



Maestría en **Agricultura
Tropical Sostenible**

Ceiba
A Scientific and Technical Journal
Published by Zamorano



日本 THE NIPPON
財団 FOUNDATION

ZAMORANO Investiga

Contribuyendo a una **Agricultura Sostenible**

Líneas Estratégicas de Investigación en la Universidad Zamorano

Juan Carlos Rosas, Ph.D.
Arie Sanders, Ph.D.

Versión 2.0

Contenido

Prefacio	2
1 Introducción	3
2 Ejes transversales de la investigación en Zamorano	3
2.1 Adaptación y mitigación al cambio climático	4
2.2 Seguridad alimentaria y nutricional	5
3 Líneas estratégicas de Investigación en Zamorano	6
3.1 La agro-biodiversidad y la agricultura sostenible	7
3.2 Manejo integrado de los recursos naturales en la agricultura	8
3.3 Sistemas de producción y nutrición animal	9
3.4 Agro-ambiente y energía	10
3.5 Innovaciones para el desarrollo rural sostenible y nutrición humana	11
3.6 Cadenas de valor en la agricultura tropical	12
4 Estrategia de disseminación de conocimientos y tecnologías	13
5 Referencias	13

Prefacio

El objetivo del presente documento es orientar a los estudiantes de la Maestría en Ciencias en Agricultura Tropical Sostenible (MATS) en sus temas de investigación. La investigación agrícola en Zamorano es amplia y va desde el fomento de la eficiencia en las cadenas agrícolas hasta la adaptación a los efectos del cambio climático y la seguridad alimentaria. A través de la investigación aplicada la facultad de Zamorano contribuye al desarrollo sostenible del sector agrícola en América Latina. Los desafíos a los que se enfrenta la agricultura son inmensos y son abordados en Zamorano a través de dos ejes transversales y siete líneas estratégicas de investigación. Los ejes transversales y las líneas estratégicas de investigación son resumidos en este documento, incluyendo algunos ejemplos de las actividades investigativas que han sido desarrolladas durante los últimos años.

Para la preparación del documento se contó con el apoyo de la facultad de Zamorano en sus áreas de especialización. Se agradece al Dr. Bernardo Trejos y a la Ing. Erika Tenorio del Departamento de Ambiente y Desarrollo, a la Dra. Gloria Gauggel del Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria, a la Dra. Adriana Hernández del Departamento de Agroindustrias Alimentarias y al Dr. Jeffrey Lansdale, Rector de la Universidad Zamorano.

Los autores están conscientes que este documento aún se encuentra en desarrollo y se invita a la facultad de Zamorano a una retroalimentación constante para fomentar la investigación en nuestra Universidad.

Juan Carlos Rosas y Arie Sanders

1 INTRODUCCIÓN

Hay suficiente evidencia que la inversión en la investigación agrícola genera importantes beneficios económicos y sociales, en particular por su impacto en la productividad y la seguridad alimentaria. Además, la investigación agrícola proporciona importantes beneficios ambientales y sociales, aunque sus resultados son más difíciles de cuantificar (Alston, 2010). Dentro de la investigación agrícola, tradicionalmente las universidades han asumido un papel importante, no solamente en la formación de sus egresados, sino también en la promoción de la transferencia de conocimientos y tecnologías (IANAS, 2018).

La investigación aplicada debe abordar los problemas inmediatos y, al mismo tiempo, anticipar las necesidades futuras. Es decir, las investigaciones que se realizan actualmente en el Zamorano son de gran importancia para las soluciones y enfoques futuros para el sector agropecuario, tanto a nivel nacional como internacional. La definición de prioridades estratégicas para la investigación agrícola, pecuaria, forestal y ambiental en la Universidad Zamorano permite reforzar las sinergias entre los diferentes departamentos académicos y sus iniciativas de investigación. La estrategia de investigación tiene como objetivo alcanzar mayores logros en la generación de conocimientos y tecnologías que fortalezcan las capacidades innovadoras de sus graduados, y que puedan ser transferidos y adoptados por los diversos actores del sector agrícola para contribuir al desarrollo sostenible en la región.

La generación de nuevos conocimientos y tecnologías en la Universidad Zamorano se realiza a través de los proyectos especiales de graduación, las tesis de Maestría en Agricultura Tropical Sostenible, las unidades de investigación y desarrollo y los proyectos de investigación de los departamentos académicos, orientados a solucionar los principales problemas que limitan la producción de alimentos y el desarrollo sostenible del sector agrícola Latinoamericano. El enfoque de las investigaciones en Zamorano se fundamenta en el manejo de los recursos de cultivos y animales, suelo, agua, biodiversidad y ecosistemas de manera integral y holística. Los conocimientos y tecnologías generadas deben contribuir a la sostenibilidad agrícola, conservación de la biodiversidad y los ecosistemas, y la seguridad alimentaria y nutricional.

El presente documento consta de tres secciones. En la sección 1 se presenta la introducción al documento. En la sección 2, se presentan los dos ejes transversales de la investigación, incluyendo la adaptación y mitigación al cambio climático y la seguridad alimentaria y nutricional. En la sección 3, se presentan las líneas de investigación incluyendo la agro-biodiversidad y la agricultura sostenible, el manejo integrado de recursos naturales en la agricultura, los sistemas de producción y nutrición animal, el agro-ambiente y la energía, las cadenas de valor en la agricultura tropical, y la disseminación de conocimientos y tecnologías.

2 LOS EJES TRANSVERSALES DE LA INVESTIGACIÓN EN ZAMORANO

En la definición de las líneas estratégicas de la investigación de la Universidad Zamorano, se han identificado dos ejes transversales que incluyen la totalidad de las diferentes áreas de conocimiento: a) la adaptación y mitigación al cambio climático y b) la seguridad alimentaria y nutricional. A continuación, se explica los enfoques de cada uno de los dos ejes transversales.

2.1 Adaptación y mitigación al cambio climático

Un estudio reciente usando la base de datos FAO's EcoCrop, identifica a Centro América y El Caribe como una de las regiones más críticas a nivel mundial con base en las amenazas a la agricultura y los ecosistemas naturales debidas al cambio climático (Hannah et al., 2013). El aumento de la temperatura y la frecuencia de eventos meteorológicos extremos y las variaciones en las estaciones de lluvias causados por el incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y factores relacionados con el aumento de la población, amenaza la seguridad alimentaria a nivel global (FAO, 1997; IDEAM, 2013; IPCC, 2013).

Según el Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI, siglas en inglés), la agricultura es extremadamente vulnerable al cambio climático (Hannah et al. 2013; CEPAL, 2018; FAO, 2018b). El aumento de la temperatura reduce la producción de los cultivos y facilita la proliferación de malezas y plagas. Los cambios en el régimen de las lluvias aumentan las probabilidades de fracaso de las cosechas y la reducción de la producción (Nelson et al., 2009; IPCC, 2014). Las regiones más afectadas son las de los países en vía de desarrollo donde ya existe problemas de inseguridad alimentaria. Definitivamente, el cambio climático afecta y continuará afectando negativamente la agricultura y el bienestar humano si no se adoptan e implementan medidas de mitigación y adaptación para contrarrestarlos (CEPAL, 2015; Hannah et al., 2013; Gerber et al., 2013). Las medidas de “mitigación” son aquellas acciones que están encaminadas a reducir y limitar las emisiones de GEI; mientras que, las de “adaptación” se basan en reducir la vulnerabilidad ante los efectos derivados del cambio climático.

Se requiere la implementación de políticas y programas de desarrollo para la adaptación al cambio climático, aumentar las inversiones en ciencia y tecnología para mejorar la productividad agrícola bajo este contexto, fortalecer los programas nacionales de investigación y extensión, mejorar la información y difusión de datos relacionados al cambio climático, apoyar las estrategias de adaptación en las comunidades e incrementar el financiamiento para la investigación e implementación de programas de adaptación y mitigación al cambio climático (Nelson et al, 2009).

Los esfuerzos hacia un desarrollo agrícola sostenible deben empezar con facilitar el acceso a la implementación de prácticas de manejo para reducir los efectos de degradación de los suelos por efectos de la erosión, el manejo de las fuentes de agua y su uso en la agricultura, las variedades mejoradas resilientes a los efectos del cambio climático, la agricultura familiar y la diversificación de las fincas y sus sistemas productivos, las metodologías participativas para el fortalecimiento de capacidades de las comunidades rurales, y otros conocimientos y tecnologías que actualmente se encuentran disponibles pero que por falta de mecanismos efectivos no han sido suficientemente diseminados y adoptados, principalmente por los grupos de agricultores social y económicamente menos favorecidos.

Algunas medidas de adaptación como cambios en el uso de la tierra, manejo sostenible, seguros agrícolas, irrigación, variedades adaptadas y cambios en el manejo agronómico de los cultivos, son usados en el sector agrícola para contrarrestar las variaciones climáticas (Altieri y Nicholls, 2013; IPCC, 2014). Adicionalmente, la diversificación económica ha sido usada en el manejo de riesgos, climáticos y de mercado, lo que se ha ido incrementado. Aunque no es una adaptación directa al cambio climático, la diversificación reduce la dependencia de los agricultores en el ingreso agrícola y permite mayor flexibilidad en el manejo de los cambios ambientales (Eakin, 2005; Bioversity International, 2007; Brown et al., 2018; FAO, 2018a).

La Universidad Zamorano actualiza sus actividades académicas y de aprender-haciendo, y de investigación y desarrollo de tecnologías, teniendo en cuenta los efectos negativos de las variaciones y cambios climáticos en la agricultura y actividades afines. Para ello, cuenta con docentes expertos en las disciplinas relacionadas, equipos y facilidades para estudiar y conducir actividades de enseñanza-aprendizaje y proyectos de investigación que enfatizan en diversos factores limitantes relacionados al cambio climático y alternativas de adaptación y mitigación a estos cambios.

2.2 Seguridad alimentaria y nutricional

La seguridad alimentaria y nutricional (SAN) existe cuando todas las personas tienen acceso en todo momento a alimentos suficientes, seguros y nutritivos para cubrir sus necesidades nutricionales y las preferencias culturales para una vida sana y activa (FAO, 2011a; CEPAL, 2018). La seguridad alimentaria debe incluir la inmediata disponibilidad de alimentos nutritivamente adecuados y seguros, y la habilidad asegurada para disponer de dichos alimentos en una forma sostenida y socialmente aceptable. Los conceptos estrechamente ligados a la SAN son el hambre, es decir la escasez de alimentos básicos que causa carestía y miseria generalizada; la hambruna, el resultado de una secuencia de procesos y sucesos que reducen la disponibilidad de alimentos o el derecho al alimento, causando un aumento notable y propagación de la morbilidad y mortalidad; y la pobreza, la falta del ingreso necesario para satisfacer las necesidades esenciales no alimentarias como el vestuario, la energía y la vivienda (FAO, 2011a; 2011b).

Según la Declaración Universal de los Derechos Humanos (1948) “toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar y en especial la alimentación”. Asimismo, el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (1996) hace hincapié en “el derecho de toda persona a un nivel de vida adecuado para sí y su familia, incluso la alimentación” y “el derecho fundamental de toda persona de estar protegida contra el hambre”.

Datos recientes indican un aumento del hambre mundial en los últimos años, después de un período de disminución prolongado. Se estima que 821 millones de personas aproximadamente, una de cada nueve en todo el mundo, están subalimentadas. La subalimentación y la inseguridad alimentaria grave parecen estar aumentando en casi todas las regiones de África, así como en América del Sur, mientras que la situación de desnutrición se mantiene estable en la mayoría de las regiones de Asia. Los indicios del aumento del hambre y la inseguridad alimentaria nos advierten de que falta mucho por hacer para asegurarnos de “no dejar a nadie atrás” en el camino hacia la consecución de un mundo con hambre cero (Oshaug y Haddad, 2002; FAO, 2018a; 2018b; CEPAL, 2018), relacionado con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS)-2, contribuir a disminuir la desnutrición y garantizar la SAN a la población de manera sostenible.

La investigación en Zamorano incluye enfoques dirigidos a solucionar problemas de SAN en la región, mediante el desarrollo de tecnologías que faciliten el incremento de productividad de cultivos y animales bajo prácticas de manejo sostenible de los recursos de agua y los suelos, y la adaptación a los efectos del cambio climático. Principalmente, a través de la formación de profesionales con capacidades y conocimientos para emprender acciones en el sector agrícola y afines que generen soluciones e impactos en la SAN, incluyendo el desarrollo y uso de variedades de plantas y eco tipos animales más resilientes y procesos más efectivos para mejorar la calidad nutricional e inocuidad de los alimentos naturales y transformados.

En las últimas décadas millones de personas se han beneficiado de una mejora en los estándares de vida. Muchos países han experimentado aumentos en la esperanza de vida, crecimientos per cápita en la producción de alimentos y en el producto interno bruto, mejoras en la matrícula escolar, estatus de la mujer y acceso a la atención primaria de la salud y al agua potable, y un mayor respeto a los derechos humanos (MacDonald et al., 2002). A pesar de estos avances, algunos países y regiones sólo han alcanzado pequeñas mejoras o tal vez ninguna del todo. Se ha visto escaso progreso y bienestar de las personas especialmente en la región del África del Sub-Sahara, y también en muchos países en el Sur y el Centro de Asia, Centro América y el Medio Oriente.

Las Américas son una región privilegiada con una gran abundancia de recursos naturales, riqueza en agro-biodiversidad, tierras de cultivo y disponibilidad de agua, importantes ventajas para el futuro (IANAS, 2017). Sin embargo, el uso eficiente de los recursos hídricos es indispensable para el crecimiento futuro de la producción de alimentos, la salud pública y la calidad de vida en las Américas. El agua, los alimentos y la energía son recursos interdependientes que requieren de una gestión más integral. Un desafío clave del futuro será la producción de alimentos más sanos sin aumentar las zonas agrícolas, mientras que, simultáneamente, se reducen las emisiones de GEI y los desechos. Por otro lado, en Latinoamérica, la desnutrición, la inseguridad alimentaria y la obesidad coexisten en mayor o menor grado, al igual que las enfermedades crónicas relacionadas con obesidad (IANAS, 2018).

La agricultura y la nutrición están estrechamente vinculadas y la seguridad alimentaria es uno de los tres pilares de la buena nutrición, junto con el buen cuidado y la buena salud. A través de las últimas décadas las evidencias han demostrado que la productividad agrícola es una fuerza poderosa para la reducción de la pobreza y para el desarrollo económico (Oshaug y Haddad, 2002; IICA, 2014; Neven, 2015). Sin embargo, una serie de factores ha limitado el crecimiento en la productividad agrícola en las regiones menos desarrolladas. Lo anterior debido a una baja inversión en investigación y desarrollo agrícola, irrigación, infraestructura rural y educación; así como a la incapacidad de los agricultores pobres a acceder al mercado de los países desarrollados o en vías de desarrollo (Oxfam International, 2009).

En el futuro, las mejoras en la productividad agrícola y en la productividad del agua tendrán que darse dentro del contexto de tierras más frágiles, cambios globales de patrones de clima y de crecimiento poblacional (MacDonald et al., 2002). Por otro lado, a pesar de una acelerada globalización del comercio, de la inversión, del trabajo y de la información, la desigualdad va en aumento, entre y dentro de los países. Aún si esta brecha creciente entre ricos y pobres no afecta directamente las condiciones de vida de los más pobres, el aumento en la desigualdad puede amenazar el crecimiento en varias formas, causando inestabilidad económica y política (Oxfam International, 2014).

El “corredor seco de Centroamérica” que se extiende a lo largo del litoral Pacífico desde el occidente de Guatemala hasta el norte de Costa Rica, incluye una población de casi 11 millones en un área principalmente rural caracterizada por una marcada precipitación estacionaria, vulnerabilidad al cambio climático, gran biodiversidad, pobreza, inseguridad alimentaria y emigración (FAO, 2012a; Gotlieb et al., 2018; WFP, 2017). Esta región se encuentra relativamente cerca de la Universidad Zamorano y debe constituir un área de atención prioritaria de la investigación y desarrollo agrícola.

A continuación, se describen las líneas de investigación a las cuales la Universidad Zamorano debe orientar sus programas de investigación e innovación tecnológica y los recursos humanos, financieros y logísticos disponibles para estos fines.

3.1 La agro-biodiversidad y la agricultura sostenible

La biodiversidad es la variedad genética de las especies de plantas, animales, hongos y microorganismos, y sus relaciones con los ecosistemas (FAO, 2018a). Desde tiempos milenarios los agricultores y ganaderos han utilizado la biodiversidad en sus procesos de domesticación y desarrollo de la agricultura, y la adaptación a los cambios debidos a los efectos de factores limitantes, bióticos y abióticos, que afectan la producción sostenible de los cultivos y animales (Altieri y Nicholls, 2008). En la era moderna, estos reservorios genéticos son utilizados para el mejoramiento genético y la generación de variedades de plantas y eco tipos animales resistentes, más resilientes y de mayor productividad y mejor calidad.

La biodiversidad es un componente integral de la salud de los ecosistemas, es fundamental para la sostenibilidad de la producción de alimentos y necesaria para crear medios resilientes de subsistencia. Lamentablemente, la biodiversidad se pierde a un ritmo alarmante y tendrá consecuencias devastadoras si no se hace algo al respecto. Los cambios en el clima pueden revertirse con el tiempo, pero una vez que una especie se extingue no es posible recuperarla (FAO, 2018a).

La agro-biodiversidad o biodiversidad agrícola, incluye todos los componentes de la diversidad biológica que son relevantes para la alimentación y la agricultura, junto con los componentes de la diversidad biológica que constituyen el agro-ecosistema como la variedad y variabilidad de animales, plantas y micro-organismos, y de ecosistemas, que sostienen los procesos del agro-ecosistema (FAO, 2018c). Esta diversidad ha sido moldeada por los agricultores y las comunidades durante miles de años y sigue siendo un elemento clave de las estrategias de supervivencia de los pequeños agricultores pobres de todo el mundo. La agro-biodiversidad, incluidas las variedades silvestres de los recursos genéticos, constituye un recurso fundamental para la mejora continua de las variedades y razas, necesario para hacer frente a los cambios.

La agricultura sostenible debe garantizar la SAN mundial y simultáneamente debe promover ecosistemas saludables y facilitar la gestión sostenible del suelo, el agua y los recursos naturales (FAO, 2019a). La agricultura sostenible debe satisfacer las necesidades de productos y servicios de las generaciones presentes y futuras, garantizando la rentabilidad, la conservación del medio ambiente y la equidad social y económica. La agricultura sostenible integra una serie de acciones dirigidas a revertir las tendencias que conducen a la pérdida de la biodiversidad, los ecosistemas y recursos naturales (Bioversity International, 2007; Altieri y Nicholls, 2013).

Las colecciones más amplias y completas de la diversidad genética del frijol común, incluyendo el ancestro silvestre y parientes del género *Phaseolus*, y variedades criollas de maíz de Honduras, se conservan en el Banco de Germoplasma de Zamorano (Rosas, 2011). Así mismo, se conservan en vivo colecciones de pastos y forrajes, malezas, orquídeas, mango, especies forestales, insectos en el Laboratorio Entomológico, una gran diversidad de especies de plantas en el Jardín Botánico y una amplia colección de muestras de plantas en el Herbario Paul Stanley (Mora y López, 2011). Zamorano reconoce la importancia de la agro-biodiversidad en la sostenibilidad y en el desarrollo agrícola, con base en la interacción de cultivos y animales en un enfoque integrado para la conservación y manejo eficiente de las fuentes de agua, suelos y ecosistemas.

3.2 Manejo integrado de los recursos naturales en la agricultura

Las plantas cultivadas y animales domésticos requieren de agua y suelo, dos recursos naturales muy importantes en la agricultura. La tierra es un recurso esencial para la producción de alimentos. Más del 97% de todos los alimentos que consumen los humanos provienen de uso de este recurso. Prácticas sostenibles de uso y manejo de las tierras son necesarias en todas partes con el fin de reducir la degradación de tierras arables de alto valor debido a factores diversos que lo degradan, especialmente por la erosión de los suelos.

El suelo es un recurso natural no renovable, su pérdida no es recuperable en el marco de tiempo de una vida humana. La degradación del suelo es una amenaza real y creciente causada por usos insostenibles de la tierra y prácticas de gestión y extremos climáticos (FAO, 2015). La tasa actual de degradación del suelo amenaza la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus necesidades, a menos que podamos revertir esta tendencia a través de un esfuerzo concertado para su gestión sostenible.

La composición del suelo no es sólo un conglomerado de pequeñas partículas de materia orgánica y minerales que las plantas pueden usar. Es una entidad viva que aloja innumerables organismos cuya diversidad puede incluso superar la de los organismos que viven sobre la superficie de la tierra. La biodiversidad en el suelo (la biodiversidad edáfica) existe e interactúa a nivel genético, inter-específico y ecológico. Es la suma de todos los organismos que pasan una porción de su ciclo de vida en el suelo y la materia orgánica en descomposición (Brown et al., 2007).

El agua es otro recurso esencial para la producción de cultivos y animales y es el factor limitante más importante en la producción agrícola en el mundo (IICA, 2017). Los cultivos requieren grandes cantidades de agua para reemplazar el agua que transpiran las plantas, y en general la producción del cultivo de maíz bajo irrigación requiere tres veces más energía que bajo lluvia sin incluir la mano de obra (Pimentel et al., 1982). De igual forma, el uso de agua para la agricultura resulta en la potencial contaminación por nutrientes, los cuales representan la mayor fuente de contaminación de acuíferos a nivel mundial.

La disponibilidad de agua en el suelo y las características físico-químicas y microbiológicas del suelo, influyen en la decisión de qué cultivos y en qué épocas sembrar y cuándo regar cuando las lluvias son insuficientes. Los suelos son la base para el desarrollo sostenible de la agricultura, las funciones esenciales de los ecosistemas y la seguridad alimentaria, por lo tanto, son la clave para sostener la vida en la Tierra (FAO, 2019b).

El manejo eficiente y la conservación del agua de riego se hace posible mediante el conocimiento básico de las relaciones suelo-agua-planta, incluyendo que la capacidad de retención de agua por el suelo depende de su textura, las raíces solo pueden utilizar agua entre capacidad de campo y el punto de marchitez permanente, aunque las raíces pueden crecer profundamente la mayoría del agua y nutrientes son tomados de la mitad superior de la zona radicular, y la baja calidad del agua de riego puede reducir la habilidad de las plantas para tomar el agua y afectar la estructura del suelo (Rogers et al., 2014).

El manejo integrado del suelo y agua, principales factores de la producción, es clave para la producción agrícola sostenible. El suelo y el agua sustentan la producción de biomasa en general, y de productos agropecuarios (alimentos), en particular (FAO, 2015). El suelo provee materias primas, garantiza el secuestro y almacenamiento de carbono, es el almacén del patrimonio geológico y

arqueológico de la humanidad, facilita la reserva de agua, y determina el ciclo de nutrientes y la reserva de la biodiversidad. De esta manera, el suelo y el agua son cruciales para satisfacer las necesidades de cultivos y animales, y garantiza la seguridad alimentaria y el bienestar de la población creciente.

En la Universidad Zamorano se investigan y se implementan innovaciones tecnológicas para mejorar las relaciones suelo-agua-planta bajo una agricultura sostenible que permita incrementar la productividad de los sistemas de producción de cultivos y animales, mediante el uso eficiente de las fuentes de agua e irrigación, el manejo sostenible de los suelos, y la conservación de la biodiversidad, los ecosistemas y los recursos naturales. Adicionalmente, se reconoce la importancia de la gestión del agua en cuencas hidrográficas como unidades de planificación y gestión, y la necesidad del establecimiento de alternativas de manejo integrado que consideren las poblaciones insertas en estos territorios y su rol en las relaciones suelo-agua.

3.3 Sistemas de producción y nutrición animal

Los sistemas de producción y nutrición animal incluyen un conjunto de animales y cultivos forrajeros y otros recursos que son manejados por el hombre bajo diversas condiciones ambientales, utilizando prácticas y técnicas para obtener productos útiles a la sociedad. Para ello, en la Universidad Zamorano los factores de producción y nutrición animal se equilibran de forma armónica con el fin de obtener productos y servicios de manera eficiente, bajo los principios de ser biológicamente eficientes, económicamente rentables y ecológicamente sostenibles.

El incremento de la demanda de las economías de rápido crecimiento, han incentivado el crecimiento del sector ganadero en las últimas décadas, las cuales son satisfechas principalmente por la producción comercial y las cadenas alimenticias afines. Sin embargo, existen miles de criadores de ganado en zonas rurales usando prácticas tradicionales, que son la base de sus sistemas de subsistencia y seguridad alimentaria familiar. En el crecimiento y la transformación del sector ganadero se presentan oportunidades para el desarrollo agrícola, la seguridad alimentaria y la reducción de la pobreza. Sin embargo, la implementación rápida de estos cambios puede ocasionar la marginación de pequeños ganaderos, incrementar los riesgos de la pérdida de biodiversidad de especies ganaderas y avícolas, los recursos naturales y la salud humana (Gerber et al., 2013).

La producción de ganado de carne y de leche contribuye a la mayor parte de las emisiones de GEI del sector, mientras que, la producción de carne de pollo y cerdo es menor. El incremento proyectado en la producción animal resultará en mayores emisiones en el tiempo. Las posibles intervenciones para reducir las emisiones se basan en tecnologías y prácticas para mejorar la eficiencia en la producción animal, incluyendo el uso de alimentos de mejor calidad y mejor balanceados y el manejo eficiente del estiércol (Gerber et al., 2013).

La ganadería vacuna y la producción porcina típicas de países templados o de zonas altas, comienzan a ser afectadas por el aumento de la temperatura. Sin embargo, en los países subtropicales y tropicales, donde la ganadería vacuna está más adaptada a temperaturas mayores, es afectada severamente por la reducción de la disponibilidad de agua debido a la disminución de las lluvias, a la prolongación de la temporada seca o a la modificación del régimen de lluvias (Alvarez, 2014). Por otro lado, la producción porcina en los países cálidos está prácticamente en los límites soportables de temperatura para la especie y sus razas. La avicultura especializada en la producción de huevos se afecta por el aumento de la temperatura, que incide en el comportamiento de las aves, reduce su coeficiente de conversión y afecta la productividad del animal.

Las tecnologías relacionadas a la salud animal son las más utilizadas para lograr que la producción animal sea más eficiente, entre las más importantes se encuentran la prevención y el tratamiento oportuno de enfermedades, a través de la aplicación oportuna de vacunas y el uso de técnicas de diagnóstico molecular (Martínez et al., 2013). La utilización de eco tipos y razas criollas o autóctonas con adaptación a ciertos nichos ecológicos y sistemas tradicionales de producción, representa una diversidad de características útiles para el mejoramiento genético animal y la adaptación a los efectos del cambio climático.

En la Universidad Zamorano, se investigan e implementan tecnologías, innovaciones y prácticas de manejo que permiten el desarrollo sostenible de la producción de leche, carne de vacuno, porcino, aves de corral y ruminantes menores, teniendo en consideración los aspectos relacionados con la salud y el bienestar, la utilización razonable de la diversidad genética, la alimentación y la nutrición animal, y la adaptación a efectos del cambio climático.

3.4 Agro-ambiente y energía

El incremento de la temperatura global, el número de especies extinguidas o en riesgo, la deforestación, la erosión de los suelos, el uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas, el agotamiento de los acuíferos y la pérdida de la diversidad genética, son una preocupación muy grande por sus efectos en el detrimento de la agricultura y la producción de alimentos (CEPAL, 2018; FAO, 2018b). Sin embargo, más graves son las desigualdades socioeconómicas, los índices alarmantes de pobreza, el hambre, la desnutrición y la mortalidad infantil. En respuesta a estos retos se han planteado algunas opciones para solucionar los problemas del mundo actual. En el sector agroalimentario, se plantea la búsqueda de la producción de alimentos y otros productos animales y vegetales ambientalmente sanos, socialmente aceptables y económicamente viables a través de la agricultura sostenible.

Los incrementos en la productividad agrícola han sido posibles mediante el incremento en el uso de energía proveniente de combustible fósiles, incluyendo el uso de maquinaria y agroquímicos. Su uso indiscriminado ha dejado de tener en cuenta sus efectos ambientales como la degradación de los suelos y la contaminación de las fuentes de agua con fertilizantes, pesticidas, partículas de suelo y residuos de procesos pos cosecha, las emisiones de GEI y causantes de acidificación. Estos impactos ecológicos negativos causados por las actividades agrícolas tienen efectos económicos y sociales en detrimento de la calidad de vida de los productores y las comunidades rurales.

La agroecología basada en principios básicos para el diseño y manejo de agro-ecosistemas productivos y conservacionistas de los recursos naturales, culturalmente sensibles y socioeconómicamente viables (Gliesmann, 2002; Altieri y Nicholls, 2013), y la agricultura orgánica (FAO, 2003), que se fundamenta en la producción de cultivos y animales mediante el uso de insumos naturales en vez de los sintéticos, son dos enfoques importantes para una agricultura sostenible (Herrera 2008). Por otro lado, un número pequeño de prácticas y tecnologías definen la agricultura sostenible, las cuales implican un mejor uso de los recursos y tecnologías existentes incluyendo el manejo integrado de plagas, el manejo integrado de nutrientes, la labranza de conservación y la agro-forestería (Oxfam International, 2009).

La producción agropecuaria puede aportar al desarrollo sostenible si se producen alimentos nutritivos e inoctrinos a precios razonables, se generan empleos y se reducen los riesgos en la salud y la pobreza, y si se usan eficientemente los recursos renovables y no renovables, disminuyen la

pérdida de agroquímicos por percolación, volatilización y erosión, se mantiene y mejora la calidad del suelo y se minimizan los riesgos de contaminación del agua y las emisiones de GEI.

3.5 Desarrollo rural sostenible y nutrición humana

El concepto desarrollo rural se refiere al proceso que conduce a una mejora sostenible de la calidad de vida de la población rural, especialmente de los grupos más vulnerables, como son los pequeños productores, grupos indígenas y mujeres. Este proceso de desarrollo rural debe resultar en una condición de vida mejor para los millones de latinoamericanos que viven en la pobreza. Sin embargo, no hay una receta única para enfrentar este gran desafío, esto depende directamente del tiempo, espacio y la cultura en el territorio.

Durante las últimas décadas se ha debatido mucho sobre los cambios que se están produciendo en el desarrollo rural, tanto en lo que se refiere a la naturaleza de los cambios que se están produciendo en las economías rurales como a los enfoques adoptados en las estrategias para la reducción de la pobreza rural. Un cambio importante en los estudios de desarrollo rural ha sido la ampliación de su enfoque que tradicionalmente ha estado concentrado en las actividades agrícolas. Con este cambio se observa un enfoque más holístico hacia el territorio rural en cual se encuentra una gran cantidad de actores y actividades económicas (Reardon, 2003; Woods, 2018). Aunque se considera que en los procesos de desarrollo rural se involucra a muchos actores diferentes, rechazamos la noción de que el desarrollo rural sólo puede proceder a través de la “expropiación” de la agricultura. Como argumenta Van der Ploeg (2000) el desarrollo rural puede construirse de manera muy eficaz utilizando la capacidad de innovación y las habilidades empresariales presentes en el propio sector agrícola.

El incremento al acceso y la implementación de tecnologías e innovaciones en zonas rurales con participación activa de los agricultores y ganaderos a través de la investigación participativa, promueve la integración del conocimiento científico con el conocimiento local y facilita la adopción de tecnologías y prácticas más relevantes al contexto ambiental y socioeconómico que deben afrontar los pequeños agricultores y ganaderos (IICA, 2014).

La investigación e innovación tecnológica bajo enfoques de sistemas que garanticen el uso eficiente del agua y el suelo y la adaptación a las variaciones ambientales y socioeconómicas de una región, presenta alternativas de integración de cultivos y animales para mejorar la eficiencia del uso y conservación de los recursos de la finca, los ecosistemas y recursos naturales, de manera integral y diversificada para garantizar la SAN de los sectores rurales y la sociedad en general.

Existe un consenso general acerca de la necesidad de dirigir los esfuerzos de la investigación e innovación hacia logros científicos y tecnológicos eco-amigables y, más en general, de medidas que favorecen el desarrollo sostenible incluyendo la búsqueda de nuevas fuentes de energía hasta el incremento de la eficacia en la obtención de alimentos (Vilches et al. 2014), como lo refiere el ODS-9.

En América Latina existe una considerable diversidad entre los sistemas nacionales de investigación agrícola, la infraestructura, las inversiones en capital humano, la capacidad financiera y los papeles que desempeñan los sectores público y privado en proveer herramientas de ciencia, tecnología e innovación (IANAS, 2014), además de fortalecer las alianzas público-privadas. La investigación sobre el cambio climático es fundamental, no solo porque la agricultura es una fuente importante de GEI, sino también para desarrollar estrategias de adaptación y mitigación climática en todos los países.

Se debe tener en cuenta que por sí solas, la ciencia, tecnología e innovación no pueden lograr todos los avances en SAN necesarios para el futuro. Los avances que éstas logren, combinados con una política eficaz basada en la evidencia, deberán implementarse en todo el continente americano. Por otro lado, es necesario vigilar y entender el cambio de la inversión en ciencia, tecnología e innovación que poco a poco se ha transferido del sector público al privado, para poder priorizar las brechas en el apoyo público.

La aplicación de técnicas moleculares para el desarrollo de cultivos y animales y el conocimiento de los genomas de muchas especies, han permitido avances en la generación de variedades de plantas cultivadas y eco tipos de animales domésticos con mayor resistencia a enfermedades y plagas, y mejor adaptación a condiciones de estrés causados por efectos del cambio climático, incluyendo la sequía, altas temperaturas y baja fertilidad de los suelos (Porch et al., 2007).

Avances recientes en la biofortificación de cultivos alimenticios de mayor consumo a nivel mundial (arroz, maíz, frijol, camote, yuca), han sido posibles mediante el mejoramiento genético para el desarrollo de variedades con mayor valor nutricional, incluyendo mejor calidad de proteínas y mayor contenido de minerales (hierro y zinc) y vitaminas (beta-caroteno) (Pfeiffer y McClafferty, 2007; Hilton, 2017). El desarrollo de nuevos productos y la medición de impacto en la nutrición, con el uso de estos y otros alimentos locales, con un enfoque innovador, brindará mejores oportunidades de nutrición a los grupos vulnerables.

3.6 Cadenas de valor en la agricultura tropical

Una cadena de valor comprende todas las actividades necesarias para llevar un producto desde su concepción hasta su comercialización (Acosta, 2006; Manrique, 2011; Neven, 2015). Por lo tanto, incluye el desarrollo de productos, las diferentes fases de producción, la extracción de materias primas, los materiales semi-acabados, la producción y el montaje de componentes, la distribución, la comercialización e incluso el reciclaje. Dado que estas actividades pueden estar repartidas entre varias empresas y países diferentes, la cadena de valor puede llegar a ser global. Debido a que el sector agrícola es de gran importancia para lograr un crecimiento más inclusivo e incrementar la seguridad alimentaria, es necesario prestar más atención a lo que ocurre entre la producción y el consumo.

El enfoque integral de la cadena de valor representa una alternativa para el desarrollo rural partiendo de un mercado seguro y la ejecución del proceso de producción primaria, transformación y comercialización en función de la demanda. Al tenerse una visión integrada de la agricultura con la industria y el comercio, se hace factible plantear acciones dirigidas al mejoramiento de la competitividad, la posibilidad de administrar mejor los recursos humanos y financieros, y la incorporación de tecnologías (Manrique, 2011).

Uno de los mayores objetivos de las cadenas de valor es consolidar oportunidades para que los pequeños productores puedan tener acceso a economías de escala en la compra de insumos y en la venta de productos, y estar en condiciones de negociar con los grandes comerciantes, proveedores, minoristas y agro procesadores (Fanjul y Guereña, 2010; FAO, 2012b). Los mercados agrícolas se están globalizando rápidamente, generando nuevos patrones de consumo y nuevos sistemas de producción y distribución. A menudo controladas por empresas y supermercados nacionales y multinacionales, están captando una parte creciente de los sistemas agroalimentarios en las regiones en desarrollo.

A pesar de que las cadenas de valor modernas en la agricultura se vuelven más grandes y sofisticadas a medida que los países se industrializan y se posicionan en los mercados globales, y han cambiado la estructura de género del mercado, por lo que mujeres con mejor instrucción compiten bastante bien en los trabajos calificados, aún persisten los estereotipos que mantienen a las mujeres pobres y sin educación en los trabajos menos calificados, más inseguros y peor remunerados de la cadena de valor (FAO, 2010).

4 ESTRATEGIA DE DISEMINACIÓN DE CONOCIMIENTOS Y TECNOLOGÍAS

Además de la gestión de conocimientos y desarrollo de tecnologías a través de la investigación e innovación, la Universidad Zamorano tiene la responsabilidad de diseminar estos conocimientos y tecnologías a través de sus programas de pre y posgrado. Los graduados de la Universidad Zamorano deben contribuir efectivamente en el desarrollo sostenible de la agricultura en América Latina, con el fin de impactar en los sectores metas para los que cuales han sido enfocado estos esfuerzos.

La contribución del personal docente de la Universidad Zamorano será más relevante en relación a la publicación de los resultados obtenidos en revistas y presentaciones en reuniones científicas y técnicas, y otros medios de diseminación. El reciente inicio de la Maestría en Ciencias en Agricultura Tropical Sostenible (MATS) debe permitir liderar estos esfuerzos y lograr mejores avances tecnológicos y niveles de adopción por los agricultores y ganaderos, y otros actores de las cadenas de valor del sector agropecuario y afines.

La divulgación de conocimientos y tecnologías debe incrementarse a través de diversos medios, incluyendo las publicaciones en revistas científicas y técnicas, de su propia gestión como la revista CEIBA y otras relevantes en el medio, participación activa y continua en eventos técnicos y científicos, y el uso de los medios regulares de comunicación. La estrecha vinculación con las instituciones de ciencia y tecnología, públicas y privadas, universidades, colegios agropecuarios, organizaciones no-gubernamentales y asociaciones de productores, es parte indispensable de estas iniciativas, mediante cursos y talleres de entrenamiento y capacitación, intercambio de estudiantes y personal docente, y la gestión continua para obtener el financiamiento necesario para estas actividades.

5 REFERENCIAS

- Acosta L.A. 2006. Agro-cadenas de valor y alianzas productivas: Herramientas de apoyo a la agricultura familiar en el contexto de la globalización. FAO, Santiago de Chile, 9p.
- Alston J. 2010. The Benefits from Agricultural Research and Development, Innovation, and Productivity Growth. OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers No. 31, OECD Publishing, Paris.
- Altieri M.A. y C. Nicholls. 2008. Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas. Agroecología 3:7-28.
- Altieri M.A. y C. Nicholls. 2013. Agroecología: Única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socio-ecológica. Agroecología 7 (2):65-83.
- Alvarez A. 2014. El cambio climático y la producción animal. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 48:7-10.

- Ashley C. y S. Maxwell. 2001. Rethinking rural development. *Development Policy Review* 19(4):395-425.
- Bioversity International. 2007. Manejo de la biodiversidad en ecosistemas agrícolas. D.I. Jarvis, C. Padoch y H.D. Cooper (eds.). Bioversity International, Roma, 503p.
- Brown G.G., M.J. Swift, D.E. Bennack, S. Bunning, A. Montañez y L. Brussaard. 2007. Manejo de la biodiversidad del suelo en los ecosistemas agrícolas. En: Manejo de la biodiversidad en ecosistemas agrícolas, D.I. Jarvis, C. Padoch y H.D. Cooper (eds.). Bioversity International, Roma, pp. 234-282.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2015. Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe. L. Sanchez y O. Reyes (eds.). CEPAL, Naciones Unidas, Santiago de Chile, 73p.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2018. Seguridad alimentaria y nutricional: América Latina y el Caribe. Naciones Unidas, División de Desarrollo Social, CEPAL, Santiago de Chile, 5p.
- Dunlap R.E., F.H. Buttel, P. Dickens y A. Gilswijt (eds.). 2002. *Sociological theory and the environment: Classical foundations, contemporary insights*. Lanham, MD, Rowman and Littlefield Publ. Group, 366p.
- Eakin H. 2005. Institutional change, climate risk and rural vulnerability: Cases from Central Mexico. *World Develop.* 33:1923-1938.
- Ellis F. y A. Freeman. 2004. *Rural Livelihoods and Poverty Reduction Policies*. Routledge, London, 440p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 1997. *La agricultura y los cambios climáticos: la función de la FAO*. FAO, Roma, 2p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2003. *Agricultura orgánica, ambiente y seguridad alimentaria*. N. El-Hage Scialabba y C. Hattan (eds.). FAO, Roma, 259p.
- Fanjul G. y A. Guereña. 2010. *Acceso a los mercados agrícolas: Oportunidades para superar la pobreza rural*. Intermón Oxfam, 46p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2010. *El desarrollo de la cadena de valor agrícola: ¿Amenaza u oportunidad para el empleo femenino? Género y empleo rural*, Documento de Orientación No. 4, FAO, FIDA, OIT, Roma, 4p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2011a. *Seguridad alimentaria y nutricional: Conceptos básicos*. 3ra. Edición, FAO, Roma, 8p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2011b. *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo: Fomentando la resiliencia climática en aras de la seguridad alimentaria y la nutrición*. FAO, Roma, 200p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2012a. *Marco estratégico regional para la gestión de riesgos climáticos en el sector agrícola del corredor seco centroamericano*. FAO, Tegucigalpa, Honduras, 64p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2012b. *Análisis*

- de la Cadena de Valor de Hortalizas con énfasis en Seguridad Alimentaria y Nutricional. FAO, UASAN, Managua, Nicaragua, 137p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2015. 100 datos en 14 temas conectando a las personas, la alimentación y el planeta. FAO y el Programa de Desarrollo Post-2015.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2018a. Biodiversidad para una agricultura sostenible. FAO, Roma, 32 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2018b. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo: Fomentando la resiliencia climática en aras de la seguridad alimentaria y la nutrición. FAO, Roma, 198p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2018c. Agricultura sostenible y biodiversidad: un vínculo indisociable. FAO, Roma, 47p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2019a. Objetivos de desarrollo sostenible: Agricultura sostenible. FAO, Roma, 3p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2019b. Objetivos de Desarrollo sostenible: Tierra y suelos. FAO, Roma, 3p.
- Flores J.C., B. Trejos y A. Manueles. 2019. Oportunidades para el desarrollo de la forestería comunitaria. Tegucigalpa, Honduras, CLIFOR.
- Gerber P.J., H. Steinfeld., B. Henderson, A. Mottet, C. Opio, J. Dijkman, A. Falcucci y G. Tempio. 2013. Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, 115p.
- Gliesmann S.R. 2002. Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 359p.
- Gotlieb Y., P.M. Pérez-Briceño, H. Hidalgo y E. Alfaro. 2019. The Central America dry corridor: A consensus statement and its background. *Revista Yu'am* 3(5):42-51.
- Hannah L., M. Ikegami, D.G. Hole, C. Seo, S.H.M. Butchart, A.T. Peterson, P.R. Roehrdanz. 2013. Global climate change adaptation priorities for biodiversity and food security. *PlosOne*. DOI: 10.1371/journal.pone.0072590.
- Herrera F. 2008. Manual de Agricultura Orgánica “Verdes gotas para la vida”: Una alternativa sostenible para Galápagos. FUNDAR (Fundación para el Desarrollo Alternativo Responsable para Galápagos), Galápagos, Ecuador, 102p.
- Hilton B. 2017. Cultivos biofortificados: ¿Qué son, como funcionan y por qué deberíamos sembrarlos?. *ECHO*, Notas de Desarrollo No. 135:1-4.
- IANAS (Interamerican Network of Academies of Sciences). 2016. Guía hacia un futuro energético sustentable para las Américas. Surtidora Gráfica, SA de CV, México DF, 220p.
- IANAS (Interamerican Network of Academies of Sciences). 2017. Retos y oportunidades de la seguridad alimentaria y nutricional en las Américas: El punto de vista de las Academias de Ciencias. Surtidora Gráfica, SA de CV, México DF, 635p.
- IANAS (Interamerican Network of Academies of Sciences). 2018. Oportunidades y desafíos para la

- investigación en agricultura, y la seguridad alimentaria y nutricional de las Américas. Surtidora Gráfica, SA de CV, México DF, 48p.
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). 2013. Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de cultivos por sectores. IDEAM, Colombia, 49p.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2014. La innovación en la agricultura: Un proceso clave para el desarrollo sostenible. IICA, San José, Costa Rica, 20p.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2017. El agua para la agricultura de la Américas. V. Villalobos, M. García y F. Ávila (eds.), IICA, México, 132p.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers, Technical Summary and Frequently Asked Questions-Stockholm, Sweden.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2014. Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)). IPCC, Ginebra, Suiza, 157 págs.
- Kevany K. y D. Huising. 2013. A review of progress in empowerment of women in rural water management decision-making processes. *J. of Cleaner Production* 60(1):53-64.
- MacDonald B., L. Haddad, R. Gross y M. McLachlan. 2002. Nutrición: Los argumentos a favor. En: *Nutrición: La Base para el Desarrollo*. SCN (Comité Permanente de Nutrición del Sistema de las Naciones Unidas), Ginebra, Suiza.
- Martínez S., B. Corona, I. Espinosa y E. Lobo. 2013. Aplicaciones biotecnológicas en el diagnóstico de enfermedades veterinarias: Oportunidades y retos. *Salud Anim.* 35(3): 151-158, la Habana, Cuba, 8 p.
- Manrique G. 2011. Manual cadenas de valor agropecuarias. Proyecto BID Rural, Centro ACCION Microempresarial, Bogotá, Colombia, 42p.
- Matarrita-Cascante D., B. Trejos, H. Qin y S. Debner. 2016. Conceptualizing community resilience: Revisiting conceptual distinctions. *Community development* 48(1):105-123.
- Mora J.M. y L.I. López. 2011. El papel ambiental de Zamorano: Protección del ambiente y la biodiversidad. *CEIBA* 52(1): 162-173.
- Murdoch J., 1993. Sustainable rural development: Towards a research agenda. *Geoforum* 24(3):225-241.
- Nelson G.C., M.W. Rosegrant, J. Koo, R. Robertson, T. Sulser, T. Zhu, C. Ringler, S. Msangi, A. Palazzo, M. Batka, M. Magalhaes, R. Valmonte-Santos, M. Ewing, and D. Lee. 2009. Climate change: Impact on agriculture and costs of adaptation. *Food Policy Report 21*. International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington, D.C., 19p.
- Neven D. 2015. Desarrollo de cadenas de valor alimentarias sostenibles: Principios rectores. FAO, Roma, 90p.
- Oxfam International. 2009. Harnessing agriculture for development. Oxfam Research Report by Anabella Fraser. 74p.

- Oxfam International. 2014. Iguales: Acabemos con la desigualdad extrema es hora de cambiar. Informe por E. Seery y A. Caistor. Traducido al español por S. Ruíz y A. Sanz. Oxford, UK, 194p.
- Oshaug A. y L. Haddad. 2002. Nutrición y agricultura. En Nutrición: La base para el Desarrollo. SCN, Ginebra, Suiza, 4p.
- Pfeiffer W.H. y B. McClafferty. 2007. Harvest Plus: Breeding crops for better nutrition. *Crop Science* 47(S3):S88-S105.
- Pimentel D.S. 1984. Energy flows in agricultural and natural ecosystems. *CIHEAM Options Mediterraneennes IAMZ* 84(1):125-136.
- Ploeg Van der. 2000. Revitalizing agriculture: Farming economically as starting ground for rural development. *Sociologia Ruralis* 40(4):497-511.
- Porch T.G., R. Bernsten, J.C. Rosas, M. Jahn. 2007. Climate change and the potential economic benefits of heat tolerant bean varieties for farmers in Atlántida, Honduras. *J. Agric. University of Puerto Rico* 91:133-148.
- Reardon T., J. Berdegue, y G. Escobar 2001. Rural Nonfarm Employment and Incomes in Latin America: Overview and Policy Implications. *World Development*, Vol.29 No. 3 pp. 395-409.
- Redclift M. y G. Woodgate (eds). 1997. The international handbook of environmental sociology. Cheltenham, UK, Edward Elgar Publ., 225p.
- Rogers D.H., J. Aguilar, I. Kisekka, P. Barnes y F.R. Lamm. 2014. Soil, water and plant relationships. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, 8p.
- Rosas J.C. 2011. Contribuciones del Programa de Investigaciones en Frijol en Centro América y El Caribe. *Revista CEIBA* 52:65-73.
- Shucksmith M. y D.L. Brown. (eds). 2016. *Routledge international handbook of rural studies*. Oxon, UK, Routledge, 697p.
- Torre, A. y J.B. Traversac (2011) *Territorial Governance Local Development, Rural Areas and Agrofood Systems*. Springer-Verlag, Berlin, 29p.
- Vilches A., O. Macías y D. Gil. 2014. Ciencia y tecnología para la sostenibilidad. En: *La transición de la sostenibilidad: Un desafío urgente para la ciencia, la educación y la acción ciudadana*. Temas clave de reflexión y acción. Documento de trabajo No.1, Iberciencia, Andalucía, España, 257p.
- WFP (World Food Program of the United Nations). 2017. Food security and emigration: Why people flee and the impact family members left behind in El Salvador, Guatemala and Honduras. WFP, Ciudad de Panamá, Panamá, 19p.

Cita: Rosas J.C y A. Sanders. 2019. Líneas Estratégicas de Investigación en la Universidad Zamorano. Decanatura Asociada de Posgrado, Universidad Zamorano, Honduras, 17p.

Anexo 1. Líneas de investigación para las Tesis de Grado de la Maestría en Ciencias en Agricultura Tropical Sostenible para el período 2018-2020.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Seguridad alimentaria, consumo alimentario, deficiencias nutricionales y estado nutricional en el curso de vida, evaluación metabólica y enfermedades crónicas.

Mapeo de la fertilidad de los suelos. Fertilidad de suelos, nutrición de cultivos, relación suelo-agua-planta y su efecto en la nutrición de cultivos. Adecuación de suelos y nutrición vegetal. Nutrición vegetal en hidroponía y cultivos protegidos. Tipos de suelos y la nutrición vegetal.

Agua y Clima: Impactos y efectos del Cambio Climático (CC) en gestión de los recursos naturales de cuencas hidrográficas (agua, suelo y bosques). Cambio Climático y los procesos hidrológicos: escorrentía y erosión de suelos. Estrategias de adaptación enfocada en los recursos hídricos: captación y cosecha de agua. Sistemas de información agroclimática. Efectos en los sistemas de producción (agroecología como alternativa). Vulnerabilidad y resiliencia en pequeñas fincas. Medidas de adaptación y mitigación en la agricultura y ganadería.

Aislamiento, identificación y confirmación de microorganismos patógenos comúnmente encontrados en alimentos de la región. Evaluación de la calidad microbiológica de alimentos regionales/artesanales. Validación de medidas de control para la inocuidad de alimentos. Evaluación de hábitos de higiene durante la preparación y consumo de alimentos (de la granja a la mesa). Sobrevivencia de microorganismos patógenos en los alimentos con barrera químicas/biológicas/naturales para su control.

Energía renovable, bio-remediación, tratamiento y calidad de aguas residuales/residuos, estimación de huella de carbono. Análisis de Ciclo de Vida.

Impactos de la variabilidad y el CC en los recursos hídricos. Validación de tecnologías de adaptación frente a la variabilidad y el CC. Impactos y estrategias de adaptación frente al CC en contextos urbanos.

Propagación masiva y producción de plantas libres de patógenos de cultivos agronómicos y hortícolas de importancia para la seguridad alimentaria.

Investigación básica y aplicada de las principales enfermedades que afectan cultivos tropicales para entender la etiología de los factores que se relacionan a los procesos infecciosos y proveer medidas de control más efectivas. Dentro de las medidas efectivas de control se busca estudiar la inducción de reacciones inmunológicas en plantas mediante el uso de moléculas de tipo patogénico y no patogénico para el desarrollo de resistencia adquirida en cultivos de importancia comercial (café, melón, frijol, chile, tomate, fresa, okra).

Agua y Clima: Impactos y efectos del CC en gestión de los recursos naturales de cuencas hidrográficas (agua, suelo y bosques). Ecología terrestre y marina y efectos del CC en ecosistemas y biodiversidad. Estrategias de conservación biológica, manejo de áreas protegidas y monitoreo biológico en el contexto de CC.

Análisis de eficiencia en la utilización de insumos agrícolas utilizando funciones de producción. Uso de modelos econométricos (modelos multi-variables de ecuaciones simultáneas), para evaluar de manera ex-post y ex-ante políticas sectoriales.

Respuestas fisiológicas de plantas al ambiente y otros estímulos, manejo racional de agroquímicos (herbicidas, insecticidas, y fungicidas), prevención y manejo de resistencia en agroquímicos, físico-química de agroquímicos, manejo integrado de malezas, eficacia de herbicidas y evaluación de adyuvantes/protectantes en su desempeño, modo de acción de herbicidas.

Biotecnologías aplicadas para la reproducción animal en sistemas de producción de leche y carne. Alimentación de precisión para vacas lecheras y ganado de engorde. Uso de pasturas para sistemas de producción de leche y carne en sistemas de producción de rumiantes.

Biotechnologías aplicadas para la reproducción animal en sistemas de producción de leche y carne. Alimentación de precisión para vacas lecheras y ganado de engorde. Uso de pasturas para sistemas de producción de leche y carne en sistemas de producción de rumiantes.

Taxonomía, diversidad y filogenética de insectos como herramientas en el diagnóstico y monitoreo de plagas agrícolas, forestales y urbanas, así como también en proyectos de biodiversidad y salud tanto veterinaria como humana.

Mejoramiento genético de la resistencia a enfermedades e insectos-plagas y la adaptación a los efectos de estrés de sequía y altas temperaturas causados por el CC en el cultivo de frijol utilizando enfoques convencionales, fitomejoramiento participativo y marcadores moleculares.

Incidencia y daño de plagas en granos almacenados. Evaluación de mermas en plantas agroindustriales de procesamiento de granos.

Fisiología de cultivos y de semillas. Bioquímica de cultivos, bioquímica de plantas y la salud humana. Biotecnología de cultivos. Bioenergía y cultivos bio-energéticos.

Evaluación de proyectos de inversión agrícola, evaluación de eficiencia de uso de recursos, análisis econométrico de procesos productivos, evaluación de factores determinantes de adopción de tecnologías y procesos microeconómicos, evaluación de tecnologías en ambientes de certidumbre y de riesgo.

Agricultura sostenible adaptada al clima: efectos a escala de paisajes y en cuencas hidrográficas. Costos y beneficios de las prácticas agrícolas de adaptación a escala familiar. Agricultura resiliente. Valoración de servicios eco-sistémicos adicionales. Disminución de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), reducción de la contaminación de recursos hídricos.

Cita: Rosas J.C y A. Sanders. 2019. Líneas Estratégicas de Investigación en la Universidad Zamorano. Decanatura Asociada de Posgrado, Universidad Zamorano, Honduras, 19p.