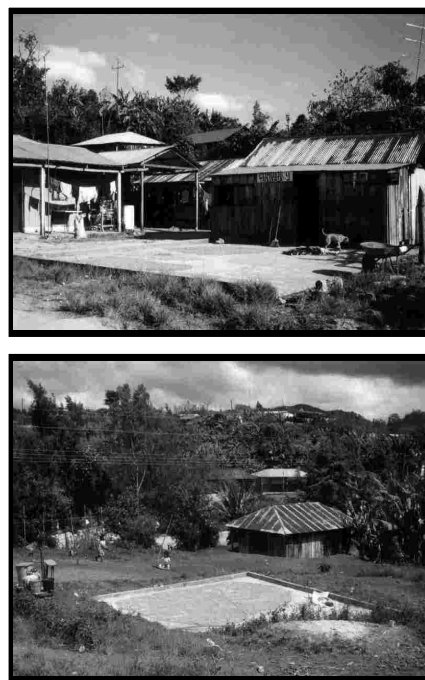


Figura 1. Patio de secado típico (Tzisco, Chiapas).
Figure 1. Typical backyard used for drying (Tzisco, Chiapas).

³ Según las Normas para la Producción y Procesamiento de Productos Ecológicos de CERTIMEX (2001), una producción agrícola adecuada debe emplear, en la medida de lo posible, recursos renovables, evitando al máximo la dependencia externa, minimizar la degradación ambiental y no causar contaminación. According to Norms for Production and Processing of Ecological Products (CERTIMEX, 2001), an adequate agricultural production should minimize environmental degradation, not cause pollution and employ, to the extent possible, renewable resources, avoiding as much as possible external dependency.

En general, el procedimiento de secado en patio es simple y barato, pero si el aire tiene una temperatura baja y una humedad relativa alta, la cantidad de grano que se podrá secar será baja (Almanza y Muñoz, 1994).

Una forma de lograr que los materiales tengan un mayor grado de sequedad es calentar el aire y ponerlo en contacto con el material; la cantidad de agua que el aire puede absorber depende, en gran medida, de su temperatura. Entre más seco y caliente esté el aire, mayor será la velocidad de secado (Almanza y Muñoz, 1994) eliminándose por medio del mismo aire el vapor de agua formado (Oti-Boateng y Axtell, 1998).

La energía solar ha sido aprovechada en secadores para diversos productos agrícolas –maíz (*Zea mays*), aguacate (*Persea americana*), jitomate (*Lycopersicon esculentum*), ciruela (*Prunus domestica*), manzana (*Malus sp.*) y mango (*Mangifera indica*), entre otros– (Almanza y Muñoz, 1994); éstos requieren temperaturas menores a 80 °C para una deshidratación que va desde 80 hasta 8% de humedad. Este indicador muestra que el secado del café puede lograrse mediante un proceso solar, ya que no debe exponerse a más de 60 °C y se requiere un contenido de humedad final de 12% (De Dios, 1996).

Si bien los secadores solares pueden parecer una tecnología muy simple, Oti-Boateng y Axtell (1998) señalan que no sólo deben tomarse en cuenta las consideraciones relativas al proceso productivo, naturaleza del cultivo, periodo de cosecha, latitud y clima local, sino también el contexto cultural y la condición socioeconómica de los usuarios.

MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño del secador solar se realizó conjuntamente por un comité integrado por tres productores de la Sociedad de Solidaridad Social (S.S.S.) Los Lagos de Colores⁴ designados ex profeso por la organización, y uno de los investigadores en este trabajo. A este comité se le asignó la responsabilidad de informar a los socios los resultados obtenidos. El trabajo se realizó en la Colonia de Tziscaco, a 60 km de la ciudad de Comitán, Chiapas, en la región conocida como Lagos de Montebello. Tziscaco cuenta con 240 núcleos familiares, 20 de los cuales integran la organización. Se ubica a una altitud promedio de 1500 m, con clima templado (18 a 22 °C) y con lluvias de 1000 a 1200 mm/año (Lara, 2000)⁵.

Se utilizó el método de observación participante (Maestre, 1990; Taylor y Bogdan, 1994; Gutiérrez y Delgado, 1995) para conocer el proceso de secado, estableciendo relaciones de amistad con los productores y sus familias, trabajando y participando con ellos en el proceso de cosecha y poscosecha del grano para acercarnos a su

ecological inconveniences due to the required inputs and therefore are not a viable alternative for small and medium sized producers³.

According to Cleves (1995), damages associated to a deficient drying process, which are recognized by the producers, affect quality in appearance and in flavor. An insufficient drying produces dark gray beans, propitious for the development of microorganisms; over-drying produces cracked opaque blue-greyish beans which do not permit uniform toasting; re-moistening after drying produces discolored whitish beans; and storage with high humidity results in damage due to fungus, as well as bleached beans and a moldy flavor.

In general, patio drying is simple and inexpensive, but if the air has a low temperature and relatively high humidity, the quantity of grains that can be dried is low (Almanza and Muñoz, 1994).

One way of improving the level of dryness is to heat air and put it in contact with the beans. The quantity of water which the air can absorb depends, to a large extent, on the temperature. The dryer and hotter the air, the greater the drying speed (Almanza and Muñoz, 1994), and the water vapor is eliminated by the same hot air. (Oti-Boateng and Axtell, 1998).

Dryers used for a variety of agricultural products – corn (*Zea mays*), avocado (*Persea americana*), tomato (*Lycopersicon esculentum*), plums (*Prunus domestica*), apples (*Malus sp.*), and mangoes (*Mangifera indica*), among others– have used solar energy (Almanza and Muñoz, 1994) These require temperatures below 80 degrees Celsius for a dehydration ranging from 80 to 8% of humidity. This indicator shows that coffee may be dried with a solar device, since coffee should not be exposed to more than 60 Celsius degrees and requires a final humidity content of 12% (De Dios, 1996).

If solar dryers might appear to a very simple technology, Oti-Boateng and Axtell (1998) indicate that not only the productive process, the nature of the crop, the harvest time, latitude, and local climate should be taken into account, but also the cultural context and socioeconomic condition of the users.

MATERIALS AND METHODS

The solar dryer was designed jointly by a committee of three producers from the Social Solidarity Society (S.S.S.) “Lagos de Colores” designated by the organization, and one of the researchers of this work. This committee had the responsibility of reporting to the members the results obtained. The research was done in the Neighborhood of Tziscaco, 60 km appart from the city of Comitán, Chiapas, México, in the region

⁴ Los Lagos de Colores es una organización de pequeños productores de café orgánico del Ejido Tziscaco, Municipio de la Trinitaria, Chiapas ♦ Lagos de Colores is an organization of small organic coffee producers of the Ejido Tziscaco, Municipality of La Trinitaria, Chiapas.

⁵ Lara, C. 2000. Uso del territorio en Tziscaco, Chiapas: Dinámica y percepción social. Tesis de maestría. El Colegio de la Frontera Sur. Chiapas, México. 30 p.

realidad social y cultural. Parte fundamental del trabajo fue la integración del investigador en la comunidad, asumiendo las condiciones de vida cotidiana y participando en espacios comunitarios, observando elementos que se producen en su entorno (Maestre, 1990; Taylor y Bogdan, 1994).

Para conocer la percepción de los productores referente al secado en patios y la problemática asociada, se tomó una muestra de 20% de los miembros de la organización a quienes se realizaron entrevistas dirigidas; igual número de entrevistas se realizaron a sus familiares (esposa e hijas) y a productores de la comunidad que no pertenecen a la organización.

Después de una revisión bibliográfica de experiencias de secado solar de otros productos agropecuarios, se identificaron similitudes con respecto a los requerimientos de secado del café. Esta información, compartida, reflexionada y analizada junto con los miembros del comité, permitió la discusión informada del diseño de secador más adecuado y más conveniente económica y operacionalmente, así como la construcción de un prototipo.

RESULTADOS

Caracterización del sistema de secado en patio

Con base en las reflexiones del comité y de la observación en campo se identifican las siguientes características del secado en patio:

- ❖ El secado de café es una actividad que cada productor realiza con sus familias de manera individual y con sus propios medios; el trabajo se realiza principalmente por mujeres, niños y niñas; el uso del patio depende del espacio disponible de terreno y de la cantidad de producto⁶.
- ❖ Una vez despulpado y lavado el café es esparcido en el patio en una capa delgada de alrededor de 5 cm, cuando está muy húmedo. Conforme se pierde humedad se aumenta el grosor de la capa.
- ❖ El café se coloca en el patio, por lo general después de las 10:00 h. Se debe limpiar el patio y esperar a que éste se caliente un poco pues se humedece por la noche; el café se recoge alrededor de las 18:00 h, o antes en caso de lluvia. Colocar café en un patio húmedo y sucio contamina el grano, que puede adquirir un color oscuro, y olores o sabores que afectan la calidad.
- ❖ Para homogeneizar el secado, el café es removido cada 15 o 30 minutos con un rastrillo de madera, dependiendo del grado de humedad. La cantidad de café que se seca en cada ocasión varía, por lo general en Tziscaco, de 1 a 3 costales de 60 kg.

known as Lagos de Montebello. Tziscaco is inhabited by 240 families, 20 of which are members of the organization. It is located at an average altitude of 1500m, with a temperate climate (18 to 22 °C) and with rains of 1000 to 1200 mm/year (Lara, 2000)⁵.

A participative observation method (Maestre, 1990; Taylor and Bogdan, 1994; Gutierrez and Delgado, 1995) was used to learn about the drying process, establishing friendship with the producers and their families, working and participating with them in the harvest and post-harvest process in order to understand their cultural and social reality. A fundamental component of this work was the integration of the researcher to the community, sharing daily living conditions, participating in community spaces and observing elements of the environs (Maestre, 1990; Taylor and Bogdan, 1994).

To understand the perception of the producers in reference to patio drying and its associated problems, a sample of 20% of the members of the organization was taken. An equal number of interviews were carried out with family members (wives and children), and with producers who do not belong to the organization.

After a review of the bibliography related to experiences with solar drying of other agricultural products, similarities with respect to requirements of coffee drying were identified. This information, jointly analyzed with the committee members, allowed an informed discussion about the design of a dryer which would be most adequate and economically and operationally convenient, as well as the construction of a prototype.

RESULTS

Characterization of the patio drying system

Based on reflections of the committee, and through field observation, the following characteristics of patio drying may be identified:

- ❖ Coffee drying is an activity that each producer carries out individually with family members using his own resources. The work is done mainly by women and children. Patio use depends on available space and quantity of the product⁶.
- ❖ Once the pulp has been extracted and washed, it is spread on the patio in layer of about 5cm when the beans are very humid. As beans loses humidity, the thickness of the layer is increased.
- ❖ The coffee is placed on the patio usually after 10:00 a.m. (after the patio has been swept) and sun warmed, since it is humid in the morning. The coffee is gathered around 6:00 p.m., or earlier in case of rain. Locating coffee on a humid or dirty patio contaminates the grain and may cause it to acquire a dark color, or odors or flavors that affect its quality.

⁶ Pueden encontrarse patios de diversos tamaños, desde aproximadamente 4m² hasta 25m². El costo de construcción es de alrededor de \$250 por m² (aprox. \$27 dls/m²) ❖ Patios of various sizes may be found, from approximately 4m² to 25m². The cost of construction is about 250 pesos/m² (about \$27 US dollars/m²).

- ❖ Para que el café pierda la cantidad de humedad necesaria y quede en el punto óptimo de secado⁷, pueden transcurrir entre 8 y 15 días dependiendo de las condiciones climáticas. Cuando éstas son desfavorables⁸ el café sólo se saca al patio para ventilarlo.
- ❖ El café se guarda en costales; si no se secó completamente puede dañarse debido a descomposición por hongos, y si llueve podría humedecerse teniendo una pérdida nula de humedad neta.
- ❖ Se observaron únicamente a dos familias, no miembros de la organización, secando el café sobre tarimas de madera, elevadas a una altura de un metro, sobre plásticos o costales. A decir de los pobladores, ésta es “la antigua manera” de secar.
- ❖ En días nublados, algunos productores colocan el café húmedo en el entretecho de su casa, aprovechando el calor de la lámina del techo. El secado puede tardar 15 días o más, pero el riesgo de daño por descomposición disminuye.
- ❖ En el ciclo 2000-2001, 25% de los miembros de la organización secaron su café en la ciudad de Comitán, en donde, con condiciones climáticas más favorables, el secado toma únicamente cuatro a cinco días; sin embargo tuvieron que costear el transporte y permanecer en Comitán cuidando el café, o contratar una persona para tal fin; además de contratar jornaleros que trabajaran en sus huertas. A decir de uno de ellos “... no es posible llevarlo todos juntos para disminuir los costos porque los tiempos de corte de cada huerta son distintos, por eso cada productor tiene que ver por sí mismo para secar su café”.
- ❖ To homogenize the drying, the coffee is turned with a wooden rake every 15 or 30 minutes, depending on the grade of humidity. In general in Tziscaco, the quantity of coffee which may be dried on each occasion varies from one to three 60 kg sacks.
- ❖ To lose the necessary amount of humidity and obtain at the optimum point of dryness⁷, coffee may require from one to two weeks, depending on climatic conditions. When these are adverse⁸ the coffee is set out on the patio only to air it out.
- ❖ The coffee is stored in sacks, and if it has not dried completely it may become damaged due to decomposition by fungus. In case of rain, it may become humid again having, therefore, a null net humidity loss.
- ❖ Only two families, not members of the organization, were detected drying coffee on wooden platforms, 1 m high, on plastic or burlap sacks. This system is called by people “the old method” of coffee drying.
- ❖ On cloudy days, some producers place the humid coffee on the sheet metal roof of their houses, taking advantage of the heat of the metal. Drying may take two weeks or more, but the risk of damage due to decay diminishes.
- ❖ During the 2000-2001 season, 25% of the members of the organization dried their coffee in the city of Comitán where, under more favorable climatic conditions, only four to five days are required for drying. However, they had to pay transport costs and remain in Comitán watching the coffee, or contract someone to do it, besides hiring laborers to work in their fields. In words of one of these producers, “... it is not possible to bring all our coffee together in order to lower costs because coffee picking times are different in each field, and hence each producer must attend to his own coffee drying.”

A principios de 1999 la organización adquirió, a través del programa Alianza para el Campo, una secadora de gas con capacidad de 10 quintales (560 kg), a un costo de \$34 500 (\$3700 dls). Después de más de dos años aún no ha sido totalmente instalada y, por tanto, no ha sido utilizada. A decir de uno de los socios, tuvieron desde el inicio problemas de tipo técnico, de capacitación y organizativos que no han logrado resolver.

Diseño y construcción del secador solar

El diseño del secador se concretó en conversaciones, fruto de la convivencia diaria con los productores de la organización, principalmente con los miembros

At the beginning of 1999, the organization acquired, through the government program Alianza para el Campo, a gas dryer with a capacity of 10 quintals (560 kg), at a cost of 34 500 pesos (\$3700 U.S. dollars). After more than two years, it has not been completely installed, and therefore has not been utilized. As one of the associates says, they had insufficient training and, from the start, experienced technical and organizational problems which they have not been able to solve.

⁷ El punto óptimo de secado lo determinan los productores en forma empírica relacionándolo con la facilidad con que se desprende la cutícula y con el cambio de color y dureza del grano. Santoyo *et al.* (1994) mencionan que el color debe ser verde olivo; si se pasa el punto señalado, se vuelve azul y duro ❖ The optimal drying point is determined by producers in an empirical manner related to the ease with which the husk may be removed and also with color change and bean hardness. Santoyo *et al.* (1994) mention that the color should be olive green; if it exceeds the desired point, the beans turn blue and hard.

⁸ Durante el tiempo en que se realizó el trabajo se presentaron nublados continuos de hasta 10 días con lluvias repentinas durante la tarde o noche. Ésta es una condición común durante la época de cosecha en las regiones cafetaleras de altura ❖ During the time in which this work was realized, the producers experienced periods of cloudiness of up to 10 days, with occasional rains in the afternoon or night. This is a common condition during harvest time in highland coffee-growing regions.

del comité, y en la discusión y reflexión sobre las características que debía tener. Se retomó la experiencia y el conocimiento que cada cual tuviese; sin un diseño técnico previo, los productores decidieron que lo mejor era “comenzar haciendo pruebas” e ir decidiendo mientras se avanzaba en el trabajo. Estas decisiones fueron siempre tomadas por consenso.

A partir de dibujos o fotografías de 10 configuraciones diferentes de secadores⁹: siete de tipo directo o mixto y convección natural, dos de los cuales eran de tipo invernadero; y tres de tipo indirecto con circulación forzada, se discutieron las características de tales secadores solares que han sido utilizados con diversos productos agrícolas. Además, se utilizó una estufa solar, con la que se demostró la posibilidad de concentrar más calor en un espacio cerrado que el proporcionado únicamente por los rayos directos del sol al aire libre.

A través de una discusión colectiva se decidió construir un pequeño secador a modo de prueba de un tamaño 3x2.5 m; tamaño equivalente al del patio típico de una casa. Los materiales a utilizar se decidieron en el momento mismo de la construcción. Se determinaron las características mínimas que el secador debía tener:

1. El café no debía estar más sobre el piso de cemento, se decidió colocarlo en alto sobre una tarima, retomando “el modo antiguo”. Se puso malla de metal en un marco de madera a una altura de 70 cm, así el café podría escurrir y el aire circularía evitando que se humedeciera¹⁰.
2. Por la experiencia de los productores en la construcción y manejo de invernaderos, se utilizó una construcción similar, logrando así una mayor concentración de calor. Se colocó un techo de plástico de invernadero a una altura de 1.80 m y paredes laterales del mismo material con ventanas y una puerta, para controlar la circulación del aire y poder cerrarlo durante las noches y en caso de lluvia.
3. Se orientó el secador hacia el sur, según el conocimiento de los productores, y de acuerdo con la trayectoria del sol en la época en la que se seca café (de noviembre a febrero). Se dio al techo una inclinación de 27°, determinada de manera empírica, adecuada para recibir de manera perpendicular los rayos solares cuando el sol estuviera a su máxima altura¹¹.

Design and construction of the solar dryer

The design of the dryer was developed through conversations, reflecting on its desirable characteristics; and as a byproduct of the daily interactions with the producers in the organization, mainly with the committee members. Their experiences and knowledge were brought together and, without using a previous technical design, the producers decided that the best option was to proceed by trial and error, taking decisions while advancing in the work. These decisions were always made by consensus.

Using drawings or photographs of ten different solar dryers⁹: seven of a direct or mixed type using natural convection, two of which were of a greenhouse type, and three of an indirect type with forced circulation, their characteristics were discussed. Furthermore, an experience with a solar stove showed the possibility of concentrating more heat in a closed space than that provided only by direct sunlight in open spaces.

Through a collective discussion, it was decided to build a small test dryer of size, 3 by 2.5 m equivalent to that of a typical home patio. The materials to be used were selected at the moment of construction, as well as the characteristics the dryer should have, namely:

1. The coffee should not be laid out on a cement floor. It was decided to place it on an elevated shelf, using “the old method”. Metal mesh trays were constructed in wooden frames at a height of 70 cm, allowing the coffee to drain and air to circulate in order to reduce humidity¹⁰.
2. Given the experience of the producers in greenhouse construction and management, a similar construction was used, which allowed a greater heat concentration. A sheet-plastic greenhouse-style roof at a height of 1.8m and lateral walls of the same material was used, with windows and a door, in order to control air circulation and to be able to close the construction at nights and in case of rain.
3. The dryer was south oriented, according to the producers’ knowledge, and to the trajectory of the sun in the drying season (November to February). The roof had an inclination of 27 degrees, determined in

⁹ Un secador solar puede ser de tipo directo, indirecto o mixto dependiendo si la cámara de secado recibe directamente la radiación solar, o de si cuenta con un colector independiente, o ambos; de convección natural o forzada dependiendo de la manera en que circula el aire en el interior, ya sea por diferencias de temperaturas o con un ventilador; o ser de tipo invernadero dependiendo del material de construcción de la cámara de secado ♦ A solar dryer may be of a direct, indirect, or mixed type depending on whether the drying space directly receives solar radiation, or has an independent collector, or both; of natural or forced convection, depending on the manner in which air circulates inside, albeit by means of temperature differentials or using a fan; or may be in the form of a greenhouse, depending on the construction material of the drying space.

¹⁰ La malla tiene la resistencia necesaria para soportar el peso del café, y el reticulado es tal que el grano no la traspasa (4 cuadros por pulgada) ♦ The mesh has the resistance required to support the weight of coffee, the mesh size is such that the beans may not pass (4 squares/inch).

¹¹ Debido a que los rayos solares inciden sobre la superficie terrestre con diferentes ángulos de inclinación, variables tanto por la ubicación de un sitio como por la época del año, se recomienda, para instalaciones situadas en el hemisferio norte, la orientación hacia el sur para captar mayor insolación y aprovechar más eficientemente la energía del sol ♦ Since solar rays meet the earth’s surface at varying angles of inclination, due to differences in location of a site or time of year, for installations in the Northern Hemisphere, a southern orientation is recommended in order to capture more light and more efficiently take advantage of the sun’s energy.

Las Figuras 2 y 3 muestran el prototipo construido y un esquema del mismo.

Comparación entre el secador solar y el secado en patio

Una vez construido el secador solar se procedió a probarlo y compararlo con el secado en patio. Mediante un proceso de discusión colectiva y en conversaciones con familiares de los productores se determinaron los criterios con los que se decidió comparar ambos sistemas (Cuadro 1), los que se tomarían en cuenta para optar por una tecnología u otra.

Diversidad de usos

Un aspecto relevante es que el secador ha sido utilizado por la familia del productor para diversos fines: han colocado en su interior algunas frutas (plátanos) para acelerar el proceso de maduración—disminuyendo el tiempo en 50% en relación con la manera típica de hacerlo, que es dejarlo en el entretecho de la cocina—, se ha utilizado también para secar ropa, y se han colocado en el piso tablas de madera a modo de resguardo y para su secado. Estos usos se dieron de manera espontánea asegurando que el secador era propicio para ello y obteniendo resultados satisfactorios.

DISCUSIÓN

En la producción de café existen actividades que se realizan de manera colectiva y otras de forma individual,



Figura 2. Vistas del secador solar.
Figure 2. Views of the solar dryer.

an empirical manner, in order to receive solar rays in a perpendicular manner when the sun is at its maximum height¹.

Figures 2 and 3 show the prototype constructed and its blueprint.

Comparison between the solar dryer and patio drying

Once the solar dryer was built, it was tested and compared with patio drying. Through a collective discussion process and in conversations with the producers' family members, criteria to compare them were chosen (Table 1), criteria which would be considered when deciding for one or another technology.

Diversity of uses

One relevant aspect is that the dryer has been utilized by the producer's family for a variety of purposes. They have been used to accelerate the maturing process of some fruits, such as bananas—diminishing the time by 50% in relation to the typical manner, which is to place the fruit on the kitchen roof; also to dry clothes, and to store and dry boards on the floor. These uses were generated spontaneously, obtaining satisfactory results.

DISCUSSION

In coffee production, some activities are realized in a collective manner and others individually, as is the case of drying. This is relevant because for this reason a communitary solar dryer of great capacity probably would not be a useful alternative.

The construction of the dryer was a slow process. Respecting "the producers' way of doing things", only

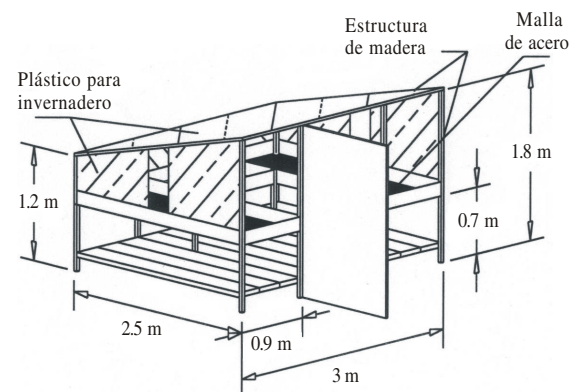


Figura 3. Esquema del prototipo de secador solar.
Figure 3. Blueprint of the prototype solar dryer.

Cuadro 1. Comparación del patio de secado y el secador solar.
Table 1. Comparison between solar and patio drying.

criterio comparado	Patio de secado	Secador solar	Beneficios del secador solar
1. Protección contra contaminantes	Café expuesto a polvo, basura, animales, a ser pisoteado, etc.	El café no está sobre el piso y está protegido por el mismo secador.	Se eliminan factores que podrían afectar la calidad.
2. Aprovechamiento del calor del sol.	El café se coloca hasta que el sol calienta el patio y se guarda al atardecer o antes en caso de lluvia.	El calor se aprovecha durante todo el día.	Mayor tiempo efectivo de calor, se aprovecha aun si se presentan nubes.
3. Sacar y guardar el café.	Hay que sacar el café, tenderlo en el patio y guardarlo cada día, y en caso de lluvia.	El café se queda en el secador durante la noche e incluso si se presentaran lluvias.	Se manipula menos el café, lo que implica menos tiempo y menos fuerza de trabajo.
4. Preparación para el secado.	Se debe barrer cada día y si hay lodo se debe limpiar con agua y esperar que se seque.	Siempre está listo para utilizarse para secar café u otro producto.	No se requieren actividades previas, no es necesario limpiarlo constantemente.
5. Tiempo de secado	En días entrecubiertos es imposible secar café, ya que la amenaza de lluvia es constante.	Aun habiendo nubes se concentra calor y se puede utilizar en días poco favorables.	El tiempo de secado se disminuye, pues se aprovecha cualquier momento de sol.
6. Calidad del grano	La calidad se encuentra en riesgo permanente, por contaminantes o secado deficiente.	Se evita el contacto con polvo, basura, lluvia, el sobrecalentamiento y el re-humedecimiento.	La calidad se asegura al evitar condiciones de riesgo.
7. Costos y materiales de construcción	\$ 1500.00	\$ 900.00	Es más barato y se utilizan materiales de fácil adquisición ¹² .

tal es el caso del secado. Esto es relevante, ya que siendo una actividad propia de cada productor y su familia, un secador solar comunitario de gran capacidad probablemente no sería una alternativa.

La construcción del secador fue un proceso lento ya que, respetando “su modo de hacer las cosas”, se le dedicó al secador únicamente el tiempo que los productores decidían conveniente, en fines de semana y fuera de sus jornadas de trabajo ordinario.

El secado en patio presenta bondades pero también algunos inconvenientes. Las principales bondades son: su operación es sencilla y no necesita personal especializado; la fuente de energía es gratuita y no causa contaminación; no hay peligro de sobrecalentamiento del grano, y está considerado como el estándar para el secado de café.

the time they decided convenient was used, mainly on weekends and outside of normal working times.

It was verified that patio drying presents significant benefits, but also some inconveniences. The main benefits are: its operation is simple and does not need specialized personnel; the energy source is free and does not cause pollution; there is no danger of over drying the beans; and it is considered to be the standard for coffee drying.

The inconveniences are: it is a slow process and requires a great deal of labor; it depends on meteorological phenomena; the beans require continuous moving in order to achieve an homogenous drying; there are risks which diminish bean quality; humidity loss may not be constant; and the patio should be in perfect condition and clean, in order to avoid contact of the coffee with dirt.

¹² Un aspecto que no fue mencionado por los productores, pero es necesario considerar, es que mientras que el patio de cemento tiene una vida útil de 10 a 12 años y el plástico utilizado, que tiene un costo de \$8.00 por m², se garantiza sólo por cuatro años; por su parte, la estructura de madera y la malla de acero pueden servir hasta por 10 años. Es importante mencionar que en las Normas para la Producción y Procesamiento de Productos Ecológicos de CERTIMEX (2001), el secado del café sobre plástico no está permitido; en el caso del secador construido, el producto no está en contacto directo con el plástico, el secado se realiza sobre la malla de acero, lo cual no está prohibido en dichas normas. El uso de plásticos para protección se permite si están elaborados a partir de polietileno o polipropileno. An aspect that was not mentioned by the producers, but is worth considering, is that whereas the cement patio has a life utility of 10 to 12 years and the used plastic, that has a cost of \$8,00 by m², it is guaranteed only by four years; on the other hand, the wood structure and the steel mesh can serve until by 10 years. It is important to mention that in the Norms for the Production and Processing of Ecological Products of CERTIMEX (2001), coffee drying on plastic is not allowed; in the case of the constructed dryer, the product is not in direct contact with the plastic, the drying is made on the steel mesh, which is not prohibited in the said norms. The plastic use for protection is allowed if elaborated with polyethylene or polypropylene.

Los inconvenientes son: es muy tardado y necesita gran cantidad de mano de obra; se depende de los fenómenos meteorológicos; se requiere dar un movimiento continuo al producto para lograr un secado homogéneo; existen riesgos que demeritan la calidad del grano; la pérdida de humedad puede no ser constante; los patios deben estar en perfectas condiciones y limpios para evitar el contacto del café con la tierra.

La valoración y utilización de la experiencia de los productores, así como el proceso de discusión colectiva empleado, permitió aprovechar, en el diseño del secador solar, las bondades del secado en patio pero principalmente ayudó a contrarrestar sus inconvenientes. El prototipo construido logró eliminarlas satisfactoriamente.

El secador construido incluyó elementos de “la manera antigua” de secar café, así como innovaciones, tales como el uso de la malla de acero y la adaptación del sistema de invernadero con circulación de aire. Esto muestra la creatividad de los cafecultores y de su capacidad de generar tecnología propia. Además, da cuenta de la valoración de la propia experiencia y del conocimiento heredado, lo cual nos habla de una tecnología culturalmente adecuada.

Esta tecnología podría estar al alcance de pequeños productores, pues existen secadores solares para café pero de costos muy elevados¹³.

El proceso seguido es coherente con la propuesta del Desarrollo Participativo de Tecnología PTD (*Participatory Technology Development*)¹⁴, que plantea la hipótesis de que las innovaciones se adoptan con mayor facilidad si se controla el proceso mismo de generación de la innovación.

El uso del secador para otros fines, incluso antes de haberlo probado en el secado de café, da cuenta de la valoración positiva de su propio esfuerzo de construcción. Lo anterior puede interpretarse como el inicio de la adopción de una tecnología nueva. Como asientan Radulovich y Karremans (1993), la adopción de una tecnología comienza desde el momento en que el productor la implementa y la incorpora a su bagaje tecnológico, y continúa cuando le hace adaptaciones y la aplica en otras instancias además de las iniciales.

En contra de lo que pudiera esperarse, los parámetros más importantes de comparación no son el tiempo de secado o los costos de construcción, sino que hay otros elementos que están relacionados con la operación, las condiciones del secado y la calidad del producto, que

The valuation and incorporation of the producers' experience, as well as the collective discussion process employed, allowed to take advantage of the benefits of patio drying in the solar dryer design, and, more importantly, helped to counteract the inconveniences. The prototype constructed eliminated these problems satisfactorily.

The dryer constructed included elements of “the old way” of coffee drying, as well as innovations, such as the use of metal mesh and the adaptation of a greenhouse air circulation system. This demonstrates the coffee growers' creativity and their capacity to generate their own technology. Furthermore, the process took into account their experience and inherited knowledge, which indicates a culturally adequate technology.

Other models of solar dryers exist, but are very costly¹³. The present technology is adequate for small producers.

The process followed is in accord with the methodology of Participatory Technology Development, PTD¹⁴, which sets forth the hypothesis that innovations are adopted with greater facility if the process of development, as well as innovation, is controlled by the producers.

The use of the dryer for other purposes, even before drying coffee, shows the positive valuation of producers' efforts in its construction. This could be interpreted as the beginning of the adoption of a new technology. As Radulovich and Karremans (1993) state, the adoption of a technology begins from the moment in which the producer implements and incorporates it in his technological repertoire, and continues as it is adapted and applied it in instances different to those for which was intended.

Different to which could be expected, the most important parameters for comparison are not drying time and construction costs. There are also other elements related to the operation, the drying conditions, and the quality of the product, which resulted more important. These include diversification of uses in function of daily living needs or the possibility of having more time available to be able to carry out other activities.

CONCLUSIONS

The manner of realizing a technological innovation, shown by the producers of Tziscaco, differs from the

¹³ Tal es el caso del secador solar para café desarrollado por Mesoamerican Development Institute utilizado en Costa Rica, que tiene un costo de 20 000 dólares y una capacidad de 500 kg. Les Hamasaki, 2001 (comunicación personal) Sun Utility Network, Inc., Los Angeles, CA, USA. www.sunutility.com ♦ Such is the case of the solar coffee dryer developed by the Mesoamerican Development Institute, located in Costa Rica, which has a cost of \$20 000 US dollars and a capacity of 500 kg. (Les Hamasaki, 2001 (personal communication). Sun Utility Network, Inc., Los Angeles, CA, USA.) www.sunutility.com

¹⁴ El PTD tiene sus inicios en 1995 en África y ha logrado reunir a fabricantes de herramientas agrícolas y agricultores para mejorar éstas con las aportaciones de ambos (Berkel y Laate, 1997) ♦ The PTD was initiated in 1995 in Africa and has brought together makers of agricultural tools and growers in order to using the input of both groups (Berkel and Laate, 1997).

resultan ser más importantes, tal como la diversificación de usos en función de necesidades de la vida cotidiana o la posibilidad de tener más tiempo disponible y poder realizar otras actividades.

CONCLUSIONES

La manera de realizar una innovación tecnológica, mostrada por los productores con que se trabajó en Tzisco, difiere del proceso lógico que la investigación formal predice: discutir sobre el tema, analizar alternativas similares ya probadas, buscar nuevas alternativas, planear y diseñar, fabricar, realizar pruebas y evaluar; ellos prefieren comenzar construyendo y haciendo pruebas y experimentos, y sobre la marcha discutir y acordar las cuestiones técnicas como materiales, orientación, ventilación, tamaño, forma y operación, las cuales implicaban ajustes en el diseño. De tal manera que existe una lógica en la investigación campesina y en su modo de realizar innovaciones en donde la conversación, el compartir experiencias y la experimentación son partes fundamentales.

Los parámetros elegidos por los productores para evaluar el secador dan muestra de que existen aspectos de tipo cualitativo que tienen que ser tomados en cuenta de manera importante al desarrollar tecnología con o para campesinos, ya que los productores consideran estos parámetros para la elección y eventual adopción de una innovación.

Las características resultantes de la tecnología generada fueron, como consecuencia del proceso seguido, acordes con la realidad cultural de los productores y de su total conocimiento y comprensión; los materiales utilizados no les son ajenos, son de fácil adquisición y congruentes con su situación económica y con su visión sobre el manejo de los recursos naturales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los socios de la S.S.S. Los Lagos de Colores la oportunidad de participar en este proyecto, de manera especial al Sr. Ángel Morales Mauricio por compartimos su conocimiento, su experiencia y su creatividad. De igual forma agradecemos al CONACYT y a la Fundación Ford el apoyo económico recibido.

LITERATURA CITADA

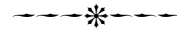
- Aguilar, J. 1994. Agricultura campesina y proceso de apropiación tecnológica. *In: Agricultura Campesina*. Martínez, S., A. Trujillo, y G. Bejarano (comps). Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Chapingo, México. pp: 195-213.
- Alcocer, M. 1998. Investigación acción participativa. *In: Técnicas de Investigación en Sociedad, Cultura y Comunicación*. Galindo, J. (coord.). Pearson, Addison Wesley Logman, México. pp: 433-463.
- Almanza R. y F. Muñoz. 1994. Ingeniería de la Energía Solar. El Colegio Nacional, México, D.F., México. 418 p.

logical process which formal research predetermines: discuss the theme, analyze similar alternatives already tested, seek new alternatives, plan and design, construct, carry out tests, and evaluate. These growers preferred to begin by constructing, testing and experimenting, and, in the process, discuss and accord the technical questions such as materials, orientation, ventilation, size, form and operation, making continuous adjustments in the design. In this manner, there exists a logic in the peasant farmer research, and in the method of realizing innovations; where conversation, sharing experiences, and experimentation are fundamental parts.

The parameters selected by the producers in evaluating the dryer show that there exist qualitative aspects which must be taken into account in developing technology with or for peasant growers, since the producers consider these parameters for the selection and eventual adoption of an innovation.

The resulting characteristics of the generated technology were compatible with the producers' cultural reality and their knowledge and comprehension; the used materials were not foreign to them, are easily acquired, and congruent with their economic situation and vision of natural resource management.

—End of the English version—



- Berkel, M. y W. Laate. 1997. En Ghana, usuarios y fabricantes desarrollan herramientas. LEISA, Boletín de ILEIA para la Agricultura Sostenible de Bajos Insumos Externos 13(2): 4-5.
- Best, G. 1990. Un desarrollo energético alternativo y la gestión del medio ambiente. *In: Medio Ambiente y Desarrollo en México II*. Leff, E. (coord.). Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades-UNAM. México. pp: 453-488
- CERTIMEX (Certificadora Mexicana de Productos y Procesos Ecológicos, S.C.). 2001. Normas para la Producción, el Procesamiento y la Comercialización de Productos Ecológicos. CERTIMEX. México. 51 p.
- Cléves, R. 1995. Tecnología en Beneficiado de Café. Tecnicafé Internacional, S.A. San José, Costa Rica. 201 p.
- D'Antonino, L. 1993. Los granos y su calidad. *In: Manual de Manejo Poscosecha de Granos a Nivel Rural*. Arias, C. (ed.). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Chile. Versión electrónica. www.fao.org
- De Dios, C. 1996. Secado de Granos y Secadoras. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO-INPhO, Chile. Versión electrónica. www.fao.org
- Gutiérrez, J. y J. M. Delgado. 1995. Teoría de la observación. *In: Métodos y Técnicas Cualitativas de Investigación en Ciencias Sociales*. Gutiérrez, J. y J. M. Delgado (coords.) Síntesis. Madrid, España. pp: 141-173.
- INMECAFE (Instituto Mexicano del Café). 1990. El Cultivo del Café en México. Ed. LAFUENTE, S. A., Xalapa, Veracruz. 248 p.
- Maestre, J. 1990. La Investigación en Antropología Social. Editorial Ariel, S.A., España. 236 p.
- Marion, M. 1991. Los Hombres de la Selva. Un Estudio de Tecnología Cultural en Medio Selvático. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, D.F., México. 285 p.

- Morales, A. 1998. Algunas propuestas para promover la investigación y el desarrollo de las fuentes renovables de energía en México. *In: Memorias de la XXII Semana Nacional de Energía Solar*. México. pp: 354-357.
- Nahmad, S., A. González, y M. Rees. 1988. Tecnologías indígenas y medio ambiente. Centro de Ecodesarrollo. México, D.F. 282 p.
- Oti-Boateng, P. y B. Axtell. 1998. Técnicas de Secado. Libro de Consulta Sobre Tecnologías Aplicadas al Ciclo Alimentario. Intermediate Technology Development Group. United Nations Development Fund for Women. Perú. 70 p.
- Radulovich, R. y J. Karremans. 1993. Validación de Tecnologías en Sistemas Agrícolas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Costa Rica. 103 p.
- Rincón, E. 1999. Estado del Arte de la Investigación en Energía Solar en México. Fundación ICA, A.C., México. 75 p.
- Santoyo, V., S. Díaz y P. Rodríguez. 1994. Sistema Agroindustrial Café en México: Diagnóstico, Problemática y Alternativas. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 157 p.
- Taylor, S. J. y R. Bogdan. 1994. Introducción a los Métodos Cualitativos de Investigación: La Búsqueda de Significados. Ediciones Piados, México. 343 p.
- Valarezo, G. 1995. Metodologías Participativas: El Estado de la Cuestión en América Latina. *Revista Bosques, Árboles y Comunidades Rurales* 25: 4-11.
- Valverde, J., R. Vieto, y A. Pacheco. 1996. Procesos endógenos y lógica de investigación campesina. *Revista Bosques, Árboles y Comunidades Rurales* 27: 9-19.
- Vejarano, G. 1990. El proyecto de generación, adaptación y transferencia de tecnología para pequeños y medianos caficultores. *In: XIII Simposio sobre Caficultura Latinoamericana*. IICA/PROMECAFE. San José, Costa Rica. pp: 95-130.
- Yopo, B. 1989. Metodología de la Investigación Participativa. Cuadernos del CREFAL 16. Centro Regional de Educación de Adultos y Alfabetización Funcional para América Latina, Pátzcuaro, Michoacán, México. 54 p.