

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA

4.1. Objetivo e Hipótesis

El objetivo de este estudio es encontrar la relación que existe entre la tecnología de riego y el precio del agua, manteniendo constantes otros factores considerados por diversos autores. El precio del agua se medirá de dos formas, una por medio del costo unitario de energía (pesos por KWh) y el otro por el costo unitario del m³ de agua (pesos por m³) calculado por los costos totales de energía/ volumen total extraído. La hipótesis es, que a menor del precio del agua medido por los costos eléctricos o mayor subsidio, se encontrará un mayor rezago de adopción de tecnología de riego, debido a que los individuos no tienen incentivos económicos a ahorrar agua por el bajo costo que les representa.

Este trabajo tiene como referencia algunos modelos utilizados para explicar la adopción de tecnología de riego, tales como los de Cason y Uhlaner (1991), Caswell y Zilberman (1985 y 1986) y Green, Sunding y Zilberman (1996). En la mayoría de estos modelos, los distintos autores utilizaron un modelo Probit como principal herramienta econométrica, ya que es el modelo más útil para explicar las teorías de adopción y difusión de tecnología.

Un modelo Probit es aquel que se utiliza para explicar un hecho cualitativo donde se explica un resultado binario, es decir 1 ó 0. Se trata de una regresión lineal múltiple con una variable dependiente binaria que recibe el nombre de Modelo de Probabilidad Lineal (dado que la probabilidad de respuesta medida por los parámetros β_j es lineal):

$$P(y = 1 | x) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k$$

El objetivo principal es explicar los efectos de x_j en la probabilidad de éxito cuando $P(y= 1 | x)$ o fracaso cuando $P(y= 0 | x)$. Para fines de esta investigación la probabilidad de éxito se refiere a la de adoptar una tecnología de mayor eficiencia al sistema de riego por gravedad, es decir, la probabilidad de adoptar riego por aspersión, microaspersión y goteo, la cual dependerá de ciertas variables independientes x_1 a x_k .

4.1. Análisis de Variables

La variable de interés para poder probar la hipótesis, de que existe una relación entre el precio del agua y la tecnología de riego, es la del costo de bombeo, que se usa como proxy para precio de agua para uso agrícola. A medida que el agua escasea el costo del bombeo se incrementa; esto se debe al aumento en el esfuerzo para bombear y el tiempo de uso de la energía eléctrica. De esta misma manera es como Moore (1994) calculó la demanda de agua en el oeste de Estados Unidos para el consumo agrícola.

Se toman las variables de costos e ingresos totales de acuerdo al modelo usado por Cason y Uhlaner (1991), otros factores que explican los costos y beneficios de adoptar cierta tecnología son los de localización, tipo de cultivo y si el agua es superficial o de pozo (Caswell y Zilberman, 1985). La variable del tipo de cultivo no se incluye en este estudio debido a que la unidad de análisis puede utilizar distintos cultivos a la vez. Sin embargo otra variable que se relaciona con el ingreso o riqueza es el tamaño de la superficie

cosechada. Otro factor que determina el tipo de cultivo seleccionado es el requerimiento de riego ponderado para controlar el consumo de agua por cada cultivo. Como última variable se agrega el volumen concesionado de agua, para saber si los agricultores toman en cuenta la disponibilidad del recurso a la hora de adoptar una nueva tecnología¹.

A continuación se añade un cuadro en el cual se describe la notación de las variables empleadas en el modelo.

¹ Esta variable es analizada por Iván Islas (2004) en su tesis de maestría en un estudio similar sobre tecnología de riego.

Tabla 4.1. Variables del modelo

Variable	Descripción	Notación	Característica
Cambio de tecnología	No cambió, se mantuvo en riego por gravedad = 0 Cambió, cambio de gravedad a aspersión, goteo o microaspersión = 1	No cambió Cambió	Variable dependiente dicotómica o binaria.
Tarifa eléctrica	Pesos /Kwh	Tarifa_e	Continua
Subsidio	Costo promedio de generación de energía – Tarifa eléctrica	Subsidio	Continua
Precio del agua	Costos totales de energía/ Volumen total extraído. Pesos / m ³	Precio_agua	Continua
Volumen concesionado	Miles de m ³ de agua	Vol_con	Continua
Bajo volumen concesionado	Si volumen concesionado es menor a 60 mil m ³ = 1	Bajo_volcon	Binaria
Superficie cultivada	Hectáreas	Superficie_ha	Continua
Superficie cultivada grande	Si superficie cultivada es mayor a 100 has = 1	Grandes	Binaria
Rotación	Si rotó los cultivos (más de una cosecha por año) = 1	Rotot	Binaria
Tipo de aprovechamiento	Si proviene de planta de bombeo = 1 Si proviene de pozo profundo = 0	Tipo	Binaria
Costos totales	Miles de pesos	Costos	Continua
Valor de la producción	Miles de pesos	Valp	Continua
Requerimiento de riego ponderado neto	Miles de m ³	Reqr	Continua
Bajo requerimiento de riego	Si requerimiento de riego es menor de 50 mil m ³ = 1	Bajo_reqr	Binaria
Localización por Gerencias Regionales	= 1 Si proviene de la Gerencia Regional: Balsas Cuencas Centrales del Norte Golfo Centro Golfo Norte Lerma Santiago Pacífico Noroeste Pacífico Norte Pacífico Sur Península de Baja California Río Bravo Valle de México	R_balsas R_cuencascn R_golfoc R_golfon R_lermasp R_noroeste R_pacificon R_pacificos R_peninbj R_riob R_vallem	Binarias

El modelo econométrico estimará la intensidad y dirección de la relación que guarda cada una de estas variables con la probabilidad de cambiar de tecnología de riego a una más eficiente en agua.

$$Si_cambió_i = \beta_0 + \beta_1 Precio_agua_i + \beta_2 Vol_con_i + \beta_3 Superficie_c_i + \beta_4 Roto_i + \beta_5 Tipo_i + \beta_6 Costos_i + \beta_7 Valp_i + \beta_9 Reqri_i + \beta_{10} R_balsas + \beta_{11} R_cuencascn + \beta_{12} R_golfoc + \beta_{13} R_gofon + \beta_{14} R_lermasp + \beta_{15} R_noroeste + \beta_{16} R_pacificon + \beta_{17} R_pacificos + \beta_{18} R_peninbj + \beta_{19} R_riob + \beta_{20} R_vallem + \epsilon_i$$

La variable localización, se clasificará por 11 gerencias regionales, para saber si la escasez de agua de distintas regiones provoca que aumente la probabilidad de adoptar un sistema de riego con mayor eficiencia. Se omitieron las gerencias regionales de Frontera Sur y Península de Yucatán por falta de datos disponibles.

4.2.1. Los datos

Los datos fueron proporcionados por el Gerente de Uso del Agua y la Energía Eléctrica de la Comisión Nacional del Agua. La base de datos proviene del Sistema de Evaluaciones de Unidades de Riego SISEVUR 3.0 del año 2002, y cuenta con 368 observaciones de las distintas entidades de la República. Esta base se hizo con la finalidad de evaluar a los programas de Uso Eficiente de la Energía Eléctrica y Uso Pleno de la Infraestructura Hidroagrícola.

4.2.2. Resultados esperados

- 1) Se espera que la relación de cambio tecnológico y el precio del agua o la tarifa eléctrica sea positiva, es decir a mayor precio del agua, aumenta la probabilidad de adoptar una tecnología más eficiente en este recurso.
- 2) Se espera que a mayor volumen concesionado, disminuya la probabilidad de adoptar una mejor tecnología de riego, debido a que a mayor volumen concesionado menor es el incentivo a ahorrar agua y por lo tanto a adoptar una tecnología más eficiente en agua.
- 3) Se espera que a mayor superficie sembrada, aumenta la probabilidad de adoptar una mejor tecnología. La superficie sembrada, se relaciona con productores de alto nivel de comercialización, con acceso a crédito y por lo tanto con acceso a nuevas tecnologías.
- 4) Se espera que las unidades que tuvieron más de una cosecha por año cambien de tecnología a una más eficiente, debido a que sus consumo de agua es mayor con respecto a los demás.
- 5) Se espera que los agricultores que tienen acceso al agua de pozo profundo adopten una mejor tecnología que aquellos que utilizan el agua superficial (río, presa, etc). Debido a que el costo del agua aumenta con la profundidad del pozo y disminuye el volumen concesionado con respecto al agua proveniente de superficial.
- 6) A mayores costos totales de producción se espera que aumente la probabilidad de adopción. Mayores costos, incentivará al agricultor a minimizarlos con un proceso tecnológico ahorrador de insumos.

- 7) También se espera que a mayor valor de la producción, aumente la probabilidad de adopción, debido a que a mayores ingresos se relaciona con mayor inversión, y acceso a crédito, por lo tanto mayor probabilidad de adopción.
- 8) El requerimiento de agua ponderado puede tener un efecto ambiguo en la probabilidad de adopción. Por un lado a mayor requerimiento de agua, el agricultor buscará la forma de utilizar el agua más eficiente, y por el otro lado simplemente buscará el sistema de riego que satisfaga las necesidades de agua con mayor facilidad.
- 9) Se espera que en las cuencas con menor disponibilidad de agua aumente la probabilidad de adoptar una mejor tecnología. A menor disponibilidad de agua aumenta la cuota de agua y el costo de bombeo.