



**CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL  
“ENRIQUE ALVAREZ CÓRDOVA” CENITA**

**“Guía metodológica para la evaluación de  
aceptación y adopción de tecnologías  
agropecuarias en El Salvador”.**

---

**UNIDAD DE BIOMETRÍA Y SOCIOECONOMÍA**

**2018**

*La Unidad de Biometría y Socioeconomía presenta a las Gerencias de Investigación y Transferencia del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENITA) esta propuesta metodológica para orientar la evaluación de las tecnologías generadas y transferidas a los agricultores, con el fin de fortalecer la retroalimentación en la toma de decisiones de ambos procesos. En el desarrollo del documento se plantea el funcionamiento de un esquema dinámico, de una guía metodológica de fácil aplicación, como forma de realizar estudios de medición, evaluación y explicación del proceso de aceptabilidad, aceptación y adopción de las tecnologías generadas por el CENITA; para, desde la óptica de nuestras funciones, contribuir a mejorar la producción y productividad de los cultivos.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A los Gerentes de Investigación y Transferencia de Tecnología, así como a los Supervisores Regionales, que colaboraron en la recolección de la información.

San Andrés, mayo de 2018

Director Ejecutivo:  
Gerente de Investigación:  
Jefe de Unidad:  
Autor:

Santos Rafael Alemán  
Manuel Osorio Torres  
Jaime Ernesto Ayala  
José Arístides de León

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION.....	4
2. NECESIDAD DE EVALUAR LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA .....	4
3. OBJETIVO GENERAL.....	5
4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
5. PASOS A SEGUIR PARA LOS ESTUDIOS .....	5
5.1. PASO 1.....	6
5.1.1. Protocolo .....	6
5.1.1.1. La problemática del agricultor.....	6
5.1.1.2. Definir la tecnología y sus líneas de aplicación .....	7
5.1.1.3. Identificar las variables del estudio .....	7
5.1.1.3.1. Nivel de tecnología .....	7
5.1.1.3.2. Nivel de productor.....	8
5.1.1.3.3. Nivel biofísico.....	8
5.1.2. Delimitación de la zona geográfica del estudio.....	8
5.1.2.1. Aspectos conceptuales básicos.....	8
5.1.2.2. Definir zona de estudio.....	9
5.1.2.3. Desarrollar mapas temáticos .....	10
5.1.3. Calculo de la muestra .....	10
5.2. PASO 2.....	11
5.2.1. Materiales para indagar tecnologías.....	11
5.2.2. Instrumentos para abordar al productor.....	12
5.2.3. Equipo para medir las condiciones biofísicas .....	12
5.3. PASO 3.....	12
5.3.1. Medición de la adopción de la tecnología .....	13
5.3.2. Selección del índice a utilizar .....	13
5.3.2.1. Índice de aceptabilidad .....	13
5.3.2.2. Índice de aceptación.....	13
5.3.2.3. El índice de adopción .....	14
5.4. PASO 4.....	14
5.4.1. Análisis de la información .....	14

5.4.2.	Análisis estadístico .....	15
5.4.3.	Tablas de contingencia.....	15
5.4.4.	Regresión y correlación lineal simple .....	15
5.4.4.1.	Correlación de Pearson .....	16
5.4.4.2.	Regresión lineal.....	16
5.4.4.3.	Prueba T Estudent.....	17
5.4.5.	Análisis socioeconómico.....	17
5.4.6.	Análisis de impacto.....	18
5.5.	PASO 5.....	18
5.5.1.	Informe final.....	18
5.5.2.	Medición del grado de adopción .....	18
5.5.3.	Causas y efectos de la adopción .....	19
5.5.4.	Explicar el impacto.....	19
5.6.	PASO 6.....	19
5.6.1.	Presentación de resultados .....	19
5.6.1.1	Documento .....	19
5.6.2.	Presentación Power Point .....	21
5.7.	Bibliografía.....	21

## 1. INTRODUCCION

El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) desarrolla sus actividades de generación y transferencia de tecnologías con la misión de proveer soluciones tecnológicas innovadoras al sector agropecuario, contribuyendo con ello a mejorar la situación ambiental del país, garantizando la seguridad alimentaria y nutricional, así como la calidad de vida de la población salvadoreña.

Su misión institucional la realiza a través de las Gerencias de Investigación y de Transferencia de Tecnologías, contando para ello con personal especializado en las distintas ramas profesionales de investigación y extensión agrícola; quienes, en primer lugar, empleando técnicas de investigación generan las nuevas tecnologías agropecuarias, que posteriormente son transferidas a la finca de los agricultores mediante la realización de diversas actividades de asistencia técnica y de extensión agrícola en las comunidades.

## 2. NECESIDAD DE EVALUAR LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA

Para que el cumplimiento de la misión de CENTA sea efectivo, la generación y la transferencia de tecnologías deben contar con instrumentos de medición y evaluación adecuados.

Un marco metodológico apropiado para cumplir con dicho propósito es la aplicación del estudio de adopción de las tecnologías en sus distintas fases de transferencia, como procesos de aceptabilidad, aceptación, adopción e impacto. Todas ellas herramientas de evaluación complementarias, según sus distintos grados o niveles de complejidad.

Con el empleo de esas prácticas metodológicas se retroalimenta la toma de decisiones para la planificación del quehacer institucional y se completa el ciclo de la generación y la transferencia de las tecnologías.

De la misma manera, los planificadores pueden obtener la información necesaria de los procesos del desarrollo tecnológico en marcha, para medir las metas alcanzadas por la producción y la productividad de los cultivos, así como para construir estrategias que impulsen el desarrollo tecnológico potencial de los rubros agropecuarios.

Un producto extra de los estudios de adopción es generar las unidades de medida necesarias para evaluar los niveles tecnológicos progresivos alcanzados anualmente, que se convierten en parámetros para la construcción de los informes que dan cuenta de los cambios logrados en el campo de los agricultores debido al quehacer institucional.

### 3. OBJETIVO GENERAL

- ❖ Realizar estudios rápidos de adopciones simultáneas de una o varias tecnologías agropecuarias en las áreas de influencia de las Agencias Extensión de Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), para medir y evaluar biofísica y socio-económicamente el impacto de los procesos de generación y transferencia de las nuevas tecnologías en el campo.

### 4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Proporcionar a la Gerencia de Investigación del CENTA una guía metodología de análisis de fácil aplicación que cuente con las herramientas de evaluación estadísticas y socioeconómicas para explicar el grado, las causas y el impacto de las tecnologías en las áreas de influencia de CENTA.
- ❖ Proporcionar a la Gerencia de Investigación del CENTA una herramienta metodológica para medir territorialmente (región, agencia, técnico o área geográfica) el grado de adopción de las nuevas tecnologías transferidas a los agricultores.
- ❖ Proporcionar a la División de Planificación y a la Gerencia de Transferencia de Tecnología una herramienta que genere unidades de medidas de adopción e impacto para la retroalimentación en los procesos de evaluación institucional.

### 5. PASOS A SEGUIR PARA LOS ESTUDIOS

Pueden identificarse tres niveles de complejidad en la realización de los estudios de adopción, que son los siguientes:

El nivel más simple: el índice de adopción es aplicado como estudio de caso y es utilizado para medir los procesos de transferencia de la tecnología en su evolución en el tiempo, así como para emplearlo como elemento de medición de indicadores institucionales a nivel nacional, regional, de agencia y de extensionista.

Un grado de complejidad intermedia radica en valerse del análisis estadístico y socioeconómico para establecer relaciones de causa-efecto entre los componentes del índice y las variables del modelo de análisis seleccionado, en un año/s determinado, a nivel nacional, regional, de agencia o de extensionista.

El grado más complejo de aplicación de los estudios está en valerse del análisis estadístico, socioeconómico y geográfico, para establecer relaciones de causa-efecto entre los componentes del índice de adopción y las variables del modelo de análisis seleccionado, en un año/s determinado, a nivel nacional, regional, de agencia o de extensionista.

La presente guía metodológica está diseñada para ser aplicada por pasos, a los distintos niveles de complejidad en que las unidades institucionales estén dispuestas a realizar los estudios, según las necesidades de la Gerencia de Investigación, Transferencia o División de Planificación.

## 5.1. PASO 1

El protocolo de investigación constituye un instrumento para el ordenamiento de las ideas previas al inicio de la recopilación y análisis de los datos. Para estudios realizados por la Gerencia de Investigación ya existen formatos establecidos que son utilizados por los distintos Programas.

En esta oportunidad no se profundizara en tales casos, sino en aquellos que refuerzan estudios de apoyo a otras unidades.

### 5.1.1. Protocolo

En los estudios a realizarse por parte de la Gerencia de Investigación, en apoyo a la Gerencia de Transferencia, hay que definir algunos criterios básicos para la formulación del protocolo.

Esta guía abarca estudios clasificados como intermedios (casos) o complejos (geográficos), que estén orientados a evaluar el sistema de variables tecnológicas, socioeconómicas y geográficas, y que expliquen los resultados del índice de adopción.

El protocolo es un documento redactado de manera breve, en el cual se sistematizan de manera coherente los distintos aspectos de la problemática, para identificar el tema de estudio, la tecnología, sus líneas de aplicación, las variables del estudio, la delimitación de la zona geográfica y el cálculo de la muestra.

Los objetivos, las hipótesis, el tipo de investigación y los métodos estadísticos a emplear surgen como resultado de la correcta definición de los temas esenciales antes mencionados.

#### 5.1.1.1. La problemática del agricultor

La solución a la problemática productiva de los agricultores consiste en ofertarles tecnologías que resuelvan sus problemas de competitividad.

En tal sentido, las tecnologías tienen la intención de resolver los problemas agropecuarios del productor. Ello requiere, que las propuestas técnicas que reciben de las instituciones de transferencia, le permitan manejar sus costos de producción a niveles donde puedan incrementar sus ganancias.

Al ser difundidas las tecnologías tienen un propósito determinado y específico, que es mejorar la productividad del agricultor. Así, evaluar las relaciones entre la difusión de las tecnologías y la solución de problemas, es el propósito de los estudios de aceptabilidad, aceptación y adopción.

Los estudios de adopción, en sus distintas fases, miden y explican los grados de satisfacción de las tecnologías obtenidas por los productores, por incrementar los ingresos netos obtenidos de sus cultivos.

#### 5.1.1.2. Definir la tecnología y sus líneas de aplicación

La definición de las tecnologías y sus líneas de aplicación consiste en explicar su razón de ser, alcances y funciones alternativas con respecto a los problemas que se deben resolver. En todo caso, las tecnologías están orientadas a disminuir el impacto negativo del factor que afecta la productividad del cultivo y pensando en resolverlo para obtener una ventaja económica o beneficio adicional para el productor.

Las tecnologías transferidas buscan mejorar las capacidades de adaptación de los organismos animales o vegetales, fortalecer su resistencia a plagas o enfermedades, mejorar la apariencia del grano, racionalizar el uso de los insumos o proteger el medio ambiente en el área donde se desarrolla el cultivo, etc.; dichas líneas tecnológicas se aplican en un ambiente geográfico de sequía, exceso de lluvias, suelos pobres etc.; y lo más importante es que son validadas por los mismos agricultores.

El tema de investigación será, por tanto, verificar que los resultados obtenidos en los procesos de generación y transferencia de la tecnología sean los mismos obtenidos por los productores en sus fincas.

#### 5.1.1.3. Identificar las variables del estudio

En los estudios de adopción se identifican sistemas de variables estructuradas a tres niveles:

##### 5.1.1.3.1. Nivel de tecnología

La tecnología es el factor esencial en la búsqueda de un cambio que posibilite el logro de una mayor competitividad de los cultivos. Para que eso suceda, ésta debe estar orientada al logro de una mayor productividad por área, a disminuir los costos de producción y coadyuvar una mayor adaptación de los cultivos a los ambientes biofísicos que prevalecen en el campo.

En los estudios de adopción, la tecnología constituye el objeto a medir o evaluar, desde la óptica y de la experiencia de los productores.



#### 5.1.1.3.2. Nivel de productor

Pero si bien la tecnología es el factor esencial, debe ser percibida por el agricultor como la solución a sus problemas de rentabilidad.

En ello entran en juego los factores que mueven la voluntad del productor: por sus recursos económicos, capital, semilla, tierra, agua, experiencia, conocimiento, organización, disposición a innovar etc.; juegan un papel importante el sexo, la edad, las costumbres, etc.

Con el análisis estadístico se buscará establecer la relación de dependencia que existe entre el factor humano con la tecnología, como elemento de innovación en los resultados de la producción del cultivo.

#### 5.1.1.3.3. Nivel biofísico

Al ser aplicada en la finca del agricultor, la tecnología se valida en sus condiciones biofísicas y en su ámbito geográfico. Y al pasar por un periodo de prueba individual y colectiva, si tiene un impacto sobre las expectativas socioeconómicas del agricultor, él la acepta o la rechaza.

Así, la tecnología debe estar orientada a lograr una mayor capacidad de adaptación e impacto del cultivo en el ámbito biofísico, para la cual ha sido diseñada y responder adecuadamente a las condiciones climáticas, de suelo, de altura, temperatura etc.

### 5.1.2. Delimitación de la zona geográfica del estudio

Los estudios complejos de adopción están dirigidos por la Gerencia de Investigación, en apoyo de las demandas existentes de medición y evaluación de tecnologías en procesos de transferencia a las fincas de los agricultores.

Los estudios complejos se definen por incorporar las variables geográficas, en todos los sentidos que implican el uso del Sistema de Información Geográfica (SIG-ArcGIS 9.2), como herramienta utilizada para generar mapas temáticos de variables biofísicas, socioeconómicas y sus cruzamientos, además de generar cálculos de áreas.

#### 5.1.2.1. Aspectos conceptuales básicos

El sistema de coordenadas geográficas es un sistema de referencias que utiliza las dos coordenadas angulares latitud (norte o sur) y longitud (este u oeste) para determinar las posiciones de los puntos de la superficie terrestre. Estas dos coordenadas medidas desde el centro de la Tierra son de un sistema de coordenadas esféricas que está alineado con su eje de rotación. Estas coordenadas se suelen expresar en grados sexagesimales (dividido en minutos y segundos).

La latitud mide el ángulo entre cualquier punto y el ecuador. Las líneas de latitud se llaman paralelos y son círculos paralelos al ecuador en la superficie de la Tierra. La latitud es la distancia que existe entre un punto cualquiera y el Ecuador, medida sobre el meridiano que pasa por dicho punto.

Todos los puntos ubicados sobre el mismo paralelo tienen la misma latitud. Aquellos que se encuentran al norte del Ecuador reciben la denominación Norte (N). Aquellos que se encuentran al sur del Ecuador reciben la denominación Sur (S). Se mide de  $0^{\circ}$  a  $90^{\circ}$ . Al Ecuador le corresponde la latitud de  $0^{\circ}$ . Los polos Norte y Sur tienen latitud  $90^{\circ}$  N y  $90^{\circ}$  S respectivamente.

El Salvador se encuentra ubicado en la Latitud Norte y el movimiento lleva la dirección de las agujas del reloj.

La longitud mide el ángulo a lo largo del ecuador desde cualquier punto de la Tierra. Se acepta que Greenwich en Londres es la longitud 0 en la mayoría de las sociedades modernas. Las líneas de longitud son círculos máximos que pasan por los polos y se llaman meridianos. Todos los puntos ubicados sobre el mismo meridiano tienen la misma longitud. Aquellos que se encuentran al este del Meridiano Cero reciben la denominación Este (E).

Aquellos que se encuentran al oeste del Meridiano Cero reciben la denominación Oeste (O). Se mide de  $0^{\circ}$  a  $180^{\circ}$ . Al meridiano de Greenwich le corresponde la longitud  $0^{\circ}$ . El Salvador se localiza al Oeste del meridiano de Greenwich

#### 5.1.2.2. Definir zona de estudio

Existen distintos métodos para delimitar un área geográfica. La primera es partir de los segmentos ya establecidos en las bases de datos de los sistemas de información geográfica (SIG), que cuentan con diversos mapas temáticos sobre los comportamientos de variables geográficas de rubros de producción, biofísicas y socioeconómicas etc. Todos ellos ofrecen la posibilidad de segmentar el territorio nacional y delimitar un área determinada.

En nuestro caso partiremos de la delimitación de un área geográfica que esté acorde a los intereses del estudio que deseamos realizar. Para ello, se parte de aplicar valoraciones como el conocimiento de la zona y del uso de herramientas contenidas en los programas MapSource (GPS) y del Google Earth Pro. Ambos complementarios para el desarrollo de la labor planteada.

En la actualidad, los investigadores y extensionistas del CENTA ya utilizan el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), como una herramienta para el levantamiento de las coordenadas donde se localizan las parcelas agrícolas de los beneficiarios del servicio de extensión.

Dicha información es trasladada por los extensionistas, mediante el uso del programa MapSource al Google Earth Pro, permitiendo localizar las parcelas en un espacio geográfico muy cercano a la realidad. Este paso constituye el primer nivel de acercamiento a la zona que deseamos delimitar.

La delimitación propiamente dicha se realiza cuando se selecciona el área general de estudio, generando un cuadrante propio que servirá de universo geográfico para determinar la población objetivo. Se logra mediante la identificación de los puntos o coordenadas que forman las cuatro esquinas del cuadrante, que según nuestra experiencia, y las referencias visuales del territorio que ofrecen las imágenes del programa Google Earth Pro, son las indicadas para determinar el universo geográfico del estudio.

Determinado el cuadrante, el siguiente paso consiste en segmentar la latitud como la longitud, a una distancia aproximada de 30 segundos, obteniendo un cuadrante cuadriculado, del cual es posible obtener distintos segmentos aleatorios para el cálculo de la muestra.

Identificadas las áreas, los operadores de los sistemas de información geográfica nos facilitarán el apoyo necesario para elaborar los mapas temáticos del área seleccionada.

#### 5.1.2.3. Desarrollar mapas temáticos

Podemos definir los mapas temáticos como aquellos que muestran las características estructurales de la distribución espacial de un fenómeno geográfico particular. La Asociación Internacional de Cartografía dice: "Un mapa temático es aquél que está diseñado para mostrar características o conceptos particulares.

En los estudios de adopción, los mapas temáticos utilizados son aquellos que nos valen para resolver distintas necesidades de ubicación geográfica de las variables, dependiendo de las características biofísicas y socioeconómicas incluidas en el estudio.

Son particularmente necesarias y de primer orden las variables geográficas que permiten segmentar el área para sub-delimitar las muestras, tal es el caso de los mapas del uso actual de la tierra, de su intensidad de uso y de la capacidad de uso de la misma.

Al mismo tiempo, si la tecnología a evaluar se orienta a zonas específicas como de sequía, precipitación, altura, temperatura u otras, habrá que desarrollar dichos mapas para realizar el estudio en su ámbito apropiado. Del mismo modo en el ámbito socioeconómico, dependiendo de la población de agricultores hacia quienes está dirigida la tecnología -que es objeto de estudio- los mapas temáticos son muy útiles para ubicar los rubros de producción en las zonas donde se desarrollará la investigación.

#### 5.1.3. Calculo de la muestra

La muestra se calcula de acuerdo al número total de segmentos cuadriculados y según las variables tecnológicas evaluadas, en los diversos ámbitos geográficos seleccionados para el estudio.

Dentro de los segmentos seleccionados para el estudio, se entrevistará al total de los productores usuarios de la tecnología, y en caso de procurar establecer líneas base, al total de productores del rubro. En estudios de caso, la fórmula se aplicará al total de productores de donde se extrae la muestra.

El cálculo para estimar la muestra de los segmentos o productores se fundará en la aplicación de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Dónde:

- N = Número de segmentos del área general
- $Z^2_{\infty}$  = Nivel de confianza deseado
- P = Proporción de población con característica deseada
- q = Proporción de la población sin característica deseada
- d = Nivel de error dispuesto a cometer
- n = Número de segmentos de la muestra

## 5.2. PASO 2

La recopilación de datos de campo se efectúa mediante el empleo de tres herramientas básicas: primera, materiales referentes a indagar las tecnologías; segunda, instrumentos dirigidos a abordar al productor; y, tercera, equipo orientado a medir las condiciones biofísicas en el ámbito geográfico.

### 5.2.1. Materiales para indagar tecnologías

La revisión de bibliografía es una actividad clave para conocer la tecnología, sus líneas de aplicación y sus alcances en el ámbito biofísico y socioeconómico, precisadas según los estudios técnicos realizados por los investigadores especialistas del CENTA.

Para ello existe literatura de resultados de investigaciones previas: protocolos de investigación, informes de resultados, guías técnicas, parcelas de validación y demostrativas; además, de informes y diagnósticos de las agencias de extensión, sobre la prevalencia de la problemática, a la cual está destinada a corregir dicha tecnología.

### 5.2.2. Instrumentos para abordar al productor

La encuesta dirigida al productor es el instrumento más eficaz para obtener la información necesaria sobre los cambios introducidos por la tecnología en la solución de la problemática productiva y socioeconómicos del agricultor, también permite reconstruir la óptica del productor sobre el aporte obtenido de las innovaciones aplicadas -según sus propósitos-, y permite extraer los datos necesarios que facilitan probar el modelo de análisis (hipótesis) de las relaciones entre las variables.

La encuesta es aplicada, en los segmentos comprendidos en la muestra, al total de productores que aplican las tecnologías estudiadas; donde una parte de la lista, se obtienen de los registros de beneficiarios que elaboran los extensionistas.

Una vez identificado el productor se pasa la encuesta y, haciéndose acompañar por el agricultor, se visita la parcela donde está siendo aplicada la tecnología, para tomar sus coordenadas geográficas.

La encuesta consta de un cuerpo de cuatro partes básicas: datos de referencia del agricultor, perfiles socioeconómicos, aspectos sobre la adopción y sobre los costos de la tecnología. Todo ello dependiendo del tema que se esté investigando y del número de tecnologías incluidas en el mismo.

El empleo de técnicas grupales también es efectivo para obtener información de la memoria colectiva de los agricultores. Luego de obtener información mediante el empleo de herramientas grupales prediseñadas, los agricultores pueden reconstruir la información solicitada, apelando al aporte de todos.

### 5.2.3. Equipo para medir las condiciones biofísicas

Los mapas temáticos permiten obtener información confiable de áreas geográficas específicas donde se han introducido algunas tecnologías que responden a sus condiciones de adaptación biofísicas. Proporcionan la información para establecer la relación entre las variables que posibilitan la adopción de tecnologías, y de sus respuestas ante las diferentes condiciones biofísicas.

Las variables geográficas biofísicas y socioeconómicas brindan una gran diversidad de información sobre suelos, clima, altura, estrato social, tenencia de la tierra etc.,

## 5.3. PASO 3

El estudio de adopción permite la medición de los distintos índices calculados en el tiempo, evaluando con instrumentos estadísticos la interrelación entre las variables tecnológicas, biofísicas, socioeconómicas que lo determinan, en un ámbito geográfico delimitado.

Dicho sistema de relaciones suponen las interdependencias de causas-efectos entre variables y, a la vez, con las variables mediante las cuales se calculan los índices: productores y áreas.

### 5.3.1. Medición de la adopción de la tecnología

Los números índices surgen de la necesidad de conocer en profundidad la magnitud de un fenómeno y para poder realizar comparaciones del mismo en distintos territorios a lo largo del tiempo.

La medición de la adopción de la tecnología se realiza mediante la construcción de un número índice, que es una medida numérica que permite estudiar las fluctuaciones o variaciones de una (o más) magnitud(es) en relación al tiempo o al espacio.

Los índices ampliamente utilizados por PASOLAC cruzan distintos porcentajes de productores (P%) con áreas (A%), multiplicados por cien y luego dividido entre cien; estimándose un resultado que se modifica, entre la cifra de cero a cien por ciento y más, siempre en números positivos.

### 5.3.2. Selección del índice a utilizar

La selección del índice a utilizar en los estudios de adopción depende de los años que tengan las tecnologías de estar siendo manejada en la finca del productor, partiendo desde el primer año cuando el proceso de transferencia de tecnología inicia.

#### 5.3.2.1. Índice de aceptabilidad

El índice de aceptabilidad lo utiliza el investigador o extensionista desde el primer año de contacto de la tecnología con el productor, con el propósito de estar enterado de cuánto de la nueva tecnología necesitaría transferir para satisfacer la demanda de áreas y productores del segundo año, dependiendo de la satisfacción y expectativas logradas en el primero.

La fórmula de aceptabilidad es la siguiente:

$$\left[ \frac{\text{Productores usarian tecnología}}{\text{Productores ya usan la tecnología}} \times 100 \right] \times \left[ \frac{\text{Áreas se usaria la tecnología}}{\text{Áreas ya se usa la tecnología}} \times 100 \right] / 100$$

Según los parámetros de evaluación predeterminados por el extensionista, un índice de aceptabilidad aceptable sería entre 25-50 puntos: en tal caso, según la meta programada, la cual de cumplirse sería preciso concluir que habrá un buen resultado de aceptación durante el segundo año. Pudiéndose verificar con los resultados del estudio de aceptación, programado para el segundo año.

#### 5.3.2.2. Índice de aceptación

El índice de aceptación radica en la medición de las tecnologías utilizadas por los productores durante el mismo primer año, pero bajo una modalidad de medición distinta: se comparan los porcentajes de productores y áreas donde se usan las nuevas tecnologías -sin considerar un año base- con los totales de los mismos, tal como lo indica la fórmula, durante un periodo de años consecutivos.

Este índice marca el proceso de inicio del índice en el tiempo, ya que mide los cambios comparándolos respecto del área y la población total.

La fórmula es una modificación de los términos de la anterior:

$$\left[ \frac{\text{Productores usan tecnología}}{\text{Productores totales}} \times 100 \right] \times \left[ \frac{\text{Áreas se usa la tecnología}}{\text{Áreas totales}} \times 100 \right] / 100$$

El índice tomará un curso de evolución en el tiempo, donde un margen positivo de aceptación podría ser entre los 50 y 75 puntos.

#### 5.3.2.3. El índice de adopción

El ajuste en la utilización de la fórmula del Índice de Adopción Continuado de PASOLAC (IAC), consiste en ser calculado comparando los datos obtenidos de los productores que utilizaron la tecnología en el primer año (año base), enfocándola como la aceptación gradual y consecutiva de la tecnología, al transcurrir cinco años o más de ser utilizada.

La fórmula del índice de adopción es la siguiente:

$$\left[ \frac{\text{Productores (año 2)}}{\text{Productores (año 1)}} \times 100 \right] \times \left[ \frac{\text{Áreas (año 2)}}{\text{Áreas (año 1)}} \times 100 \right] / 100$$

Dónde: el número productores del año 2 son sustituidos sucesivamente por la cifra de productores de los años 3, 4 y 5, 6 etc., siendo comparados contra el año 1, permitiendo al multiplicarse por cien y medir el porcentaje de cambios por el número de nuevos productores que usan la tecnología; igualmente las áreas, donde se aplica la tecnología en el año 2, son sustituidas gradualmente por las áreas de los años 3, 4, 5, 6 etc., comparadas contra el año 1, permitiendo al multiplicarse por cien y medir el porcentaje gradual de cambios experimentados por las áreas donde se aplica la nueva tecnología.

Dependiendo de los parámetros establecidos por el extensionista, luego de transcurrir los terceros años, la adopción puede experimentar niveles mayores 75 puntos, con lo cual comienza a tener impacto.

### 5.4. PASO 4

#### 5.4.1. Análisis de la información

El análisis de la información consiste en explicar las relaciones de causa y efecto existente entre las variables, en establecer las diferencias significativas entre las medias poblacionales y en determinar las proyecciones de la adopción en el tiempo, mediante el uso de herramientas estadísticas como la correlación, la regresión lineal, Chi cuadrado y T Student.

Además de emplear en algunos casos estadísticas descriptivas, de dispersión o tendencia central.

#### 5.4.2. Análisis estadístico

En los estudios de adopción, el análisis estadístico se enfoca en la prueba de hipótesis para establecer relaciones de causa y efecto y de significancia de las diferencias entre las medias.

#### 5.4.3. Tablas de contingencia

En las tablas de contingencia se plantean dos variables de clasificación con el objeto de probar si estas son o no independientes para fundamentar los análisis de sus relaciones cualitativas de causa y efecto. En general, se habla de cuadros F x C en los cuales las frecuencias observadas ocupan F filas y C columnas. En correspondencia con cada frecuencia observada en un cuadro F x C, hay una frecuencia esperada que se calcula por la hipótesis nula específica.

Generalmente la hipótesis se formula como independiente. Para evaluar las diferencias entre las frecuencias observadas y esperadas contenidas en la tabla de contingencia, se usará la fórmula siguiente:

$$X^2 = \sum (O_i - E_i)^2 / E_i$$

Dónde:

$O_i$  = Frecuencia observada de realización de un acontecimiento determinado

$E_i$  = Frecuencia esperada o teórica

La aplicación de esta ecuación requiere lo siguiente:

- i. Encontrar la diferencia entre cada diferencia observada y la esperada
- ii. Elevar al cuadrado estas diferencias
- iii. Dividir cada diferencia elevada al cuadrado entre la correspondiente esperada
- iv. Sumar los cocientes resultantes
- v. Este valor estadístico debe compararse con un nivel de significancia de la tabla de la distribución Chi cuadrado. Lo cual requerirá calcular los grados de libertad.

Observando ambos valores Chi cuadrado, si el calculado es mayor que el de la tabla, entonces rechazamos la hipótesis nula, concluyendo que no existe independencia entre las variables (Bonilla, Gildaberto 1988).

#### 5.4.4. Regresión y correlación lineal simple

El denominador común entre la regresión y la correlación es detectar la posible relación entre dos variables de una misma población, y la diferencia consiste en que la regresión mide la forma funcional, a través de una ecuación, la posible relación entre las variables con el objeto de predecir una de ellas (la variable dependiente) en función de la otra; mientras que la correlación se dirige a medir la intensidad o fuerza con que están relacionadas linealmente las variables.



Relación de la cual es posible realizar los respectivos análisis deductivos de incidencia de causas y efectos entre las mismas.

#### 5.4.4.1. Correlación de Pearson

El coeficiente de correlación, que se expresa con la letra  $r$  o  $\rho$ , es la medida de la correlación lineal (relación, en términos de fuerza y dirección) entre dos variables. Varía entre  $-1$  y  $+1$ , y el signo (+,-) se usa para indicar si la relación es positiva o negativa.

Si el coeficiente de correlación es exactamente  $-1$ , entonces la relación entre las dos variables es una correlación negativa perfecta.

Si el coeficiente de correlación es exactamente  $+1$ , entonces la relación es una correlación positiva perfecta. Las variables también pueden tener una correlación positiva (valores entre  $0$  y  $1$ ), una correlación negativa (valores entre  $-1$  y  $0$ ) o directamente no tener correlación ( $0$ ).

Para comenzar a calcular el coeficiente de correlación de Pearson, primero es necesario examinar los pares de datos. Generalmente es útil ponerlos en una tabla, ya sea vertical u horizontal. Etiquetada cada fila o columna con  $X$  la variable independiente y en la  $Y$ , la variable dependiente.

El coeficiente de correlación en sí, se representa con una letra  $r$  minúscula o con la letra griega rho minúscula,  $\rho$ . En este artículo se usará la fórmula que se conoce con el nombre de "Coeficiente de correlación de Pearson", que es la que se muestra a continuación (Bonilla, Gildaberto 1988):

$$r = \frac{n \sum yx - (\sum x) * (\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2] [n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

#### 5.4.4.2. Regresión lineal

Antes de calcular la ecuación de regresión entre dos variables debemos obtener primero el coeficiente de correlación, y si su valor es de  $r=0.70$  o más es recomendable el cálculo de la ecuación.

El objetivo principal del análisis de la regresión lineal es establecer una relación funcional entre dos variables relacionadas, tomando datos muestrales que constituyen buenos estimadores de la correspondiente relación poblacional.

El cálculo de la ecuación de regresión es una serie bidimensional de datos recolectados, que son pares de datos bivariados, los cuales son llevados al sistema de ejes coordinados; la variable independiente  $x$  se escribe en el eje de las abscisas, y las variables dependientes en el eje de las ordenadas, formando el conjunto de datos de pares  $(x, y)$ . De acuerdo a la forma que tome el diagrama de dispersión, así será la ecuación lineal que se utilizará para reflejar sus relaciones tendenciales.

La ecuación lineal recta toma la forma  $Y_c = a + b x$ .

La sustitución de los valores a y b en la fórmula general se hace mediante el cálculo de sus términos, de la siguiente manera (Bonilla, Gildaberto 1988):

$$a = (\sum X^2 \sum Y - \sum X * \sum XY) / n \sum X^2 - (\sum X)^2$$

$$b = n \sum X Y - \sum Y * \sum X / n \sum X^2 - (\sum X)^2$$

#### 5.4.4.3. Prueba T Estudent

Según la teoría del límite central, la distribución muestral de un estadístico (como media de la muestra) seguirá una distribución muestral, siempre y cuando:

El tamaño de la muestra sea suficientemente grande

Cuando se conoce la desviación estándar de la población

Entonces se puede calcular un valor Z y emplear la distribución normal para evaluar probabilidades sobre la media de la muestra.

Si los tamaños de la muestra son muy pequeños, y no se conoce la desviación de la población, se utiliza una distribución T de Student, cuyos valores están dados por:

$$T = (\bar{X} - u) / S / \sqrt{n}$$

Dónde: S = a la desviación estándar o error estándar.

Si Z calculado es menor en valor absoluto al de tablas, entonces cae en la región de aceptación, considerándose que la diferencia no es significativa, por lo tanto, concluimos que no hay diferencias en las medias de las poblaciones (Bonilla, Gildaberto 1988).

#### 5.4.5. Análisis socioeconómico

El análisis económico es una herramienta útil en la toma de decisiones y recomendaciones para el investigador y agricultor en el proceso de evaluación de nuevas tecnologías y, es por tanto, complementaria a la evaluación participativa a productores, al análisis agronómico y estadístico (UBS, CENTA, 2018).

El objetivo del análisis económico es tener suficiente evidencia de que las opciones tecnológicas propuestas son factibles económicamente, de acuerdo al dominio de recomendación y en términos de generación de beneficios directos e indirectos, medidos en unidades monetarias (PASSOLAC 1999).

En el caso de la investigación agropecuaria existe diversos tipos de análisis económicos, el más utilizado es el presupuesto parcial de beneficio neto, llamado comúnmente presupuesto parcial.

Cabe mencionar que existen otros tipos de presupuestos parciales de beneficio bruto, de margen bruto, de flujo de fondos, paramétricos y de riesgo (Ramírez 1994 y Sermeño *et al.* 2001).

Para el caso de esta guía, en las investigaciones desarrolladas en CENTA, se recomienda utilizar el presupuesto parcial, acompañado del análisis marginal, según la metodología del CIMMYT (1988). Ya que estas herramientas ayudan al investigador a centrar su atención en los efectos de las tecnologías que se estén desarrollando, en las cuales es necesario reducir costos y aumentar retornos o ingresos.

#### 5.4.6. Análisis de impacto

El análisis de impacto es un componente de segundo y tercer nivel, que trasciende los límites de los estudios de adopción realizados en los límites microeconómicos de la finca.

Se realiza para determinar desde todos los ángulos posibles las múltiples relaciones de las tecnologías transferidas desde un ámbito particular de la finca, hasta las variables macroeconómicas y las variaciones climáticas que en conjunto determinan el éxito o fracaso de los procesos de transferencia.

### 5.5. PASO 5

#### 5.5.1. Informe final

El informe final del estudio de adopción es un documento que contiene la medición del grado de aceptabilidad, aceptación o adopción y la explicación de las relaciones cualitativas y cuantitativas de causas-efectos de cualquiera de los índices utilizados.

#### 5.5.2. Medición del grado de adopción

La medición del grado de aceptación, aceptabilidad o adopción se obtienen mediante la aplicación de la fórmula a los datos obtenidos del agricultor, la cual sirve para determinar si los niveles obtenidos están dentro de los parámetros de las metas trazadas.

Los índices oscilan de cero a más del cien por ciento positivo.

Todo el proceso realizado tiene el fin de establecer las posibilidades de que dicha tecnología evaluada pueda continuar siendo considerada dentro de los planes de generación o transferencia de la misma.

### 5.5.3. Causas y efectos de la adopción

Establecer las causas y los efectos de las tecnologías adoptadas, es la parte más complicada de los procesos de investigación, ya que presupone haber construido desde el protocolo la articulación de las interrelaciones de variables específicas socioeconómicas, tecnológicas y biofísicas en el ámbito geográfico.

De las cuales surgió la elección de los instrumentos estadísticos, para probar los sistemas de hipótesis programadas dentro del estudio.

Establecidos estos procedimientos, es posible explicar las relaciones efectivas de causa y efecto entre los diferentes componentes del sistema, para explicarlo desde los procesos y sus relaciones más simples hasta las más complejas.

### 5.5.4. Explicar el impacto

Consiste en comparar los resultados obtenidos a nivel de productor con los del departamento o nacionales, incluyendo el análisis de las tasas anuales del crecimiento de rendimientos y áreas.

El estudio de impacto se generaliza al análisis de las variables macroeconómicas que explican las causas de las variaciones anuales de las áreas de producción.

También incluye evaluar los resultados de los rendimientos, comparándolos con las precipitaciones de lluvias caídas durante el año o años del estudio.

## 5.6. PASO 6

Este paso se refiere al desarrollo del esquema recomendado para la presentación de los resultados finales. El cual contiene la primera fase del protocolo, la descripción y análisis de resultados y la realización de una síntesis presentada en Power Point.

### 5.6.1. Presentación de resultados

La presentación de resultados es una extensión del documento del protocolo elaborado previamente, por lo cual deberá incluirlo resumido, agregando la descripción y discusión de resultados finales logrados.

#### 5.6.1.1. Documento

El documento de informe final debe tener:

- Título

Tiene que ser breve, claro y preciso, considerándose aceptable de entre 10 a 15 palabras.

- Autor

Los autores de un artículo van ordenados según la importancia de su contribución y van generalmente inmediatamente después del título, sin grado académico, los cuales irán en pie de página.

- Resumen

La síntesis debe describir el problema, la metodología, los resultados importantes que se obtuvieron y las principales conclusiones.

- Introducción

La introducción debe identificar el problema, la justificación del trabajo, las limitaciones de trabajos previos, los antecedentes relevantes y los objetivos de la investigación.

- Materiales y métodos

Debe hacerse una descripción concisa, pero completa de los materiales y métodos utilizados, incluyendo la ubicación en espacio y tiempo de la investigación, condiciones climáticas y edáficas donde se ejecutó el trabajo, así como del sistema de variables biofísicas, tecnológicas y socioeconómicas evaluadas según las hipótesis formuladas. Además incluir descripción de las tecnologías evaluadas, herramientas estadísticas empleadas y métodos de muestreo.

- Resultados y discusión

Se deben presentar todos los hechos tanto positivos como negativos, aunque priorizando los más importantes que se hayan podido analizar correctamente. Presentar en orden lógico y agrupando convenientemente los resultados, además de analizar, discutir e interpretar las relaciones lógicas establecidas entre las variables que determinan las causas y efectos de los mismos.

Establecer la relación con las bibliografías consultadas.

- Conclusiones

Tienen que basarse en los hechos comprobados, indicando en forma clara hechos nuevos descubiertos y su aporte a los conocimientos ya existentes.

- Recomendaciones

Son sugerencias que los autores hacen a tomar en cuenta en futuras investigaciones.

Entre otros incluir la literatura consultada y agradecimientos.

### 5.6.2. Presentación Power Point

La presentación en Power Point es un ordenamiento esquemático del documento del informe final, elaborado con el propósito de facilitar su explicación a un público al cual se le dan a conocer los resultados de la investigación.

Por tanto tiene los mismos componentes de manera resumida y destacando los aspectos más importantes.

### 5.7. Bibliografía

Bonilla, Gildaberto. 1988. Métodos prácticos de inferencia estadística. San Salvador, El Salvador, CA. UCA Editores.

www. educa plus. Org/game/latitud/y longitud.

Menjivar, Berta; Mejía Marcos. 2010. Pautas para elaboración de documentos técnicos.

<https://geohistoriaymas.wordpress.com/2011/05/22/mapas-tematicos/>.

Resources. Aregis. com/es/help/getting-started/articles/0260000000s000000.htm.

[https://es.wikipedia.org/wiki/ coordenadas\\_geograficas](https://es.wikipedia.org/wiki/coordenadas_geograficas).

Unidad de Biometría y Socioeconomía (UBS-CENTA). 2018. Guía de Procedimientos para el análisis económico en la investigación agropecuaria. Ciudad Arce, El Salvador. CENTA. 13 p.