



ESTRATEGIA PILOTO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA DE LIXIVIADO PARA HIGO EN IXEHUACO, XOCHIAPULCO, PUEBLA, MEXICO †

[PILOT STRATEGY FOR LEACHATE TECHNOLOGY TRANSFER FOR FIG IN IXEHUACO, XOCHIAPULCO, PUEBLA, MEXICO]

**Mónica Del Ángel-Ocampo¹; Juan Pablo Martínez-Dávila^{1*};
Gustavo López-Romero¹ and Javier Cruz-Hernández²**

¹Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Programa en Agroecosistemas Tropicales, km 88.5 Carretera Xalapa-Veracruz. Predio Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. CP. 91690, México.

*Email: *jpmartin@colpos.mx, angel.monica@colpos.mx; gustavolr@colpos.mx*

²Colegio de Postgraduados-Campus Puebla. Carretera Federal México-Puebla, km 125.5. Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla. México. CP. 72760.

Email: javiercruz@colpos.mx

**Corresponding author*

SUMMARY

Background. Since 1942, no public or private research institution in our country has generated methodological applications in the field on the subject of Agricultural Technology Transfer with a systemic approach. **Objective.** Understand the complex processes and relationships in the operation of a strategy for figs in Ixehuaco, Xochiapulco, Puebla. **Methodology.** The research described in this document belongs to the General project for the Massification of Agricultural Technology Transfer. This begins with a phase of Diagnosis-Diagnostic to understand the transmission are the main problems in the chosen territory; where the second order observer in a process of identification of innovators will be responsible for conducting a demonstration plot composed of three phases: 1. Application of a questionnaire to find out how much they know about leachate. 2. Theoretical-practical explanation. 3. Application of the initial questionnaire which with a before and after test (McNemar) is known what is the level of technology transferred. **Results.** The Strategy implemented within what includes the different forms of fertilization and the demonstration; achieved significant favorable changes in the management of leachate technology in agroecosystem controllers (McNemar 5.82; $gI = 1.0$; $Chi^2 = 0.016$). **Implications.** The application of the systemic approach in the subject of technology transfer is fundamental to be seen as an organized totality, where all the actors can be involved. **Conclusions.** The theories used plausibly helped to understand the behavior of the studied Social System, so the strategy for the transfer of applied agricultural technology achieved positive changes in the producer's knowledge about the leachate technology used for fertilization in fig cultivation. The factors involved in the adoption of technology in fig cultivation, in order of importance were: cultural, social, political, economic and human.

Keywords: interdisciplinarity; system; innovation; adoption.

RESUMEN

Antecedentes. Desde 1942, ninguna institución de investigación pública o privada en nuestro país ha generado aplicaciones metodológicas en campo sobre el tema de Transferencia de Tecnología Agrícola con un enfoque sistémico. **Objetivo.** Comprender los complejos procesos y relaciones en la operativa de una estrategia piloto de transferencia tecnológica de lixiviado para higo en Ixehuaco, Xochiapulco, Puebla. **Metodología.** La investigación descrita en este documento pertenece al Proyecto General de Masificación de Transferencia de Tecnología Agrícola. Esta inicia con una fase de Diagnóstico-Diagnóstico para entender cuáles son los principales problemas en el territorio escogido; donde el observador de segundo orden en un proceso de identificación de innovadores será el responsable de conducir una parcela demostrativa compuesta de tres fases: 1. Aplicación de cuestionario para saber cuánto conocen del lixiviado. 2. Fase de explicación teórico-práctica. 3. Aplicación del cuestionario inicial, que con una prueba de antes y después (McNemar) se conoce cuál es el nivel de tecnología transferido. **Resultados.** La Estrategia implementada dentro de lo que incluye las diferentes formas de fertilización y la demostración; logró cambios favorables significativos en el manejo de la tecnología de lixiviado en los controladores del agroecosistema (McNemar 5.82; $gI = 1.0$; $Chi^2 = 0.016$). **Implicaciones.** La aplicación del enfoque sistémico en el tema de transferencia de Tecnologías es fundamental para ser vista como una totalidad organizada, donde puedan involucrarse todos los actores.

† Submitted September 7, 2020 – Accepted March 4, 2021. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License.

ISSN: 1870-0462.

Conclusiones. Las teorías utilizadas ayudaron de manera plausible a comprender el comportamiento del Sistema Social estudiado, por lo que la estrategia y modelo de demostración para la transferencia de tecnología agrícola aplicada logró cambios positivos en el conocimiento del productor sobre la tecnología de lixiviado utilizado para la fertilización en el cultivo de higo. Los factores implicados en la adopción de la tecnología en el cultivo de higo, en orden de importancia fueron: culturales, sociales, políticos, económicos y humanos.

Palabras clave: interdisciplinariedad; sistema; innovación; adopción.

INTRODUCCIÓN

Ampliamente conocida en México es su baja productividad alimentaria, de tal manera que la agricultura junto con los programas de transferencia de tecnología agrícola ha logrado cubrir –solo- alrededor de 30% del consumo alimentario de nuestro país. Las causas son multifactoriales, pero hay algunas que emergen en el análisis general de manera contundente.

Respecto de las causas se sabe que desde que inicia la “Teoría Difusionista” por (Ryan y Gross, 1942), en la Universidad de Iowa y publica sus apreciadas experiencias, basadas en sus investigaciones sobre la introducción de los maíces híbridos en la gran faja maicera en las planicies de Iowa, U.S.A. Posteriormente, Rogers (1983), a través de la Teoría Difusionista y su libro: “Diffusion of innovations”, página (236), surge la primera causa del atraso en los programas de Transferencia de Tecnología y con esto de la producción alimentaria: “...No sabíamos hacer transferencia de conocimientos, ni de tecnología”. Desde 1942, ninguna institución de investigación pública o privada en nuestro país ha generado teorías, métodos ni aplicaciones metodológicas en campo sobre el tema de Transferencia de Tecnología Agrícola (TTA) con un enfoque sistémico. Se convierte así esta actividad en un proceso práctico que, según el Estado y sus líderes universitarios, debería desarrollarse sin teorías ni métodos. A partir de ese momento histórico, la ausencia de conocimientos en TTA se convierte en la marca operativa de nuestro país.

Por otra parte, la poca innovación sobre tecnología en general realizada en nuestro país, ésta se enfoca en la producción industrial (30%), medio ambiente (20%), exploración y explotación del sistema terrestre (13%), dirigiendo sus esfuerzos, solo en un 6% para la actividad agrícola (Pineda *et al.*, 2016). Así en México, la investigación en TTA es menor y en ocasiones inexistente, sobre todo en el sector de la agricultura familiar. Al respecto Aguilera (2012), afirma, que las políticas de asignación financiera han generado la crisis alimentaria que padece el país desde principios de los 80’s.

La explicación que se plantea, es que tanto funcionarios, como extensionistas, poseen poco acceso a esta información; ya sea por barreras económicas, políticas, sociales o culturales. Estos procesos han provocado en la agricultura de transición y de subsistencia en el país (90%), un fuerte estancamiento

sobre el uso de innovaciones, lo cual se ve reflejado en los bajos niveles de adopción, y baja productividad en la dinámica del campo mexicano. Por otro lado, Alierso y Serafín (1992) y Acevedo *et al.* (2005); comentan algunos factores que limitan la transferencia de tecnología: falta de apoyo o apuestas tímidas por transferir tecnología, incentivos insuficientes a investigadores, recursos escasos para la transferencia, expectativas poco realistas y atrasadas en la valoración de la tecnología, estancamiento en la transferencia de innovaciones. Aunado a lo anterior, De Schutter (1986) considera Transferencia de Tecnología, como un proceso íntimamente relacionado con el desarrollo agrícola territorial; el cuál se logra a través de cambios en el conocimiento, actitud, y comportamiento de los productores en el Manejo de sus Parcelas (Agroecosistemas). También se considera relevante describir lo mencionado por Mendoza *et al.* (2014), quienes comentan que una tecnología es apropiada únicamente cuando responde con alternativas, para un fin, objetivo o a una determinada solución para resolver problemas.

Debido a lo descrito anteriormente, se construye una concepción de transferencia de tecnología agrícola como: “un conjunto de procesos de comunicación, relacionados con el desarrollo agrícola territorial, el cual permite flujo de conocimientos técnicos, empíricos y científicos traducidos en la innovación tecnológica, transmitidos principalmente hacia el controlador del agroecosistema, mediante su difusión, asimilación y adquisición; aplicados sistemáticamente para mejorar el manejo de los recursos en la agricultura regional y con ello satisfacer necesidades sociales y demandas del mercado”. Por consiguiente, el tamaño del agroecosistema está en función de las decisiones del controlador cibernético y su interrelación con el entorno complejo. Es el observador de segundo orden el que define la investigación con base en tiempo y recursos disponibles, (Herrscher, 2003), pero también puede comprometerse con su responsabilidad social de resolver problemas alimentarios de la población, y considerar demandas no atendidas. (Martínez-Dávila y Casanova-Pérez 2018). Por ello es que se justifica que el objetivo del presente documento sea: Comprender los complejos procesos y relaciones en la operativa de una estrategia piloto de transferencia tecnológica de lixiviado para higo en Ixehuaco, Xochiapulco, Puebla. Para posteriormente convertirla en un modelo de masificación de transferencia de tecnología agrícola, con el fin de aumentar niveles de eficiencia económica, bienestar social y sustentabilidad.

MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

Considerando el enfoque sistémico que se le da a la estrategia de transferencia de tecnología agrícola y al modelo de masificación de Transferencia de Tecnología; es importante plasmar una descripción general de la Teoría General de Sistemas (TGS). Desde sus orígenes la Teoría de Sistemas se ha difundido a un cierto número de campos, en este aspecto profesional han aparecido defensores del enfoque de sistemas, cuando la TGS se desplaza a otros campos adquiere nuevos significados (Lilienfeld, 1984). La Teoría General de Sistemas para la agricultura es una forma sistemática y científica de aproximación y representación a un recorte de la realidad agrícola regional, que vista como una totalidad organizada se caracteriza por su forma holística e integradora (Arnold y Osorio, 1998).

García (2006), menciona: que una de las propiedades del sistema es su nivel de organización (subsistema, sistema y suprasistema), los subsistemas que conforman un sistema complejo desempeñan ciertas funciones gracias a que poseen cierto tipo de organización, la misma función puede ser satisfecha por diferentes estructuras y ninguna función es independiente del resto de las funciones, por eso se dice que es una totalidad organizada.

Debido a lo anterior es importante describir el concepto de sistema como modelo, bajo lo que considera García (2006), como una abstracción conceptual de un recorte de la realidad agrícola, en la cual sus elementos no son separables y por lo tanto no deben ser estudiados aisladamente, donde dichas construcciones conceptuales están diseñadas por un observador de segundo orden (investigador) que es quien identificará las relaciones sistémicas complejas.

Por otro lado, la parcela manejada por un controlador cibernético (el Agroecosistema es su representación o modelo) a la vez que es un espacio territorial, se convierte en un sistema social cuando interactúa con otro agricultor (controlador cibernético) o con otro sistema social externo, o sea el agroecosistema en su contexto. Sin embargo, es el observador de segundo orden, el investigador (Ibáñez, 2012) lo que lo hace agroecosistema, al abstraerlo de la realidad, al verlo, al mirarlo, al observar al controlador cibernético, al estudiarlo históricamente, al interpretarlo en su cerebro, al plasmarlo en un modelo conceptual; solo entonces se define al agroecosistema.

Así mismo el tamaño del agroecosistema está en función de las decisiones del controlador cibernético y su interrelación con el entorno complejo, pero es el observador de segundo orden el que define la investigación con base en tiempo y recursos disponibles, (Herrscher, 2003), y quien puede

comprometerse con su responsabilidad social al resolver problemas alimentarios de la población, y considerar demandas no atendidas. (Martínez-Dávila y Casanova-Pérez 2018).

METODOLOGÍA

El presente estudio se realizó en la comunidad de Ixehuaco, en el municipio de Xochiapulco, Puebla, México, una comunidad con alto grado de marginación, donde se cultiva higo de manera extensiva y en la que predomina la agricultura de subsistencia. La comunidad de estudio se encuentra ubicada entre los paralelos 19° 81' 52'' de latitud norte y 97° 63' 91'' de longitud oeste, a una altitud entre 1400 y 2500 m (COLMAD 2013 y Prontuario, 2009).

La investigación descrita en este documento pertenece al Proyecto General de Masificación de Transferencia de Tecnología Agrícola (TTA) Esta etapa inicia con una fase de Diagnóstico-Diagnóstico para entender cuáles son los principales problemas en el territorio escogido por el grupo interdisciplinario que comanda el Observador de Segundo Orden. En un proceso de identificación de innovadores, éste será el responsable de conducir una o más parcelas demostrativas.

Sin duda la herramienta básica de la transferencia de tecnología es la comunicación para informar, demostrar, generar cambios (conocimiento, actitud y comportamiento del agricultor); capacitar, promover y transferir innovaciones a los productores; la cual puede darse a través de los medios de comunicación: avisos en papel entregados directamente al productor, televisión, radio y carteles en el territorio de atención. Pero esto no termina aquí, no solo se trata de innovar, sino, además; asegurar el valor de la producción agrícola, que puede ser mediante contratos de compra-venta lo que constituye la formación de grupos organizados, o buscar la manera de dar valor agregado a la producción, con base en la tipología del productor realizada y de acuerdo con sus características y necesidades.

Una vez adoptada la tecnología, como comentan: (Martínez-Dávila y Casanova-Pérez, 2018), se deberá observar que la tecnología este vigente para las necesidades del productor y si mantiene una rentabilidad aceptable; el productor la mantendrá en uso (Cardona, 1984), siempre que la rentabilidad sea mayor a uno. Pero también como comenta Tapia (2014), se debe actualizar los conocimientos y/o capacitar a los productores en temas actuales para mostrar que la tecnología sigue vigente en dicho territorio y siga siendo acorde a las necesidades del controlador (Cibernético) del agroecosistema; que es el tomador de decisiones de la parcela Entonces queda listo el proceso para ser masificado, repitiéndolo en comunidades diferentes y otros innovadores, de

preferencia los agentes innovadores sean los mismos quienes la difundan.

Estrategia de Transferencia de Tecnología Agrícola en higo

Con base en la TTA, anteriormente descrita, en la Figura 1, se plasma la Estrategia que se operó para transferir la tecnología de lixiviado, un fertilizante orgánico alternativo en la producción de higo (*Ficus carica*) en Ixehuaco, Xochiapulco, Puebla, como una opción rápida y alternativa a la fertilización química. Así, en la presente investigación se aplicó la estrategia indicada en la Figura 1, bajo el siguiente orden:

1. Estudio exploratorio

Se realizó un recorrido exploratorio con el objetivo particular de que, mediante preguntas a informantes clave (productores cooperantes) observar la red de decisiones con valores propios (Ramírez *et al.*, 2019) para determinar demandas no atendidas, potencialidades no aprovechadas y principales problemas técnicos (Chambers, 1981). El tamaño de muestra fue de un total de 35 informantes. A estos productores se les aplicó una entrevista semi-estructurada para conocer cuál es la principal fuente de ingresos primarios y secundarios; así como los principales problemas que se presentan en estos

cultivos, además de que se realizó un recorrido para corroborar la información recabada por los informantes del territorio referido.

2. Nivel de aceptación

En esta fase el objetivo particular fue conocer un nivel de aceptación de los productores hacia las innovaciones, en específico, tipos de fertilización orgánica utilizado, fue medido mediante una encuesta general realizada a 35 productores a través de una población de 200 productores. Con Base en los enunciados del Teorema Central de Limite, se buscó tener una muestra mayor o igual a 35 elementos (productores) con el fin de considerarla dentro de la Estadística Paramétrica. El cuestionario general que se aplicó consistió en preguntas enfocadas a la incidencia de variables del factor cultural, humano, social, político, económico y actitudinal, hacia la aceptación de la tecnología del lixiviado. Se generó un Índice de Aceptación Multivariado con base en la Técnica de Componentes Principales, la cual es usada para evaluar el proceso de adopción de innovaciones tecnológicas (Sánchez *et al.*, 2013). La técnica de Componentes calcula las correlaciones entre las variables originales y los componentes, generando una nueva variable que contiene agrupadas a las variables originales (Hernández-Castro *et al.*, 2008).

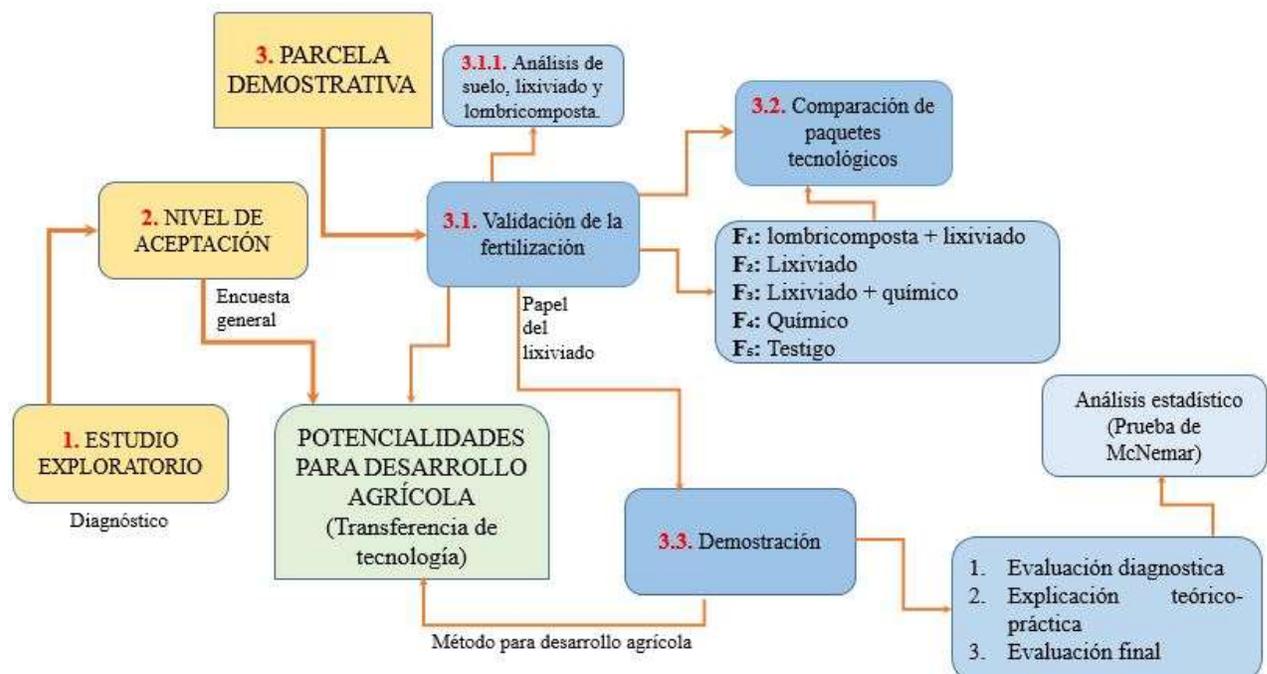


Figura 1. Estrategia de transferencia de tecnología agrícola. Fuente: Elaboración Propia.

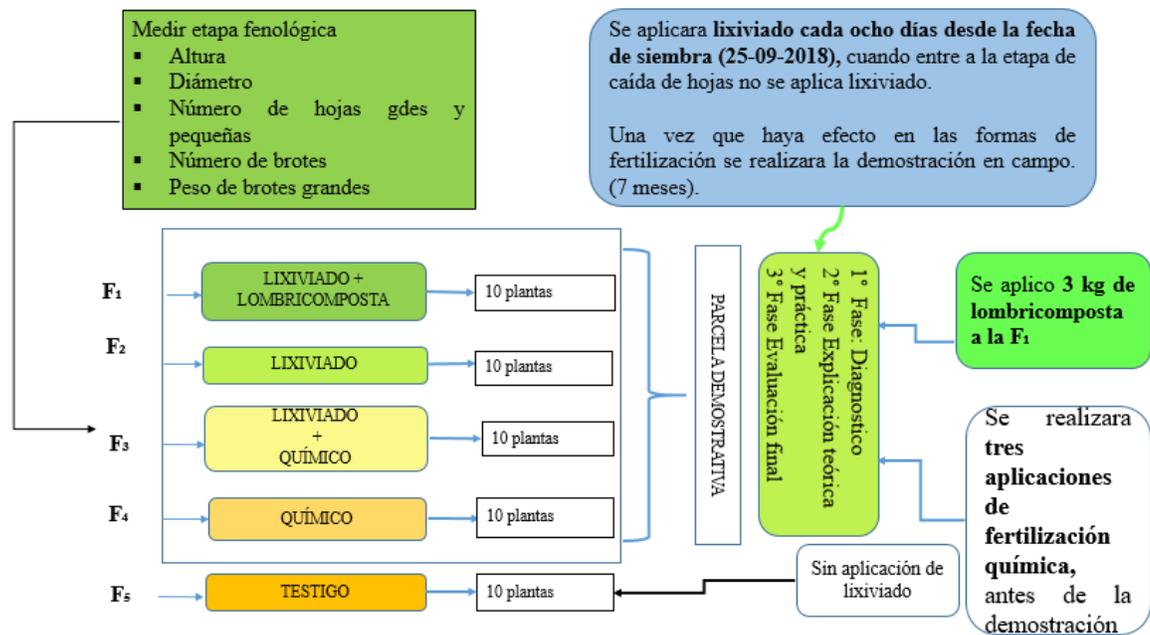


Figura 2. Diseño de trabajo de validación de fertilización y transferencia de tecnología en la parcela demostrativa. Elaboración propia

3. Parcela demostrativa

En esta fase se instrumentó una parcela demostrativa sembrada con higo, variedad: *Black misión* y cinco tratamientos (Ver Figura 2). Los objetivos particulares de la parcela fueron: a) Demostrar que la aplicación de lixiviado es la mejor alternativa de fertilización orgánica; b) El día de la demostración capacitar a los productores en la fabricación del lixiviado con sus propias manos; c) El mismo día mostrar en láminas a los productores los resultados gráficos y estadísticos logrados en la parcela demostrativa y de validación a los 210 días de sembradas las plantas.

3.1 Validación de la fertilización

Se diseñó una parcela de validación de fertilización, que permitió demostrar y comparar el efecto del lixiviado en la etapa fenológica de la planta respecto de los demás fertilizantes, en la cual se contrastaron cinco formas de fertilización (F₁ a F₅, ver Figura 2) con el análisis previo en suelo, lixiviado y lombricomposta

3.2. Comparación de paquetes tecnológicos

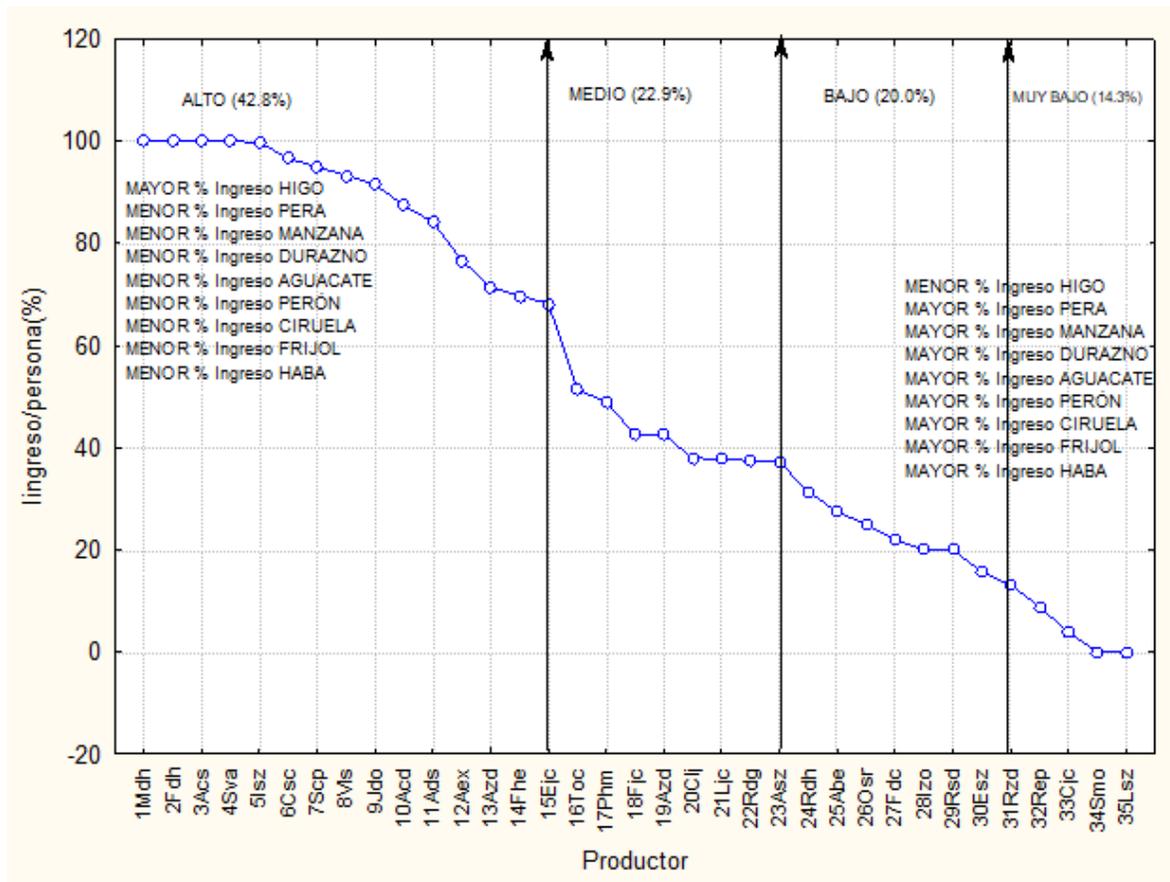
Se realizó una comparación de un paquete tecnológico recomendado en higo, con el Programa Statistica Versión 8 (StatSoft, Inc. (2007). STATISTICA (data analysis software system), versión 8.0. www.statsoft.com.), respecto de las labores agronómicas que realiza el controlador (tomador de decisiones dentro de su parcela) del agroecosistema con higo, lo realizado en la parcela de validación y con

las aportaciones de Nieto *et al.* (2007), así como los datos de la F₁, de la parcela demostrativa, apoyándose previamente en los resultados del análisis de suelo, lixiviado y lombricomposta.

3.3. Demostración

En la parcela demostrativa y de validación, se llevó a cabo una demostración teórico-práctica, que incluyó una explicación gráfico-estadística sobre el efecto del lixiviado, beneficios para sus cultivos, se mostraron otros gráficos sobre los efectos de las diferentes formas de fertilización en el cultivo de higo; así como una explicación práctica donde se desarrolló el proceso completo de elaboración del lixiviado en presencia de los productores y con ayuda de ellos.

Para conocer el grado de conocimiento logrado en la demostración, la encuesta se dividió en dos partes: 1. Antes (evaluación diagnóstica inicial) y 2. Después de la demostración, se realizó una encuesta, para identificar si la explicación teórico-práctica, causó efectos positivos, en el conocimiento de la tecnología. Dicha evaluación consistió de las siguientes preguntas: ¿Conoce el lixiviado? ¿Cuál fue el medio de conocimiento? ¿Dónde conoció la tecnología? ¿Conoce el procedimiento de elaboración y aplicación de lixiviado?, ¿Beneficios de aplicación del lixiviado? Una vez obtenidos los resultados se procedió a realizar un análisis estadístico no paramétrico con la prueba de Antes y Después de McNemar, para entender si la demostración logró cambios en el conocimiento de los productores en el manejo de la tecnología de lixiviado.



INGRESO	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	Factor 7	Factor 8	Factor 9
% INGRESO HIGO	0.399	-0.132	-0.897	-0.125	-0.043	0.014	0.017	0.023	0.004
% INGRESO PERA	-0.810	0.268	-0.089	-0.327	0.295	-0.263	-0.019	-0.010	-0.033
% INGRESO MANZAN	-0.887	0.288	-0.129	0.173	0.033	0.183	-0.196	0.051	-0.088
% INGRESO DURAZN	-0.700	-0.641	-0.046	0.136	0.228	0.049	-0.073	0.045	0.121
% INGRESO AGUACA	-0.734	-0.602	-0.019	-0.065	0.100	0.163	0.225	-0.054	-0.064
% INGRESO PERÓN	-0.625	-0.473	0.119	-0.505	-0.331	-0.002	-0.081	0.035	0.007
% INGRESO CIRUELA	-0.733	0.356	-0.135	0.457	-0.231	-0.231	0.001	-0.043	-0.019
% INGRESO FRIJOL	-0.726	0.633	-0.012	0.062	-0.107	-0.004	0.196	0.130	0.036
% INGRESO HABA	-0.718	0.646	-0.128	-0.071	-0.090	0.105	-0.015	-0.145	0.074
PESO	4.604	2.114	0.881	0.648	0.334	0.196	0.140	0.049	0.035
Proporción total	0.512	0.235	0.098	0.072	0.037	0.022	0.016	0.005	0.004

Figura 3. Nivel de ingreso agrícola por productor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Estrategia propuesta, ofrece, un proceso planificado, basado en las necesidades y demandas no atendidas de la agricultura regional, en particular en el sistema de higo. Pero lo más trascendental, ofrece ser coordinado bajo la Teoría General de Sistemas, lo que significa estudiar y observarlo como sistema; trabajar de manera conjunta: investigadores, instituciones, técnicos y productores, para llevar a cabo de la mejor manera y en menor tiempo posible una innovación. En este proceso, la imitación entre los productores tiene

mucha importancia, se relaciona con la cultura, la cual se da a través de un proceso histórico, donde se generan tematizaciones y resonancias, es decir ocurren cambios sociales; es importante que entre productores se genere resonancia de manera positiva para que por medio de la imitación entre productores sea más fácil la adopción (Casanova-Pérez y Martínez-Dávila 2015). Por ello, es trascendental cumplir y hacer cumplir los acuerdos realizados con los agricultores en primera instancia, se ha visto que mucho de esto depende que ellos confíen en usar y adoptar tecnologías e innovaciones futuras; respetar la cultura, dignidad,

independencia, integridad, valores morales del agricultor; es requisito indispensable de los programas, los cuales deberían tener como finalidad la solución de problemas regionales y atención a potencialidades no aprovechadas.

El manejo del agroecosistema higo, está representado en mayor grado por el trabajo masculino de las comunidades, el cual corresponde al 80% del total, sin embargo, aunque se observa un número considerable para el caso de las mujeres, éste corresponde al 20%. Rosales-Martínez y Leiva-Trinidad, (2018) comentan que la mujer ha desarrollado un papel preponderante en los agroecosistemas en labores como arar la tierra y recoger la cosecha. Al iniciar el recorrido exploratorio, de la región del área de estudio, se observó agricultura diversa en: frutales (higo, pera, manzana, durazno, aguacate, perón, ciruela, membrillo), cultivos básicos (maíz, frijol, alverjón, haba), hortalizas (chile de cera, cilantro, tomate verde) pero en mayor grado el frutal higo. Un promedio de 200 productores son los dedicados a la producción de higo con un total de 25 ha en promedio plantadas con el cultivo, dando un promedio de 0.5 ha/ productor. En el recorrido exploratorio como además de demandas no atendidas y principales problemas se identificó el uso excesivo de fertilizante químico y la disposición inadecuada y escasa gestión de estiércol animal.

Queda de manifiesto que es necesario aplicar indicadores de evaluación de la bondad de la transferencia de tecnología para lograr sus objetivos, como el de Myer Briggs; el de Kirton; o el más reciente: Índice RainMaker, los cuales se aplicarán en el Programa General de Masificación de la Transferencia Tecnológica (Gioya y Vicente, 2015).

Estrategia de transferencia agrícola en higo

1. Estudio exploratorio

Puede verse en la Tabla 1, que la producción de higo aporta la mayor cantidad de capital en la producción del territorio de estudio y representa un porcentaje alto respecto de las demás actividades agrícola. Es por ello que la investigación se centró en la producción de este frutal.

En la Figura 3 se observa el comportamiento de un índice de ingreso donde la correlación de la variable ingreso de higo con el Componente ingreso agrícola es positiva y mediana (0.399) y que crece en el mismo sentido que el Índice de Ingreso, con una varianza explicada de 51.2%. No así la correlación del ingreso de los demás frutales con el mismo componente. Ello indica que en esos frutales su ingreso decrece cuando el componente crece. En la misma Figura se observa que desde 1Mdh hasta 15Ejc su ingreso se calificó como ALTO y desde 16Toc hasta 23Asz su ingreso se

calificó como MEDIO. Al resto de productores se les calificó de BAJO a MUY BAJO. Se observa que el ingreso higo presenta una correlación inversa con las demás variables.

Tabla 1. Ingreso por cultivo.

Cultivo	Ingreso (\$ miles)	%
Higo	756.12	92.047
Pera	12.22	1.488
Manzana	7.08	0.862
Durazno	11.04	1.344
Aguacate	20.77	2.528
Perón	2.58	0.314
Ciruela	2.28	0.278
Frijol	7.96	0.969
Haba	1.40	0.170
Total	821.45	100.000

2. Nivel de aceptación

En la Figura 4 se presentan los principales factores que inciden en la aceptación de la tecnología (Humano, Cultural, Social, Político, Económico y Actitudinal) Así mismo se observa que la correlación positiva y más alta es la que logra el Factor Cultural, Actitudinal y seguido de los factores Político y Económico; los cuales crecen en el mismo sentido que el Índice de Aceptación. Los factores Humano y Social crecen en su valor cuando el Índice de Aceptación decrece. Todo lo dicho anteriormente se considera cuando el concepto de Cultura es un proceso de reproducción social (Autopoiesis), lo cual permite a los grupos sociales mantenerse con menor vulnerabilidad a los riesgos, crisis sociales y económicas de su entorno de primero y segundo nivel. No se observa correlación del índice de aceptación con la edad de los productores; en el índice de aceptación muy alto, podemos ver que hay diferentes rangos de edad, lo mismo ocurre para los demás niveles, alto, medio, bajo y muy bajo. Esto se puede comparar con una investigación realizada por (Hernández-Castro *et al.*, 2008), donde la variable edad no mostró correlación con la variable actitud hacia el manejo integrado del cultivo de papayo. Así también con lo reportado por (Lang-Ovalle *et al.*, 2007) donde la edad, y nivel de estudios no mostró una correlación significativa con la actitud hacia el cambio de uso de suelo.

3. Parcela demostrativa

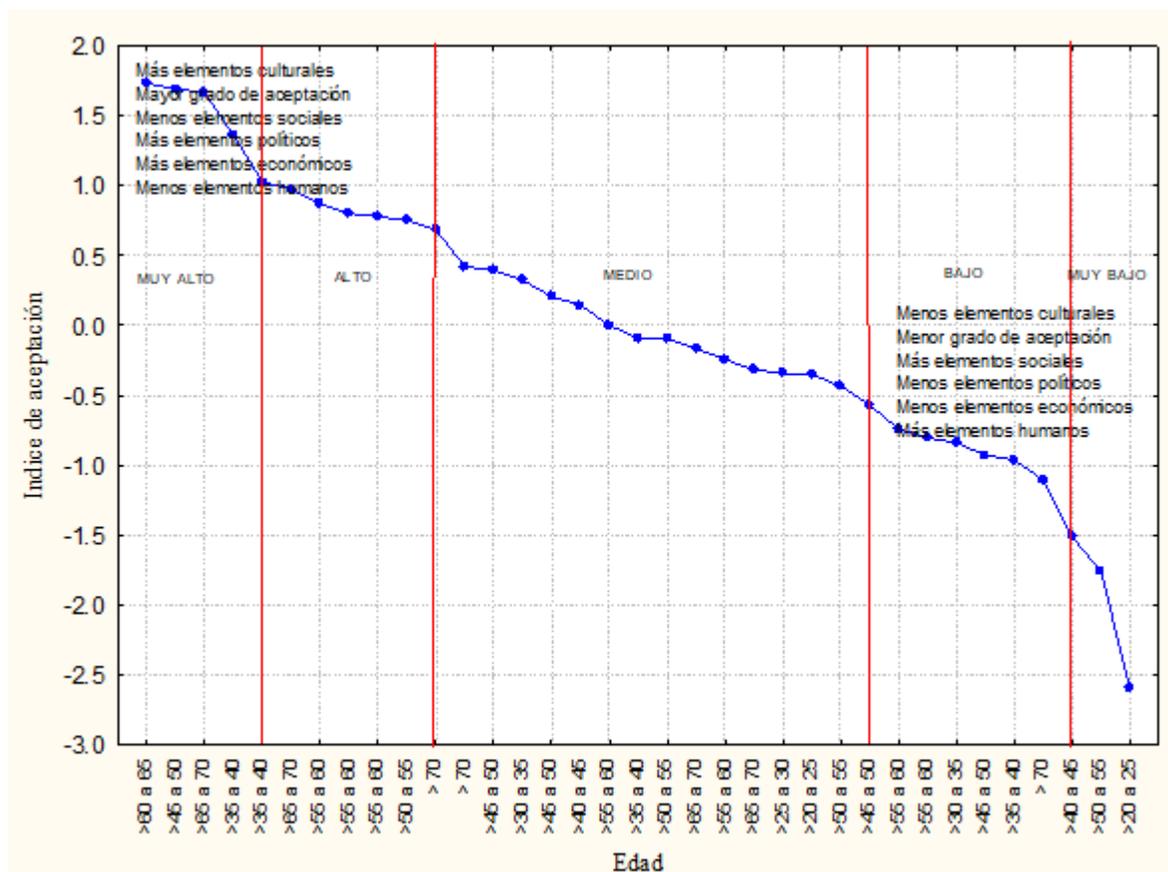
3.1 Validación de la fertilización

En lo que respecta a las formas de fertilización en la Figura 5, podemos observar que la variable altura del tallo principal, en los tres tratamientos con lixiviado pertenecen a una misma Población Estadística: F_1 :

lixiviado + lombricomposta, F₂: lixiviado y F₃: lixiviado + químico. Los dos tratamientos restantes: F₄: químico y F₅: testigo, pertenecen a otra población estadística diferente a la anterior, lo cual indica que los tratamientos con lixiviado generan estadísticamente mayor altura de Tallo Principal en comparación con el Químico y Testigo. Es claro en la Figura 5 que ambos grupos pertenecen a poblaciones estadísticas diferentes. Numerosos estudios han demostrado que la adición de humus de lombriz tiene efectos beneficiosos sobre el crecimiento y desarrollo de gran cantidad de especies vegetales (Domínguez *et al.*, 2010).

Tal como lo menciona Castellanos *et al.* (2015) en un trabajo realizado con cultivo de lechuga, donde se evaluaron 5 tratamientos: T₁ composta + biofertilizante, T₂ biofertilizante orgánico, T₃

biofertilizante comercial, T₄ fertilizante químico, T₅ testigo; donde se evaluó longitud de hoja, área foliar, peso fresco y seco de raíz de la lechuga. Mostrando mejores resultados en parámetros como longitud de hoja, área foliar, número de hojas, peso fresco y seco de las lechugas; el biofertilizante + composta, biofertilizante orgánico, de manera similar con el tratamiento de fertilización química y mejor que el biofertilizante comercial, y concluyen que el uso de biofertilizantes orgánicos con composta o lombricomposta puede ser una alternativa para disminuir o sustituir el uso de fertilizantes químicos, de manera similar a lo descrito por Brown, (1995). Por otro lado, (Arteaga, *et al.*, 2018) aplicaron un extracto de vermicompost (LIPLANT) al cultivo de frijol incrementando la productividad.



CONCEPTO	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4	FACTOR 5	FACTOR 6
FACTOR HUMANO	-0.146796	0.920113	0.025694	0.126228	0.339406	-0.007258
FACTOR CULTURAL	0.762640	0.317246	0.328952	0.026175	-0.233942	0.392571
FACTOR SOCIAL	-0.675289	-0.071162	-0.532036	0.344601	-0.037090	0.368419
FACTOR POLITICO	0.655092	0.094350	-0.352947	0.596753	-0.148250	-0.243492
FACTOR ECONÓMICO	0.295587	0.303979	-0.727675	-0.523111	-0.129238	-0.019153
GRADO ACEPTACIÓN	0.744100	-0.412029	-0.215125	-0.006760	0.454924	0.152539
Varianza Explicada	2.129385	1.223389	1.092293	0.765174	0.416937	0.372821
Proporción Total (%)	0.354898	0.203898	0.182049	0.127529	0.069489	0.062137

Figura 4. Nivel de aceptación de la tecnología de Lixiviado orgánico.

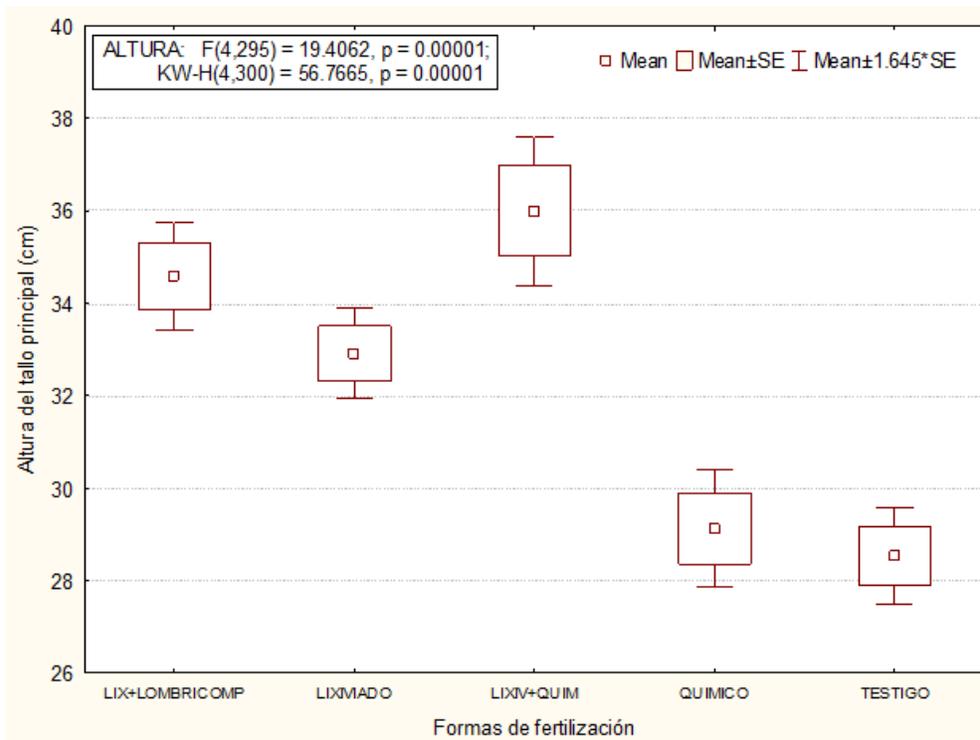


Figura 5. Altura del tallo principal durante la etapa de crecimiento vegetativo del cultivo de higo por efecto de cinco formas de fertilización.

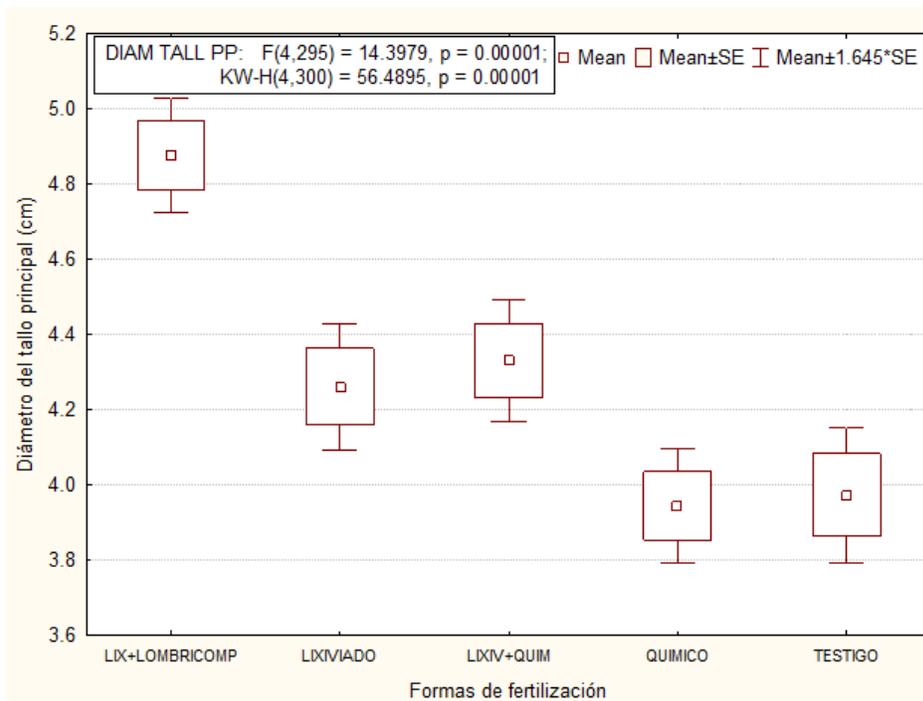


Figura 6. Diámetro del tallo principal durante la etapa de crecimiento del cultivo por efecto de cinco formas de fertilización.

En la Figura 6, se observa la variable diámetro del tallo principal donde la forma de fertilización que mostró mejores resultados con respecto de las demás, fue la F₁,

que corresponde al lixiviado + lombricomposta, así también se observa otra población con diferencias significativas que corresponde a la F₂: lixiviado y la F₃:

lixiviado + químico con respecto de la otra población que fue la fertilización química con el testigo. Por lo cual se considera que, si existe diferencia significativa entre las formas de fertilización, respecto de la variable diámetro del tallo principal del cultivo y totalmente a favor del lixiviado orgánico. Tapia *et al.* (2014) evaluaron productos orgánicos en el cultivo de aguacate con plantas de 8 años de edad, los tratamientos evaluados fueron: T₁ fermentos orgánicos, T₂ derivados de pescado, T₃ composta orgánica, T₄ micro-organismos, T₅ lombricomposta y T₆ testigo convencional, observaron que el tratamiento que produjo mayor amarre de frutos fue el de fermentos orgánicos y con menor amarre de frutos el tratamiento con micro-organismos, en este trabajo concluyen que la nutrición vía foliar y al suelo permite un mejor cuajado, crecimiento de tronco, rendimiento de fruto mayor, comparado con el testigo convencional que mostró efectos similares la fertilización orgánica. Nilgun *et al.* (2013) probaron el efecto de mezclas de estiércol de oveja y vaca en dos proporciones 1:1 y 2:1 en el contenido de nutrientes de la hoja y la fruta de higo demostrando que al menos en el vigor del árbol y la calidad de la fruta mejoraron con las tasas aplicadas aumentando el número de nodos y en consecuencia el número de frutos, así como el tamaño de la fruta.

Tabla 2. Datos obtenidos de la prueba de McNemar después de la demostración.

	DECISIÓN	DESPUÉS	
		SI	NO
ANTES	SI	<u>1</u>	<u>1</u>
	NO	<u>10</u>	<u>1</u>

3.2. Comparación de paquetes tecnológicos

Se obtuvo que el productor lleva a cabo las labores recomendadas en un 43.34% lo que le genera un ingreso promedio de \$49,345.00 por cada ciclo anual, sin embargo, si se utilizara en un 100% el paquete tecnológico de Lixiviado Orgánico aumentaría su ingreso un 56.7% más.

La distancia entre plantas del área de estudio fue de una media de 3.4 m, mientras en el paquete tecnológico se recomienda una distancia mínima de 3 m. En el área de estudio por parte de los productores se obtuvo una media de 44.6 cm para la profundidad de las cepas, y una media de 41.75 cm para el caso de ancho y largo de la cepa, mientras el paquete tecnológico recomienda una profundidad, ancho y largo de la cepa de por lo menos 40 cm.

En lo que respecta a la fertilización el 88.57% si aplica algún tipo de fertilización química u orgánica de

estiércoles animales (bovino, ovino, equino y porcino). De lo anterior se describe que el 57.14% de la población aplica estiércoles de animales; sin embargo, la mayoría no lleva a cabo ningún proceso de descomposición aplicándolo a sus cultivos en fresco lo que puede ocasionar daños al suelo, agua y aire. El 28.57% aplica fertilización química: urea, 17-17-17, Star, 2.85% fertilización foliar orgánico y el 11.42% no realiza aplicación de fertilización de ningún tipo. Para el caso de podas el paquete tecnológico recomienda realizarlas a partir del segundo año.

Tabla 3. Datos obtenidos de la prueba de McNemar.

Conceptos	Column 1	Column 2	Row - Totals
Frecuencias, row 1	1	1	1
Percent of total	7.692%	7.692%	15.385%
Frecuencias, row 2	10	1	11
Percent of total	76.923%	7.692%	84.615%
Column totals	11	2	13
Percent of total	84.615%	15.38%	
Chi-square (df=1)	2.18	p= 0.140	
V-square (df=1)	2.01	p= 0.156	
Yates corrected Chi-square	0.17	p= 0.682	
Phi-square	0.167		
Fisher exact p, one-tailed		p= 0.295	
two-tailed		p=0.295	
McNemar Chi-square (A/D)	0.50	p=0.479	
Chi-square (B/C)	5.82	p=0.016	

3.3. Demostración

En la Tabla 2, se observan los resultados obtenidos de la demostración que se realizó en la parcela demostrativa de validación de la fertilización con la presencia de un total de 13 productores de higo; de los cuales uno, antes SI sabía de la tecnología y después SI sabía (La demostración teórico-práctica no incidió en sus conocimientos); un productor dijo que antes SI sabía y después de la demostración NO sabían (Se confundió con los tipos de abonos orgánicos); 10 de ellos antes NO sabía y después SI sabía y por último un productor que antes NO sabía y después NO sabía. Es importante mencionar que el dato importante en esta prueba es el que menciona que antes NO conocían la tecnología y después de la demostración teórico-práctica lograron cambiar el conocimiento, situación que incluye al mayor número de productores que fue de 10.

Por lo anterior descrito, en la Tabla 3, podemos observar los resultados obtenidos de la demostración teórico-práctica, de lo que se obtuvo un porcentaje de 76.92% y un valor de $p=0.016$, de los productores que antes NO sabían de la tecnología y después de la explicación teórico-práctica se lograron efectos positivos en los productores, es decir sí entendieron sobre la tecnología. La prueba de McNemar es buen método para comparar el Antes y Después tal como lo describe (Rosales-Martínez *et al.*, 2014) donde compararon el manejo tecnológico de las actividades agropecuarias que realizaron las familias antes y después de migrar en el municipio de Jamapa, Veracruz. Así también (Rosales-Martínez *et al.*, 2020) realizaron prueba de McNemar para detectar cambios en el uso de tecnologías después de un evento climático.

CONCLUSIONES

Las teorías utilizadas (Teoría de Sistemas Sociales de Niklas Luhmann; La Teoría Difusionista de Rogers, Los planteamientos de Shejtman acerca de la diferencia teórica entre Campesinos y Agricultores) ayudaron de manera plausible a comprender el comportamiento del Sistema Social estudiado. Así los procesos de comprensión del sistema social estudiado, permitieron observar los resultados de los objetivos plausibles en lo particular del estudio: 1. Conocer la información general, a través de un estudio exploratorio; 2. Identificar el nivel de aceptación de la técnica de lixiviado orgánico a través de los diferentes planos utilizados. Por otro lado, la fase de pre diagnóstico y diagnóstico permitió identificar cuáles son los principales problemas y demandas no atendidas; así como la principal fuente de ingresos primarios para el controlador del agroecosistema. Así la Estrategia diseñada cumplió con el propósito de guiar la investigación, para comprender sistémicamente las relaciones entre las diferentes fases de su aplicación.

La estrategia para la transferencia de tecnología agrícola aplicada logró cambios positivos en el conocimiento del productor sobre la tecnología de lixiviado utilizado para la fertilización en el cultivo de higo; los factores implicados en la adopción de la tecnología en el cultivo de higo, en orden de importancia fueron: culturales, sociales, políticos, económicos y humanos.

Por último, la demostración de métodos y resultados rápida ayudó a entender que el método de antes y después es un buen procedimiento para lograr cambios en el conocimiento y prueba de la tecnología por parte de los campesinos al lograr conocimientos favorables en la aceptación de la tecnología.

Agradecimientos

A la Comunidad de Ixehuaco por haber confiado para desarrollar la investigación. A todos los revisores anónimos que contribuyeron para mejorar la estructura del manuscrito final.

Financiamiento. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca de maestría otorgada a DA-O, M.

Conflicto de intereses. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses relacionados con esta publicación.

Cumplimiento con los estándares de ética. No aplica.

Disponibilidad de datos. No aplica.

REFERENCIAS

- Acevedo, J. M., González, A. O., Zamudio, C. L., Abello, L. R., Camacho, P. J., Gutiérrez G. M., Barreto, E., Ochoa, B. J., Torres, M. G., Quintero, M. M., Baeza, D. Y. 2005. Un análisis de la transferencia y la apropiación del conocimiento en la investigación de Universidades colombianas. *Investigación y Desarrollo*. 13(1): 128-157. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26813106>.
- Aguilera, D. 2012. Modelos destacados de transferencia tecnológica para la agricultura en América. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Santiago de Chile. p 1-75.
- Alierso, C. D. O., Serafín J, M. M. 1992. La transferencia de tecnología Agropecuaria en el contexto de las transformaciones del agro mexicano. Mimeografiado Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Chapingo, Méx. p. 10-33.
- Arnold, M., Osorio, F. 1998. Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. *Cinta Moebio* 3: 40-49. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10100306>.
- Arteaga, B. M., Garcés, P. N., Pino, R. A., Otaño, C. L., Veubides, A. H. 2018. Extract of Vermicompost Liplant an Alternative for the Development of Conservation Agriculture. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 27 (3): 1-12. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/932/93256706002/html/index.html>
- Brown, P. H. 1995. Diagnosing and correcting nutrient deficiencies. *In: pistachio production*

- Ferguson, L. (Ed.). University of California, Centre for Fruit and Nut Crop Research and Information, UC. Davis. pp 95-100.
- Cardona, F. 1984. La participación de los grupos campesinos en los programas de desarrollo rural. Tesis Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo, D. F., México. 170 p.
- Casanova-Pérez, L., Martínez-Dávila, J. P., López-Ortiz, S., Landeros-Sánchez, C., López-Romero, G., Peña-Olvera, B. 2015. El agroecosistema comprendido desde la teoría de los sistemas sociales autopoieticos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 6(4): 855-865.
<https://doi.org/https://doi.org/10.29312/remexca.v6i4.625>.
- Castellanos, S. D. E., Rincón, M. J. M., Arguello A. H. 2015. Evaluación del efecto de un biofertilizante ligado a un soporte orgánico mineral en un cultivo de lechuga en la Sabana de Bogotá bajo condiciones de invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 9: 72-85.
<http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2015v9i1.3747>
- Chambers, R. 1981. Rapid rural appraisal: rationale and repertoire. *Public Administration and Development* 1(2): 95-106.
<https://doi.org/10.1002/pad.4230010202>.
- Colmad, 2013. Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Xochiapulco. Colegio de Profesiones en Medio Ambiente y Desarrollo A.C. Calle Rio Yaqui Núm. 6102, Col Jardines de San Manuel, Puebla. pp 198.
- De Schutter, A. I. 1986. Extensión y Capacitación Rurales. Ed. Trillas. D.F., México. pp. 122.
- Domínguez, J., Lazcano, C., Gómez-Brandon, M. Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas. *Aportes para la elaboración de un concepto objetivo*. 2010. *Acta Zoológica Mexicana*. 2: 359-371.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57515556027>.
- García. R. 2006. Sistemas Complejos, Conceptos, método y fundamentación Epistemológica de la investigación interdisciplinaria. GEDISA. 201 p.
- Gioya, P., Vicente, R. 2015. Myers Briggs Type Indicator: ¿Qué interés tiene conocerse a sí mismo? *Capital humano* 187 p.
- Hernández-Castro, E., Martínez-Dávila, J. P., Gallardo-López, F., Villanueva-Jiménez, J. A. 2008. Aceptación de nueva tecnología por productores ejidales para el manejo integrado del cultivo de papayo. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 8 (3): 279-288. México.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93911235007>.
- Herrscher, E. 2003. Pensamiento sistémico. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Granica S.A. pp 261.
- Ibáñez A., J. A. 2012. Para leer a Luhmann. Universidad Iberoamericana. Primera Edición Editorial Oak S. A. de C. V. Estado de México. pp 328.
- Lang-Ovalle, F. P., Pérez-Vázquez, A., Martínez-Dávila, J. P., Platas-Rosado, D. E., Ojeda-Enciso, L. A., Ortega-Zaleta, D. A. 2007. Actitud hacia el cambio de uso de suelo en la región golfo centro de Veracruz, México. 23 (1): 47-56. Villahermosa, México.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15423105>.
- Lilienfeld, R. 1984. Teoría de Sistemas. Orígenes y Aplicaciones en Ciencias Sociales. Primera Edición. Editorial Trillas, S. A. de C. V. pp 344.
- Martínez-Dávila, J. P., Casanova-Pérez, L. 2018. Agricultural Extension in Latin America: Limiting Factors Mini Review. *Agricultural Research & Technology Open Access Journal*. 14(2): 1-3. Doi: 10.19080/ARTOAJ.2018.14.555916.
- Mendoza, M. L., Ortega, S. J. P., Llerena, G. C. A. 2014. Strategic alliances in higher education in Ecuador: the challenge of knowledge transfer and its effect on the learning curve. *Suma de Negocios*. 5(12): 96-104.
[https://doi.org/10.1016/S2215-910X\(14\)70031-X](https://doi.org/10.1016/S2215-910X(14)70031-X).
- Nieto, C. C., Jarrín A. P., y Pinto E. N. 2007. El higo (*Ficus carica* L.) "Manual de producción uso y aprovechamiento". SURCO (Fundación de Investigación Capacitación y Difusión Agropecuaria). Ed Quito Ecuador. pp 34.
- Nilgun, M., Hüseyin, H., Safak, C., Senay, A., Bülent, Y., Uygun A. 2013. Effect of organic fertilization on fig leaf nutrients and fruit quality. *Journal of Plant Nutrition*. 36: 1128-1137.
<https://doi.org/10.1080/01904167.2013.780611>.
- Pineda, J., Duarte, A., Ponce, C., Mosquera, O., Huaca, J. 2016. Modelo de transferencia de tecnología ecuatoriano: una revisión.

- Congreso Internacional de Información INFO 2016. 3(2): 116-128.
- Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. 2009. Xochiapulco, Puebla. Clave Geoestadística 21200.
- Ramírez, M. A., Martínez, D. J. P., López, R. G., Arvizu, B. E., García, L. E., Córdova, A. V. 2019. Factores influyentes en la formación y permanencia de organizaciones agrícolas: Una perspectiva Luhmaniana. *Acta Universitaria*. 29: 1-15. <https://doi.org/10.15174/au.2019.2131>.
- Rogers, Everett M. 1983. *Diffusion of innovations*. Third Edition Urquiola, Á. (1999). 236 p.
- Rosales-Martínez, V., Leiva-Trinidad, D. A. 2018. El rol de la mujer en el agroecosistema y su aporte a la producción de alimentos. *AgroProductividad*. 12:47-52. <https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1337>.
- Rosales, M. V., Francisco, R. A., Casanova, P. L., Fraire, C. S., Flota, B. C., Galicia, G. F. 2020. Percepción de citricultores ante el efecto de cambio climático en Campeche. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 11 (4): 727-740. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i4.1898>.
- Rosales-Martínez, V., Martínez-Dávila, J. P., Platas-Rosado, D. E., Rosendo-Ponce, A., Córdova-Avalos, V. 2014. Cambio tecnológico en los agroecosistemas por migración familiar: el caso del municipio de Jamapa, Veracruz. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 1(1): 1-8. <https://doi.org/10.19136/era.a1n1.1>.
- Ryan, B., Gross, N. 1942. La aceptación y difusión del maíz híbrido en dos comunidades del estado de Iowa. Traducción de Leobardo Jiménez S. Documento No 6. Serie: Metodología de la Investigación Científica. 1-44 p.
- Sánchez, T. B. I., Zegbe, D. J. A., Rumayor, R. A. F. 2013. Propuesta para evaluar el proceso de adopción de las innovaciones tecnológicas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 4 (6):855-868. <https://doi.org/10.29312/remexca.v4i6.1154>.
- Tapia, F. F. 2014. Programa Nacional de Transferencia Tecnológica-INIA. Estrategia Territorial. Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile. 1-29 p. <https://web.inia.cl/wp-content/uploads/2014/10/Francisco-Tapia-F-INIA-Programa-Nacional-de-Transferencia-Tecnol%c3%b3gica-INIA-Estrategia-Territorial.pdf>.
- Tapia, V., L. M., Larios, A. G., Hernández, A. P., Guillen, H. A. 2014. Nutrición orgánica del aguacate cv. “Hass” y efecto nutrimental y agronómico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 5(3): 463-472. <https://doi.org/10.29312/remexca.v5i3.950>.