

Modelos Productivos de Agricultura Protegida desde la Agricultura Familiar

Montalvo-Romero, Nayeli

naiemontalvor@gmail.com

*Tecnológico Nacional de México / ITS de
Misantla*

Fernández-Lambert, Gregorio

gfernandezl@itsm.edu.mx

*Tecnológico Nacional de México / ITS de
Misantla*

Montiel-Rosales, Aarón

ar.chimedes@hotmail.com

*Tecnológico Nacional de México / ITS de
Misantla*

*Tecnológico Nacional de México / ITS de
Teziutlán
(autor corresponsal)*

Aguilar-Lasserre, Alberto A.

albertoaal@hotmail.com

Tecnológico Nacional de México / IT de Orizaba

García-Santamaria, Luis Enrique

legarcias@itsm.edu.mx

*Tecnológico Nacional de México / ITS de
Misantla*

Fecha de recepción COINI 2022: 01/07/2022

Fecha de aprobación COINI 2022: 03/10/2022

Fecha de aprobación RIII: 01/02/2024

RESUMEN

La fragilidad de las cadenas agroalimentarias industriales ha quedado más que evidenciada. Fenómenos como los desastres naturales, guerras, pandemias, entre otros eventos atípicos; han puesto de manifiesto que la cadena logística larga alimentaria carece de la capacidad de adaptarse ante estos fenómenos para abastecer de alimentos de sanos y frescos, en tiempo y forma. La humanidad se encuentra ante un constante cambio en las formas y modos, de consumo. Existe una transición hacia la preferencia de consumo de productos agrícolas orgánicos, libres de agentes químicos contaminantes y que sean producidos en concordancia con el medio. En tal sentido, este documento analiza y discute el sistema de producción Agrícola Protegida desarrollada desde la Agricultura Familiar, como esquema que permite desde sus características la producción y disponibilidad de frutas y verduras durante todo el año, para autoconsumo y/o comercialización. La Agricultura Protegida mediante los modelos: microtúnel, macrotúnel, mallas sombra, mallas antiinsectos, mallas antipájaros, e invernaderos; se presentan, como una estrategia novedosa que permite controlar parte de los factores climatológicos, minimizando los impactos que los cambios medioambientales tienen sobre los cultivos, así como plagas y enfermedades. Por lo que, son una alternativa que permite atender el abastecimiento de alimentos ante fenómenos atípicos, y en el contexto transformacional actual de la sociedad y de los modos de consumo.

Palabras Claves: seguridad alimentaria; agricultura; alimentos; resiliencia.

Productive Models of Protected Agriculture from Family Farming

ABSTRACT

The fragility of industrial agri-food chains has been more than evident. Phenomena such as natural disasters, wars, and pandemics, among other atypical events; have shown that the long food logistics chain cannot adapt to these phenomena to supply healthy and fresh food, promptly. Humanity is facing a constant change in the forms and modes of consumption. There is a transition towards the preference for the consumption of organic agricultural products, free of polluting chemical agents that are produced by the environment. In this sense, this document analyzes and discusses the system of Protected Agricultural production developed from Family Farming, as a scheme that allows from its characteristics the production and availability of fruits and vegetables throughout the year, for self-consumption or marketing. Protected Agriculture through the models: micro-tunnel, macro-tunnel, shade meshes, anti-insect meshes, anti-bird meshes, and greenhouses; are presented as a novel strategy that allows controlling part of the climatological factors, minimizing the impacts that environmental changes have on crops, as well as pests and diseases. Therefore, they are an alternative that allows for meeting the food supply in the face of atypical phenomena, and the current transformational context of society and modes of consumption.

Keywords: food security; agriculture; food; resilience.

Modelos Produtivos de Agricultura Protegidos pela Agricultura Familiar

RESUMO

A fragilidade das cadeias agroalimentares industriais diminuiu ainda mais do que a evidenciada. Fenômenos como desastres naturais, guerras, pandemias, entre outros eventos atípicos; Ele pode manifestar que a cadeia logística larga alimentaria cuida da capacidade de adaptação antes desses fenômenos para abastecer de alimentos saudáveis e frescos, em tempo e forma. A humanidade se encontra antes de uma mudança constante nas formas e modos de consumo. Existe uma transição para a preferência de consumo de produtos agrícolas orgânicos, livres de agentes químicos contaminantes e que sejam produzidos em concordância com o meio. Nesse sentido, este documento analisa e discute o sistema de produção Agrícola Protegida desenvolvido desde a Agricultura Familiar, como esquema que permite desde suas características a produção e disponibilidade de frutas e verduras durante todo o ano, para autoconsumo e/ou comercialização. La Agricultura Protegida através dos modelos: microtúnel, macrotúnel, mallas sombra, mallas antiinsectos, mallas antipájaros, e invernaderos; é apresentada como uma estratégia inovadora que permite controlar parte dos fatores climatológicos, minimizando os impactos que as mudanças ambientais médias têm sobre os cultivos, assim como pragas e enfermidades. Por isso, é uma alternativa que permite atender ao abastecimento de alimentos antes de fenômenos atípicos, e no contexto transformacional atual da sociedade e dos modos de consumo.

Palavras chave: segurança alimentar; agricultura: alimentos; resiliência.

1. INTRODUCCIÓN

El sistema tradicional de producción agrícola —basado en prácticas rudimentarias tecnificadas altamente dependiente de las condiciones climáticas—, ante un contexto actual de crecimiento poblacional, desastres naturales, gases de efecto invernadero, guerras, cambios en las preferencias alimenticias, entre otros fenómenos; se encuentra ante la necesidad de abastecer una alta demanda de agro-alimentos; y es una realidad que a pesar de la tecnificación de este sector, en donde se ha incrementado la oferta de alimentos, esto no ha sido suficiente, el crecimiento demográfico ha sido mayor que el crecimiento en la oferta de alimentos cultivados. En tal sentido, la FAO (*Food and Agriculture Organization*) estima que para el 2050, se tendrá que producir alrededor del 50% de alimentos, de los que se producían en el año 2012 (FAO, 2017). Actualmente, menciona la FAO et al. (2020) que en el mundo padecen hambre aproximadamente 690 millones de personas.

Entonces, la situación actual del sector agrícola pone en riesgo el logro del Objetivo 2: Hambre Cero como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. El hambre y la malnutrición ocasionan que las personas sean menos productivas y más propensas a adquirir enfermedades (FAO, 2021). Ante este escenario, se torna evidente la necesidad de adoptar nuevos sistemas de producción sostenible agrícola, que permitan eliminar el hambre y la pobreza (CEPAL, 2019).

En la actualidad a nivel mundial, el sector agroindustrial: proporciona medios de vida al 40% de la población, es el mayor empleador, es la principal fuente de ingresos para las familias rurales, desde las pequeñas granjas que proporcionan el 80% de los alimentos (UN, 2022).

Sistemas agrícolas soportadas en la tecnificación se presentan como una estrategia que permitirá incrementar la disponibilidad de alimentos para la presente y futuras generaciones. Es una realidad que el sistema agrícola tradicional, es insuficiente para satisfacer la gran demanda de alimentos. Y es que la explotación de cultivos intensivos a campo abierto desde las grandes extensiones de tierra es propenso a diversos factores— *e.g.*, lluvias excesivas, ráfagas de viento, desastres naturales, elevada radiación solar—, que ponen en riesgo el logro en la disponibilidad de alimentos.

Entonces, es necesario complementar la disposición de agro-alimentos desde sistemas de producción alternos. En tal sentido, en el presente estudio se analizan y discuten algunos modelos de la agricultura protegida que, al desarrollarse desde el esquema de la agricultura familiar, pueden permitir la producción de alimentos agrícolas en sistemas “controlados”.

La agricultura protegida, es un sistema que permite la producción de agro-alimentos mediante el control de algunos de los factores climáticos; tales como la lluvia, la cantidad de radiación de sol, la velocidad del viento, la temperatura atmosférica, plagas, enfermedades, entre otras; y es que como sistema a través de infraestructura especializada además de regular estos factores es posible la incorporación de agro-nutrientes desde sistemas tecnificados. Concebido como un sistema productivo relativamente nuevo (Vargas-Canales et al., 2022). Ghani et al. (2019) lo conciben como una solución sostenible. La mayoría de los países requiere proteger los cultivos ante situaciones extremas de clima y ambientales, siendo las ubicaciones más desafiantes: las tropicales, las áridas, los polares y las urbanas (McCartney & Lefsrud, 2018).

Ahora bien, los sistemas de agricultura protegida si bien es cierto que se presentan con un esquema atractivo, su implementación desde la agricultura familiar es aún más interesante, y es que como se mencionó anteriormente, son los pequeños agricultores los encargados de abastecer el 80% de los alimentos, desde sus granjas. Por lo que, la agricultura protegida, según Hadavi & Ghazizahani (2018), forma parte de la respuesta a la crisis próxima del agua y del cambio climático. Siendo capaz de impulsar la agricultura en todo el mundo (Rathee et al., 2018).

Mientras que, la agricultura familiar se presenta como un modelo de negocio familiar por excelencia, representando la columna vertebral de la agricultura (Bell, 2019). En este esquema de producción son los integrantes de la familia, quienes principalmente desarrollan la práctica agrícola, siendo el conocimiento adquirido transferido de generación en generación, y que en los últimos años ha llamado la atención por la potencialidad de proveer alimentos en corto tiempo, asociado a la proximidad geográfica entre productor-consumidor. Marcelino et al. (2018), lo catalogan como la principal empresa agrícola en el mundo.

Finalmente, el sistema de producción agrícola desde la agricultura protegida desarrollada por la familia, permitirá a esta complementar su dieta alimenticia, al mismo tiempo en que se incrementa la disponibilidad de productos para su comercialización, y con ello generar un ingreso para satisfacer otras necesidades de desarrollo socioeconómico.

2. ECUACIONES, FIGURAS Y TABLAS

El presente estudio es de tipo descriptivo, analítico, transversal, cualitativo, no experimental; basado en la interpretación de documentos. La Figura 1, presenta el enfoque metodológico empleado.

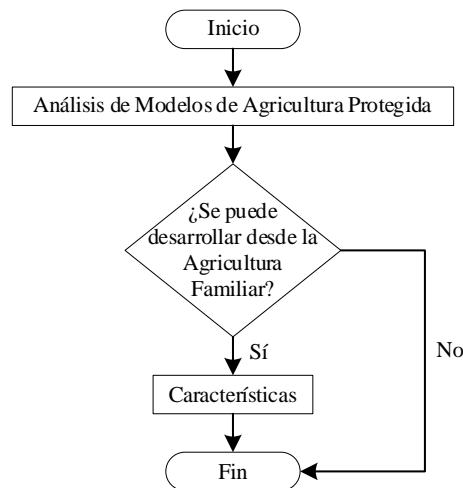


Figura 1 Metodología para la identificación de modelos de agricultura protegida.

El enfoque metodológico se integra de tres fases:

Fase 1: Análisis de modelos de agricultura protegida. Esta fase se centra en identificar los modelos de producción agrícola que pertenecen al esquema de agricultura protegida.

Fase 2: Viabilidad de adopción por la agricultura familiar. De la fase previa, son seleccionados los modelos que pueden ser desarrollados desde las granjas familiares.

Fase 3: Definición de características. Los rasgos de los modelos agro-productivos seleccionados se describen en esta fase.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se presentan y discuten los hallazgos de los modelos de la agricultura protegida, que pueden desarrollarse desde la agricultura familiar.

Análisis de modelos de agricultura protegida

La agricultura protegida cuida los cultivos mediante diferentes tipos de estructuras, las cuales, ofrecen desde su configuración diversas alternativas de control de condiciones climáticas en función del tipo de cultivo. La agricultura protegida incluye principalmente los modelos de tipo invernadero, macrotúneles, microtúneles, acolchado, mallas sombra, mallas antiinsectos, mallas antipájaros, acolchado, cortavientos, camas calientes. Cada uno de estos modelos, tiene sus propias características, siendo el rasgo predominante la dimensión y el tipo de material empleado para su construcción, *e.g.*, los invernaderos de tipo multimodulares requieren en promedio un ancho máximo de entre 20 a 25 metros; otra consideración importante es el material empleado en la infraestructura, la cual puede ir desde una estructura basada en materia orgánica —como *e.g.*, bambú, raíces, ramas, lianas— hasta estructuras metálicas en acero galvanizado, al carbón u otro metal.

Viabilidad de adopción por la agricultura familiar

Considerando las implicaciones de cada tipo de modelo de agricultura protegida y las características sobre las que se desarrolla la agricultura familiar, *i.e.*, la práctica agrícola familiar como un sistema de producción limitado por espacio, ya que, es una actividad típicamente desarrollada en traspatio, en donde la mano de obra es proporcionada por la misma familia y en donde los recursos económicos son limitados, soportado en el conocimiento generacional; los modelos de agricultura protegida que pueden ser viables de adopción de parte de la familia agrícola son: microtúnel, acolchado, mallas sombra, mallas antiinsectos y mallas antipájaros. Estos modelos son definidos por considerarse de fácil adopción de parte de la familia agro-productora, al mismo tiempo en que no requieren una inversión económica significativa, y puede ser adoptado en espacios reducidos.

Definición de características

La Tabla 1, presenta los modelos que son susceptibles de adopción de parte de la familia agro-productora, derivados de la fase previa.

Tabla 1 Modelos de Agricultura Protegida desde la Agricultura Familiar.

Modelo	Descripción	Materiales	Variabes que Controla	Aplicaciones
Microtúnel	Invernaderos en miniatura, no cuentan con calefacción y son portátiles	Soporte de madera o metal en forma semicircular, cubierto con plástico	Temperatura, luz, humedad	(Reséndez et al., 2020; S. Willden et al., 2021; S. A. Willden et al., 2022)
Acolchado	Protección de las raíces de las plantas del calor, frío, sequedad, así como mantener limpio el fruto	Materia orgánica como, paja, aserrín, los restos del cultivo del maíz o plástico	Humedad, temperatura, maleza, CO ₂ ,	(Benedet et al., 2020; Xie et al., 2020; Zhou et al., 2018)
Mallas Sombra	Dosifica la cantidad de luz que recibe la planta	Polietileno de alta densidad	Luz, temperatura, humedad	(Hirzel et al., 2020; Laur et al., 2021; Martínez-Espinosa, 2021)
Mallas Antiinsectos	Protege de microclimas y de daños por insectos	Polietileno de alta densidad	Plagas y enfermedades por plagas	(Formisano et al., 2020, 2021; Giannoulis et al., 2021)
Mallas Antipájaros	Impide que las aves se alimenten del cultivo	Polietileno de alta densidad	Aves silvestres	(Aznar-Fernández & Rubiales, 2018; Jiang et al., 2020; Kumar et al., 2021)

Estos cinco modelos descritos, por sus características de control y semi-control de fenómenos que afectan el rendimiento del cultivo, tienen la potencialidad de ser adoptados como modelos de agricultura protegida por parte de los agro-productores familiares.

La adopción de estos modelos tecnificados, permitirán: (a) incrementar el rendimiento en la disponibilidad de agro-alimentos para autoconsumo y comercialización, desde los Circuitos Cortos de Comercialización; (b) obtener productos con mejor calidad, desde el control de algunos factores que perjudican al producto agrícola; considerando estos puntos, (c) abonar a garantizar la seguridad alimentaria contribuyendo a reducir la brecha hacia el hambre y la malnutrición.

4. CONCLUSIONES

En este estudio se han analizado e identificado los modelos de agricultura protegida, que cumplen con las características necesarias para ser adoptadas como sistemas de producción agrícola familiar. Del estudio se desprenden cinco modelos —microtúnel, acolchado, mallas sombra, mallas antiinsectos y mallas antipájaros—, que por sus características de tamaño y bajo requerimiento económico de inversión, pueden mejorar el rendimiento de los cultivos de la práctica de la agricultura familiar. La mejora de los sistemas agroalimentarios es un camino que aun inicia —a pesar, de ser la agricultura una actividad antiquísima—, aún falta profundizar en conocer los modos de operación de la agricultura familiar, las implicaciones tecnológicas, ideológicas y culturales por adoptar herramientas que mejoren el rendimiento de los cultivos.

La actualización de los sistemas productivos sostenibles es una necesidad que debe ser atendida, el logro de esto incrementará la disponibilidad de alimentos, contribuyendo a reducir los estragos del hambre y la malnutrición.

5. REFERENCIAS

- Aznar-Fernández, T., & Rubiales, D. (2018). Identification and characterisation of antixenosis and antibiosis to pea aphid (*Acyrtosiphon pisum*) in *Pisum* spp. germplasm. *Annals of Applied Biology*, 172(3), 268–281. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/aab.12417>
- Bell, C. (2019). People of Future Agriculture; Trust and Succession in Family Businesses. *International Journal of Agricultural Management*, 8(3), 107–111. <https://doi.org/10.5836/ijam/2019-08-107>
- Benedet, L., Brunetto, G., & Loss, A. (2020). Use of Swine Manure in Agriculture in Southern Brazil: Fertility or Potential Contamination? In G. W. Ferreira (Ed.), *Soil Contamination* (p. Ch. 5). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.94525>
- CEPAL. (2019). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. www.cepal.org/es/suscripciones
- FAO. (2017). *The future of food and agriculture – Trends and challenges*.
- FAO. (2021). *Objetivo 2: Poner fin al hambre*. Objetivos Del Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/hunger/>
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP, & WHO. (2020). The State of Food Security and Nutrition in the World 2020: Transforming food systems for affordable healthy diets. In *The State of Food Security and Nutrition in the World 2020*. FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. <https://doi.org/10.4060/ca9692en>

- Formisano, L., Ciriello, M., El-Nakhel, C., de Pascale, S., & Roupael, Y. (2021). Dataset on the Effects of Anti-Insect Nets of Different Porosity on Mineral and Organic Acids Profile of Cucurbita pepo L. Fruits and Leaves. *Data*, 6(5). <https://doi.org/10.3390/data6050050>
- Formisano, L., Pannico, A., El-Nakhel, C., Starace, G., Poledica, M., Pascale, S. de, & Roupael, Y. (2020). Improved Porosity of Insect Proof Screens Enhances Quality Aspects of Zucchini Squash without Compromising the Yield. *Plants*, 9(10). <https://doi.org/10.3390/plants9101264>
- Ghani, S., Bakochristou, F., ElBialy, E. M. A. A., Gamaledin, S. M. A., Rashwan, M. M., Abdelhalim, A. M., & Ismail, S. M. (2019). Design challenges of agricultural greenhouses in hot and arid environments – A review. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, 12(1), 48–70. <https://doi.org/10.1016/j.EAEF.2018.09.004>
- Giannoulis, A., Briassoulis, D., Papardaki, N.-G., & Mistriotis, A. (2021). Evaluation of insect-proof agricultural nets with enhanced functionality. *Biosystems Engineering*, 208, 98–112. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.05.012>
- Hadavi, E., & Ghazijahani, N. (2018). Closed and Semi-closed Systems in Agriculture. In E. Lichtfouse (Ed.), *Sustainable Agriculture Reviews 33: Climate Impact on Agriculture* (pp. 295–310). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99076-7_10
- Hirzel, J., Moya-Elizondo, E., Hernández, M., Guzmán, P., & González, D. (2020). Effect of shade cloth on the evolution of nutrient concentrations in apple tree leaves. *Scientia Horticulturae*, 266, 109288. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109288>
- Jiang, S., Zhang, H., Cong, W., Zhengyuan, L., Ren, Q., Wang, C., Zhang, F., & Jiao, X. (2020). Multi-Objective Optimization of Smallholder Apple Production: Lessons from the Bohai Bay Region. *Sustainability*, 12, 6496. <https://doi.org/10.3390/su12166496>
- Kumar, P., Gorantiwar, S., More, S. M., Singh, A., & Roy, P. (2021). *Trends in Hi-Tech Agriculture Sector* (pp. 511–527). <https://doi.org/10.1201/9781003245384-30>
- Laur, S., da Silva, A. L. B. R., Díaz-Pérez, J. C., & Coolong, T. (2021). Impact of Shade and Fogging on High Tunnel Production and Mineral Content of Organically Grown Lettuce, Basil, and Arugula in Georgia. *Agriculture*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/agriculture11070625>
- Marcelino, R., Casagrande, L. C., Cunha, R., Crotti, Y., & Gruber, V. (2018). Internet of Things Applied to Precision Agriculture. In M. E. Auer & D. G. Zutin (Eds.), *Online Engineering & Internet of Things* (pp. 499–509). Springer International Publishing.
- Martínez-Espinosa, R. M. (2021). Controversy over the Use of “Shade Covers” to Avoid Water Evaporation in Water Reservoirs. *Sustainability*, 13(20). <https://doi.org/10.3390/su132011234>
- McCartney, L., & Lefsrud, M. (2018). Protected Agriculture in Extreme Environments: A Review of Controlled Environment Agriculture in Tropical, Arid, Polar, and Urban Locations. *Applied Engineering in Agriculture*, 34(2), 455–473. <https://doi.org/https://doi.org/10.13031/aea.12590>
- Rathee, M., Dalal, P. K., & Mehra, S. (2018). *Effect of alternating temperatures on survivorship and demographic parameters of tomato fed Helicoverpa armigera View project Mathematical models in apiculture and beekeeping View project*. <https://www.researchgate.net/publication/324000192>
- Reséndez, A. M., Córtes, D. M., Carrillo, J. L. R., García, V. J. B., Aragón, M. G. R., Rangel, P. P., & Marszalek, J. E. (2020). Nutritional quality of Opuntia ficus-indica developed under micro tunnel conditions, applying vermicompost. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 32(12). <https://doi.org/https://doi.org/10.9755/ejfa.2020.v32.i12.2221>
- UN. (2022). *Goal 2: Zero Hunger*. Sustainable Development Goals. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/hunger/>
- Vargas-Canales, J. M., Palacios-Rangel, M. I., García-Cruz, J. C., Camacho-Vera, J. H., Sánchez-Torres, Y., & Simón-Calderón, C. (2022). Analysis of the impact of the regional innovation system of

- protected agriculture in Hidalgo, Mexico. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 1–26. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2022.2039246>
- Willden, S. A., Ugine, T. A., & Loeb, G. M. (2022). The effect of UVB-blocking plastics on the efficacy of *Beauveria bassiana* and a conventional product against *Lygus lineolaris* on low tunnel strawberry. *Pest Management Science*, 78(10), 4268–4277. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ps.7046>
- Willden, S., Cox, K., Pritts, M., & Loeb, G. (2021). A comparison of weed, pathogen and insect pests between low tunnel and open-field grown strawberries in New York. *Crop Protection*, 139, 105388. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105388>
- Xie, X., Zhao, F., Zheng, Y., Sang, L., Zhang, P., Jiang, J., & Cao, G. (2020). Identification of Tolerance of Wheat (*Triticum Aestivum* L.) With Different Ploidy under Salt Stress. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 598(1), 012074. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/598/1/012074>
- Zhou, W., Niu, Y., Wang, C., Yang, Y., Tan, Z., Yi, Y., Yu, W., & Wang, H. (2018). A Biodegradable Ramie Fiber-Based Nonwoven Film Used for Increasing Oxygen Supply to Cultivated Soil. *Applied Sciences*, 8(10). <https://doi.org/10.3390/app8101813>