

PROGRAMA DE POSTGRADO: **DESARROLLO SUSTENTABLE DE REGIONES INDÍGENAS**
 CURSO: **Innovación en sistemas agrícolas biodiversos**
 PROFESOR TITULAR: DR. RAMÓN DÍAZ RUIZ
 CORREO ELECTRÓNICO: dramon@colpos.mx
 TELÉFONO: 2851445 Ext. 2068
 CLAVE DEL CURSO:
 PRE-REQUISITOS:

TIPO DE CURSO:	PERIODO:
<input type="checkbox"/> Teórico	<input type="checkbox"/> Primavera
<input type="checkbox"/> Práctico	<input checked="" type="checkbox"/> Verano
<input checked="" type="checkbox"/> Teórico-Práctico	<input type="checkbox"/> Otoño
	<input type="checkbox"/> No aplica

SE IMPARTE A :	MODALIDAD:
<input checked="" type="checkbox"/> Maestría en Ciencias	<input checked="" type="checkbox"/> Presencial
<input type="checkbox"/> Doctorado en Ciencias	<input type="checkbox"/> No presencial
<input type="checkbox"/> Maestría Tecnológica	<input type="checkbox"/> Mixto

HORAS CLASE:	CREDITOS: <u>3</u>
Presenciales: <u>64</u>	
Extra clase: <u>128</u>	
Total: <u>192</u>	

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

I. INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL CURSO

La agricultura es una de las actividades más antiguas practicada por el ser humano en los diversos entornos ecológicos, con la finalidad de satisfacer sus demandas de alimentación y seguridad alimentaria. En países en vías de desarrollo y pobres, la agricultura de subsistencia está basada en los diferentes sistemas de cultivos donde destaca el enfoque del sistema milpa, que en náhuatl significa “campo recién limpiado”. La milpa queda ilustrada en los campos de los productores en las asociaciones de maíz con diferentes cultivos como el frijol, calabaza, haba, frutales, especies medicinales y forestales que tiene como propósito producir para satisfacer las necesidades familiares en una región determinada. En México, los rezagos en la agricultura se pueden observar en la mayor parte de las regiones agroecológicas; en las zonas con población indígena la situación se agudiza, posiblemente a la poca atención recibida. De igual manera, la humanidad cuenta con los sistemas agrícolas, más complejos que una sola especie de cultivo, gran parte de la resistencia ecológica y productiva al cambio climático proviene del manejo de la diversidad de sistemas de producción integrados, que combinan cultivos, ganado y árboles. Aunado a éstos, están los sistemas agrícolas mixtos que integran ganado y cultivos, y los sistemas agroforestales que pueden mezclar cultivos, árboles y ganado. En este sentido, es importante considerar no solo las innovaciones tecnológicas generadas por la ciencia moderna, sino también contemplar el rescate, sistematización y valoración de los “saberes agrícolas tradicionales” que han sido generados a través del tiempo en las zonas indígenas y que incluyen la producción de alimentos con prácticas sostenibles para el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales.

En el presente curso se contemplan siete capítulos que proveen conocimiento y herramientas necesarias para incidir en el desarrollo y entendimiento de los diferentes sistemas agrícolas y de cultivos. El Capítulo uno refiere a tecnologías agrícolas innovadoras, donde se analizan las tecnologías tradicionales hasta llegar a los nuevos enfoques tecnológicos en la agricultura y las formas de transferirlas al usuario. El capítulo dos comprende los aspectos biológicos y ecológicos de los cultivos con el propósito de que el estudiante comprenda las relaciones biológicas de las plantas que integran los sistemas agrícolas y de cultivos con los factores del clima, sus respuesta al cambio climático, los efectos de los elementos edafológicos y las respuestas a la convivencia entre diferentes plantas en un sistema de cultivo que les permite una dinámica de crecimiento específica en un nicho ecológico determinado. El capítulo tres trata sobre la dinámica, funcionamiento y composición de los sistemas agrícolas, considera la importancia del conocimiento local y de los productores que inciden en la agricultura. El capítulo cuatro aborda los diseños de los sistemas de cultivos basados en la diversidad genética de especies y variedades locales, el manejo de la biodiversidad para enfrentar los cambios ambientales y económico en los agroecosistemas agrícolas existentes. El capítulo cinco aborda las metodologías de experimentación para generar conocimiento e innovaciones tecnológicas, incluye la investigación con productores cooperantes que acompañan la investigación y el uso de la encuesta para obtener información de los actores que inciden en los sistemas agrícolas. El capítulo seis incluye metodologías de evaluación y análisis de indicadores usados para el estudio de los sistemas

agrícolas, agroecosistemas y la biodiversidad. Finalmente, el capítulo siete contempla estudios de casos innovadores en diferentes sistemas de cultivos.

II. OBJETIVOS Y COMPETENCIAS

Objetivo general

Los estudiantes podrán generar innovaciones tecnológicas para el manejo y aprovechamiento de los sistemas agrícolas, considerando como base la diversidad de especies y variedades de los cultivos.

Competencia genérica

Podrá contribuir en la toma de decisiones con base en los conocimientos adquiridos, llevarlos a la práctica de manera individual y trabajando en equipo, para resolver problemas en los sistemas agrícolas biodiversos.

Objetivos específicos

- Los estudiantes podrán generar innovaciones tecnológicas para el manejo y aprovechamiento de los sistemas agrícolas, considerando como base la diversidad de especies y variedades de los cultivos.
- Los estudiantes tendrán la habilidad de experimentar y analizar los sistemas agrícolas mediante el aprendizaje de metodologías y herramientas estadísticas, que les permitirá emitir decisiones de mejora o identificar problemas en el sistema.

Competencias específicas o profesionales del curso

- Utiliza el conocimiento básico conceptual para entender el comportamiento de los sistemas agrícolas biodiversos y estar facultado para proponer mejoras a los mismos particularmente en las zonas indígenas o en cualquier otra región del país.
- El profesionista genera y propone alternativas tecnológicas para fortalecer los sistemas agrícolas biodiversos practicados en las zonas indígenas y en otras regiones de México.

III. CONTENIDO DEL CURSO

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	PROPÓSITO DE LOS TEMAS
6	I. Bases de los sistemas agrícolas y la innovación. 1.1. Tecnologías tradicionales y emergentes 1.2. Agrosistemas y enfoque agroecológico 1.3. Agricultura sostenible y sustentable	Analiza y relaciona los diferentes enfoques agrícolas, las tecnologías existentes y su transferencia en las unidades de producción.

10	<p>1.4. Tipos de agricultura 1.5. Nuevas tecnologías e innovaciones en la agricultura 1.6. Estatus actual de la agricultura 1.7 Las unidades de producción agrícola 1.8. La transferencia tecnológica en las unidades de producción</p> <p>II. Biodiversidad y manejo de la agricultura 2.1. Ecosistemas y su función 2.2. Interacciones entre vegetales y organismos 2.3. Comunidades vegetales 2.4. Elementos del clima y cambio climático 2.5. Factores edáficos 2.6. Radiación en individuos y poblaciones 2.7. Dinámica del crecimiento vegetal 2.8. La regulación biológica en los agroecosistemas.</p>	<p>Los alumnos serán capaces de comprender y aplicar los aspectos biológicos de las plantas y las relaciones ecológicas presentes en especies cultivadas.</p>
10	<p>III. Los sistemas agrícolas biodiversos 3.1. Conocimiento local y científico de los sistemas agrícolas biodiversos 3.2 Las bases de los sistemas agrícolas biodiversos en México 3.3. Composición vegetal de los sistemas 3.4. Dinámica de los sistemas agrícolas 3.5. El funcionamiento de los ecosistemas naturales 3.6. El conocimiento de los productores y su impacto en la agricultura 3.7 Los agroecosistemas como sistemas socioecológicos complejos</p>	<p>Que los estudiantes sean capaces de entender la dinámica y función de los sistemas agrícolas y lleven a la práctica innovaciones tecnológicas que mejoren la producción agrícola y la calidad del producto.</p>

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
10	<p>IV. Biodiversidad e innovaciones en sistemas agrícolas 4.1. Diversidad genética de los cultivos y su distribución en los agroecosistemas 4.2. Manejo de la biodiversidad en agroecosistemas agrícolas espacial y temporal 4.3. Los sistemas de cultivo y su diseño con especies y variedades locales 4.4. Manejo de polinizadores</p>	<p>Que los estudiantes conozcan los diferentes diseños de los sistemas de cultivos y sean capaces de hacerlos eficientes mediante el manejo de la diversidad genética de especies y variedades locales</p>

	<p>4.5. Manejo integrado de plagas y enfermedades con diversificación de variedades</p> <p>4.6. La biodiversidad e innovación ante el cambio ambiental y económico en los agroecosistemas agrícolas</p>	<p>usando innovaciones tecnológicas agrícolas.</p>
10	<p>V. La investigación en sistemas agrícolas biodiversos para la innovación</p> <p>5.1. La adaptación e innovación tecnológica</p> <p>5.2. Experimentación agrícola</p> <p>5.3. Experimentación con productores cooperantes</p> <p>5.4. Composición vegetal y manejo del paisaje</p> <p>5.5. Encuestas</p> <p>5.6. Investigación participativa</p> <p>5.7. Modelación de sistemas biodiversos</p>	<p>El estudiante debe aprender metodologías de experimentación para generar conocimiento e innovaciones tecnológicas para aplicarlas a los sistemas agrícolas.</p>
10	<p>VI. Evaluación e indicadores en sistemas de cultivos biodiversos e innovación</p> <p>6.1. Análisis de grupos y evaluación local</p> <p>6.2. Métodos de análisis de la biodiversidad</p> <p>6.3. Meta-análisis y agronomía</p> <p>6.4. Análisis comparativos con indicadores múltiples</p> <p>6.5. Análisis de la estructura y funcionamiento de agroecosistemas</p> <p>6.6. Estudios comparativos de agroecosistemas</p>	<p>Que los estudiantes dominen metodologías de evaluación y análisis de indicadores utilizados en el estudio de los sistemas agrícolas.</p>
8	<p>VII. Estudios de caso en innovación de sistemas biodiversos</p> <p>7.1. Desarrollo tecnológico en el sistema maíz-frijol-calabaza</p> <p>7.2. Innovación en frijol de mata y de guía</p> <p>7.3. Innovación en haba de valles Altos</p> <p>7.4. La rotación entre especies leguminosas y gramíneas</p> <p>7.5. La formación de variedades en especies cultivadas con aprovechamiento de la diversidad local</p>	<p>Que los estudiantes tengan conocimiento de innovaciones tecnológicas generadas en sistemas de cultivos específicos.</p>

V. LISTA DE PRÁCTICAS

1. Caracterización y evaluación de sistemas agrícolas y sistemas de cultivos practicados por productores.

2. Diseño e instalación de un experimento con una especie cultivada en dos sistemas de cultivos diferentes.
3. Efecto de los elementos climáticos, edáficos o agronómicos en el crecimiento y desarrollo de especies cultivadas.
4. Distribución y acumulación de materia seca en las estructuras de las plantas cultivadas en distintos sistemas de cultivos.

VI. RECURSOS DIDÁCTICOS

Medios audiovisuales: computadora y cañón

Material biológico: semillas de especies cultivadas.

Equipo: Bomba aspersora, atomizadores, cinta métrica o regla, báscula granataria, báscula analítica, bolsas de papel, jeringa graduada en ml, probeta, tijeras, vernier, lupa, estufa de secado y cámara de crecimiento.

Insumos: fertilizantes foliares, fertilizantes orgánicos y químicos, hormonas vegetales, sustratos comerciales o preparados de manera artesanal.

VII. ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

El curso se caracteriza por ser teórico y práctico, donde los alumnos serán capaces de aplicar y concretar los conocimientos en problemas reales. Para alcanzar los objetivos se plantea una dinámica de trabajo individual y en equipo. Los alumnos mostrarán ser competentes a través de ejercer los conocimientos, habilidades y valores, lo que da como resultado el desempeño o producto final.

La dinámica de enseñanza y aprendizaje contempla lo siguiente:

- Exposiciones
- Participaciones orales
- Prácticas
- Elaboración escrita de reportes e investigación final
- Planeación y ejecución del proyecto de investigación
- Resolución de problemas reales
- Examen

VIII. NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

La evaluación está centrada en el conocimiento, las habilidades y valores de los estudiantes. Cada actividad está condicionada a las habilidades que muestre el estudiante para llevarlas a cabo aplicando los conocimientos adquiridos en el curso. Aunado a ello, en cada actividad debe expresar habilidades específicas durante su realización.

Actividad	Excelente	Muy bien	Bien	Regular	Insuficiente	Cal.
Exposiciones						1.0
Participaciones orales						0.5
Prácticas						1.5
Elaboración escrita						1.5
Planeación de proyecto de investigación						2.0
Resolución de problemas reales						2.0
Examen						1.5
Total						10.0

IX. INTEGRACIÓN Y ENTREGA DEL PORTAFOLIO DEL CURSO

El portafolio de evidencias estará integrado por los siguientes materiales:

1. Reporte de prácticas realizadas durante el curso.
2. Reporte de salidas al campo.
3. Trabajo final realizado durante el cuatrimestre.
4. La presentación en power poin del trabajo final
5. Examen aplicado en el último mes del curso.

Las evidencias deben ser entregadas en la última semana del curso.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Beer, L., & Theuvsen, L. (2019). Conventional German farmers' attitudes towards agricultural wood and their willingness to plant an alley cropping system as an ecological focus area: A cluster analysis. *Biomass and bioenergy*. 125, 63-69.
- Boeraeve, F., Dendoncker, N., Cornélis, J. T., Degruene, F., & Dufrêne, M. (2020). Contribution of agroecological farming systems to the delivery of ecosystem services. *Journal of Environmental Management*. 260, 109576.
- Bowman, M. S., & Zilberman, D. (2013). Economic factors affecting diversified farming systems. *Ecology and society*. 18 (1): 33.
- Carof, M., & Godinot, O. (2018). A free online tool to calculate three nitrogen-related indicators for farming systems. *Agricultural Systems*. 162: 28-33.
- Clements, R., J. Hagggar, A. Quezada and Torres J. (2011). Technologies for Climate Change Adaptation. Agriculture Sector. Zhu X. (Ed.). UNEP Risø Centre, Roskilde. 198 p.
- de Juan Valero, J. A., Álvarez, J. F. O. & Martín-Benito, J. M. T. (2003). Sistemas de cultivo: evaluación de itinerarios técnicos. Mundi-Prensa Libros.
- DeVincentis, A. J., Solis, S. S., Bruno, E. M., Leavitt, A., Gomes, A., Rice, S., & Zaccaria, D. (2020). Using cost-benefit analysis to understand adoption of

- winter cover cropping in California's specialty crop systems. *Journal of Environmental Management*. 261, 110205.
- Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R. T., Molnár, Z. & Polasky, S. (2018). Assessing nature's contributions to people. *Science*, 359(6373), 270-272.
- Díaz-Ruiz, R. 2016. Componentes tecnológicos que influyen en el rendimiento de frijol definidos con la investigación y la participación de productores. In: El enfoque regional en el desarrollo agrícola. La innovación en agricultura campesina. Ocampo-Fletes, I. y Ramírez-Juárez, J. (Coordinadores). Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, Altres Costa-Amic Editores. Pp 425-449.
- Díaz-Ruiz, R. y Escalante-Estrada, A. (2011). Rendimiento de grano y sus componentes en ayocote (*Phaseolus coccineus* L.) en función del nitrógeno, fósforo y densidad de población. En: Investigación interdisciplinaria para el desarrollo rural en Puebla y Tlaxcala. Bernal, M. H. y Ramírez, V. B (coordinadores). Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, Altres Costa-Amic. México. Pp 102-119.
- Díaz-Ruiz, R., Kohashi-Shibata, J., Yáñez-Jiménez, P., Escalante-Estrada, A. (2008). Growth and allocation of dry matter in bean seedlings developed up to the senescence of the cotyledons. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 73 (4): 203-210.
- Díaz-Ruiz, R., Sandoval-Castro, E., Herrera-Cabrera, B. E. (2000). Efecto de la lombricomposta y fertilizante químico en frijol. En: La Edafología y sus Perspectivas al siglo XXI. Tomo II. Colegio de Postgraduados, Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma Chapingo, México. pp 577-581.
- Díaz-Ruiz, R., Torres, A. M., Satovic, Z., Gutierrez, M. V., Cubero, J. I., Román, B. (2010). Validation of QTLs for *Orobanche crenata* resistance in faba bean (*Vicia faba* L.) across environments and generations. *Theor Appl Genet*. 120: 909-919.
- Doré, T., Makowski, D., Malézieux, E., Munier-Jolain, N., Tchamitchian, M., & Tittone, P. (2011). Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: revisiting methods, concepts and knowledge. *European Journal of Agronomy*, 34(4), 197-210.
- Elías-Castillo, F. y Castellvi-Sentis, F. (2001). *Agrometeorología*. Segunda Edición. Mundi-Prensa. 515 p.
- Etwire, P. M. (2020). The impact of climate change on farming system selection in Ghana. *Agricultural Systems*. 179, 102773.
- French, J., Montiel, K. y Palmieri, V. (2014). La innovación en la agricultura: un proceso clave para el desarrollo sostenible. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Costa Rica. 20 p.
- Fuller, D. Q., Allaby, R. G. and Stevens, Ch. (2010). Domestication as innovation: the entanglement in the techniques, technology and chance in the domestication of cereal crops. *World Archaeology*. 42 (1): 13-28.
- Guilpart, N., Grassini, P., Sadras, V. O., Timsina, J., & Cassman, K. G. (2017). Estimating yield gaps at the cropping system level. *Field crops research*. 206: 21-32.
- Jensen, E. S., Peoples, M. B., & Hauggaard-Nielsen, H. (2010). Faba bean in cropping systems. *Field crops research*. 115 (3): 203-216.

- Herrera-Cabrera, B. E., Delgado-Alvarado, A., Díaz-Ruiz, R. (2001). Asociación maíz-frijol de guía bajo temporal en Cuauhtinchan, Puebla, México. *Agricultura Técnica de México*. 27 (2): 153-161.
- Kabir, J., Cramb, R., Alauddin, M., Gaydon, D. S., & Roth, C. H. (2020). Farmers' perceptions and management of risk in rice/shrimp farming systems in South-West Coastal Bangladesh. *Land Use Policy*. 95, 104577.
- Kamali, F. P., Meuwissen, M. P., de Boer, I. J., van Middelaar, C. E., Moreira, A., & Lansink, A. G. O. (2017). Evaluation of the environmental, economic, and social performance of soybean farming systems in southern Brazil. *Journal of Cleaner Production*. 142: 385-394.
- Lacoste, M., Lawes, R., Ducourtieux, O., & Flower, K. (2018). Assessing regional farming system diversity using a mixed methods typology: the value of comparative agriculture tested in broadacre Australia. *Geoforum*. 90, 183-205.
- Liang, Y., Hui, C. W., & You, F. (2018). Multi-objective economic-resource-production optimization of sustainable organic mixed farming systems with nutrient recycling. *Journal of Cleaner Production*, 196: 304-330.
- Loomis, R. S., Connor, D.J. (2002). *Ecología de cultivos. Productividad y manejo en sistemas agrarios*. Mundi-Prensa. Madrid, España. 591 p.
- Malézieux, E. (2012). Designing cropping systems from nature. *Agronomy for sustainable development*, 32(1), 15-29.
- Meuwissen M.P.M., Feindt P.H., Spiegel A., Termeer C.J.A.M., Mathijs, E., de Mey Y., Finger R., Balmann, A., Wauters E., Urquhart J., Vignani M., Zawalińska K., Herrera H., Nicholas-Davies P., Hansson H., Paasa W., Slijper T., Coopmans I., Vroege W., Ciechomska A., Accatino F., Kopainsky B., Poortvliet P.M., Candel J.J.L., Maye D., Severini S., Senni S., Soriano B., Lagerkvist C.J., Peneva M., Gavrilscu C. and Reidsma P. (2019). A framework to assess the resilience of farming systems. *Agricultural Systems* 176. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102656>.
- Meylan, L., Merot, A., Gary, C., & Rapidel, B. (2013). Combining a typology and a conceptual model of cropping system to explore the diversity of relationships between ecosystem services: The case of erosion control in coffee-based agroforestry systems in Costa Rica. *Agricultural systems*. 118: 52-64.
- Molina, M., Sarukhán, J. y Carabias, J. (2017). *El Cambio Climático*. Fondo de Cultura Económica. México. 222 p.
- Oropesa-Casanova, K., Bober-Felices, K., Miranda-Tortoló, T., Machado-Martínez, H.C., Alfonso-LLanes, J.A., Suset-Pérez, A., Ramírez-Suarez, W., Núñez-García, N.F., Gonzales-Flores, G.M., Lezcano-Freires, J.C. y Pentón-Fernández, G. (2019). Experiencias del sistema de innovación agrícola local para enfrentar los desafíos productivos en el municipio Perico. *Pastos y Forrajes*. 42 (2): 171-180.
- Peña-Barragán, J. M., Ngugi, M. K., Plant, R. E., & Six, J. (2011). Object-based crop identification using multiple vegetation indices, textural features and crop phenology. *Remote Sensing of Environment*. 115 (6): 1301-1316.
- Pérez-Sánchez, J. M., & Juan-Pérez, J. I. (2013). Caracterización y análisis de los sistemas de terrazas agrícolas en el Valle de Toluca, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 10(4): 397-418.

- Piccini, I., Palestrini, C., Rolando, A., & Roslin, T. (2019). Local management actions override farming systems in determining dung beetle species richness, abundance and biomass and associated ecosystem services. *Basic and Applied Ecology*. 41: 13-21.
- Pinch, T. (2015). La construcción social de la tecnología: Una revisión. In: *Innovación tecnológica y procesos culturales*. Santos, M. J. y Díaz, C. R. (Coordinadores). Segunda Edición. Fondo de Cultura Económica. México. Pp 19-38.
- Poehlman, J.M. y Sleper D.A. (2003). *Mejoramiento Genético de las Cosechas*. Segunda edición. Editorial Limusa y Grupo Noriega Editores. México. 511 p.
- Raynaud, D. (2018). ¿Qué es la Tecnología?. Editorial LAETOLI. European Union. 375 p.
- Rusinamhodzi, L., Corbeels, M., Nyamangara, J., & Giller, K. E. (2012). Maize–grain legume intercropping is an attractive option for ecological intensification that reduces climatic risk for smallholder farmers in central Mozambique. *Field crops research*, 136, 12-22.
- Rojas-Tiempo, J., Díaz-Ruiz, R., Alvarez-Gaxiola, F., Ocampo-Mendoza, J., Escalante-Estrada, A. (2012). Tecnología de producción de haba y características socioeconómicas de productores en Puebla y Tlaxcala. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 3 (1): 35-49.
- Rosales-Serna, R., Ochoa-Márquez, R., Acosta-Gallegos, J. A. (2001). Fenología y rendimiento del frijol en el altiplano de México y su respuesta al fotoperiodo. *Agrociencia*. 35 (5): 513-523.
- Sagasti, F. (2013). *Ciencia, Tecnología, Innovación*. Segunda Edición. Fondo de Cultura Económica. México. 273 p.
- Salgado-García, S. y Núñez-Escobar, R. (2010). *Manejo de fertilizantes químicos y orgánicos*. Colegio de Postgraduados y Mundi-Prensa. México. 146 p.
- Salisbury, F. B. y Ross, C. W. 1994. *Fisiología Vegetal*. Grupo Editorial Iberoamericano. México. 759 p.
- Solano-Cervantes, F., Díaz-Ruiz, R., Jacinto-Hernández, C., Aguirre-Álvarez, L., Huerta-de la Peña, A. (2009). Prácticas agrícolas, descripción morfológica, proteínica y culinaria del grano de cultivares de frijol sembrados en la región de Tlaxcala, Guerrero. *Ra Ximhai*. 5 (2): 187-199.
- Spedding, C. R. (1979). *Ecología de los sistemas agrícolas*. Blume Ediciones. España. 320 p.
- Studdert, G.A., Domingo, M.N., García, G.V., Monterunnianes, M.G. & Dominguez, G.F. (2017). Carbono orgánico del suelo bajo sistemas de cultivo contrastantes y su relación con la capacidad de proveer nitrógeno. *Ciencia del Suelo (Argentina)*. 35 (2): 285-299.
- Thiagalingam, K., McNamara, T. and Gould N.S. (1991). No-till technology and legume rotation for sustainable crop production in the Douglas Daly Region of the Northern Territory, Australia. *Soil & Tillage Research*, 20: 285-292.
- Urbano, T. P. (2002). *Fitotecnia: Ingeniería de la Producción Vegetal*. Mundi-Prensa. 528 p.
- Varela, M. F., Barraco, M., Gili, A., Taboada, M. A., & Rubio, G. (2017). Biomass decomposition and phosphorus release from residues of cover crops under no-tillage. *Agronomy Journal*, 109 (1): 317-326.

- Velázquez, G. J. (2002). *Agrofenoclimatología*. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México. 338 p.
- Villalobos, F. J., Mateos, L., Orga, Z. F., Federes, E. (2002). *Fitotecnia: Bases y Tecnologías de la Producción Agrícola*. Mundi-Prensa. 498 p.
- Villalobos, V., García M. y Avila F. 2017. *La innovación para el logro de una agricultura competitiva, sustentable e inclusiva*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Fundación Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. México. 141 p.
- Villano, R., Asante, B. O., & Bravo-Ureta, B. (2019). Farming systems and productivity gaps: Opportunities for improving smallholder performance in the forest-savannah transition zone of Ghana. *Land use policy*. 82: 220-227.
- Wang, H., Wang, S., Yu, Q., Zhang, Y., Wang, R., Li, J., & Wang, X. (2020). No tillage increases soil organic carbon storage and decreases carbon dioxide emission in the crop residue-returned farming system. *Journal of Environmental Management*, 261, 110261.
- Wielgolaski, F. E. (2001). Phenological modifications in plants by various edaphic factors. *Int. J. Biometeorol.* 45 (4): 196-202.
- Zandstra, H. G., Price, E. C., Litsinger, J. A., & Morris, R. A. (1986). *Metodología de investigación en sistemas de cultivo en finca*. CIID, Ottawa, ON, CA.
- Zhang, Z., Song, X., Tao, F., Zhang, S. and Shi, W. (2016). Climate trends and crop production in China at county scale, 1980 to 2008. *Theoretical and Applied Climatology*. 123: 291-302.