

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AGRÍCOLA**



**APLICACIÓN DEL MODELO LOGIT PARA EL ESTUDIO DE
DEMANDA DEL SISTEMA NFT HIDROPÓNICO EN SALTILLO,
COAHUILA**

Por:

EMILIA XAXNI HERNÁNDEZ

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

LICENCIADO EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y AGRONEGOCIOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AGRÍCOLA

APLICACIÓN DEL MODELO LOGIT PARA EL ESTUDIO DE DEMANDA
DEL SISTEMA NFT HIDROPÓNICO EN SALTILLO, COAHUILA

POR:

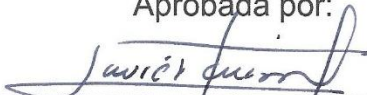
EMILIA XAXNI HERNÁNDEZ


TESIS

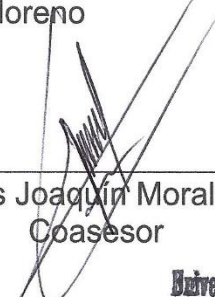
Que se somete a consideración del Comité Asesor Examinador como
requisito parcial para obtener el título de:

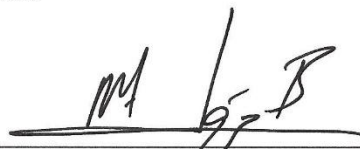
LICENCIADO EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y AGRONEGOCIOS

Aprobada por:


M.C. Vicente Javier Aguirre Moreno
Asesor Principal


Dr. Gregorio Castro Rosales
Coasesor


M.C. Jesús Joaquín Morales López
Coasesor


Dr. Lorenzo Alejandro López Barbosa
Coordinador de la División de Ciencias Socioeconómicas

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Noviembre de 2017

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



DIV. CS. SOCIOECONÓMICAS
COORDINACIÓN

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por darme la fortaleza para seguir adelante en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes y experiencias, pero sobre todo de felicidad.

A mi Alma Terra Mater

Por brindarme las condiciones necesarias para continuar estudiando y poder concluir una etapa más en mi formación como profesionista.

Al M.C. Vicente Javier Aguirre

Por ser el Asesor principal, pero más que nada por orientarme, darle seguimiento y continua supervisión a este trabajo para que culminara con éxito.

Al Dr. Gregorio Castro Rosales

Por su valiosa participación como Coasesor, por el tiempo y las recomendaciones que recibí cuando se presentaban problemas respecto al tema.

Al M.C. Jesús Joaquín Morales López

Por su colaboración como Coasesor, su aportación en la elección del tema y por la confianza y el apoyo que siempre ha mostrado para concluir este trabajo.

A mis compañeros y amigos

Mayra Dalleney, Magdalena, Andrés, Abdiel, Pedro, Luis Armando y Edgar Alejandro.

Quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos y alegrías e hicieron que mi estancia en la universidad fuera más amena.

DEDICATORIAS

A mis padres

Adrián Xaxni Vaquero y Lucia Hernández Baltazar

Por todo el apoyo económico y moral que siempre me han brindado, y porque considero que no hay mejor herencia que la educación.

A mis hermanos

Francisco, Marcelino, Felipe de Jesús y Adrián

Porque a pesar de la distancia siempre han sabido encontrar la manera de hacerme saber que cuento con ustedes.

A mis tíos y abuelos

Porque siempre han estado ahí para brindarme sus consejos en los momentos difíciles.

Hñahñú

“Co ra nfadi ri ndangui ya hnini”

ÍNDICE

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
1.1 Antecedentes y justificación.....	8
1.2 Revisión de literatura	12
1.3 Planteamiento del problema	14
1.4 Objetivo.....	15
1.5 Hipótesis	15
1.6 Metodología.....	16
1.7 Estructura de la investigación	17
CAPÍTULO II. ÁREA DE ESTUDIO Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN ...	18
2.1 Características de la ciudad de Saltillo, Coahuila	18
2.1.1 Localización geográfica	18
2.1.2 Clima	20
2.1.3 Características y uso del suelo.....	20
2.2 Población	21
2.2.1 Educación.....	22
2.2.2 Estado civil	22
2.2.3 Número de hijos	23
2.3 Hogares	23
2.3.1 Edad jefe de hogar	23
2.3.2 Ingreso familiar	24
2.4 Proyecciones de 2010 a 2030	25
2.4.1 Población total de Saltillo.....	25
2.4.2 Población de Saltillo a mitad del año por sexo y rangos de edad.....	25
2.4.3 Tamaño promedio de hogares, Coahuila.....	26
2.4.4 Tipos de hogares, Coahuila	27
2.5 Metodología de la investigación.....	28
2.5.1 Estimación de la muestra	28
2.5.2 Cuestionario	29
2.5.3 Levantamiento de información.....	30
2.5.4 Tratamiento de información	31

CAPÍTULO III. FORMULACIÓN Y ESTIMACIÓN DEL MODELO DE DEMANDA	32
3.1 El mercado y los determinantes de la demanda	32
3.2 Modelo general de demanda	35
3.3 Modelos de regresión de respuesta cualitativa	35
3.3.1 El modelo logit o logístico	36
3.3.2 Características del modelo logit.....	37
3.3.3 Estimación de los parámetros vía máxima verosimilitud	37
3.4 Interpretación de los resultados de la regresión	39
3.5 Contraste y validación de hipótesis.....	40
3.5.1 Significancia de los parámetros estimados.....	40
3.5.2 Bondad de ajuste.....	41
3.6 Aplicación del modelo logit	44
3.7 Relación funcional esperada.....	46
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL MODELO LOGIT	47
4.1 Análisis descriptivo de variables que afectan la decisión de adquirir un sistema hidropónico	47
4.2 Análisis descriptivo de variables que influyen en la selección del modelo NFT	54
4.3 Análisis descriptivo de variables que influyen en la disposición a recibir asistencia técnica	60
4.4 Análisis econométrico	62
4.5 Modelo de demanda para el sistema de hidroponía NFT	63
4.6 Modelo de probabilidad de preferencia por el modelo NFT vertical	66
4.7 Modelo de probabilidad de demandar asistencia técnica	67
4.8 Contraste de hipótesis	69
4.9 Predicciones	70
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
5.1 Conclusiones	73
5.2 Recomendaciones	75
RESUMEN	77
BIBLIOGRAFÍA	78

ANEXOS	80
Anexo 1. Encuesta final	80
Anexo 2. Relación entre conocimiento y rangos de edad	82
Anexo 3. Relación entre escolaridad y ocupación	82
Anexo 4. Relación entre tamaño de hogar con motivo de adquisición	82

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Modelo NFT en forma vertical	10
Gráfico 2. Modelo NFT en forma piramidal	11
Gráfico 3. Estado de Coahuila de Zaragoza, México	18
Gráfico 4. Ciudad de Saltillo, Coahuila.....	19
Gráfico 5. Composición de la población, por edad y sexo	21
Gráfico 6. Población de 18 años y más, según nivel de escolaridad	22
Gráfico 7. Población de 18 años y más, según situación conyugal.....	22
Gráfico 8. Número de hijos por familia	23
Gráfico 9. Sexo del jefe de hogar.....	23
Gráfico 10. Edad y sexo del jefe de hogar	24
Gráfico 11. Ingreso mensual familiar.....	24
Gráfico 12. Saltillo: Proyección de población, 2010-2030.....	25
Gráfico 13. Proyección de la población de Saltillo a mitad de año.....	26
Gráfico 14. Tamaño promedio de hogares según el sexo del jefe de hogar,	27
Gráfico 15. Tipos de hogares, Coahuila, 2010-2030.....	28
Gráfico 16. Ubicación de lugares de aplicación de la encuesta	31
Gráfico 17. Curva de demanda	33
Gráfico 18. Desplazamiento de la curva de demanda.....	34
Gráfico 19. Función de Distribución Acumulativa (FDA)	37
Gráfico 20. Variable interés respecto a edad	52
Gráfico 21. Variable interés respecto a tamaño de hogar	52
Gráfico 22. Variable interés respecto a ingreso familiar mensual	53
Gráfico 23. Variable interés respecto a cultiva.....	53
Gráfico 24. Variable interés respecto a conocimiento	54
Gráfico 25. Variable modelo vertical con respecto a tipo de planta.....	60
Gráfico 26. Variable asistencia técnica respecto a escolaridad	62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación de aciertos del modelo logit.....	43
Cuadro 2. Descripción de variables	45
Cuadro 3. Características de los encuestados, según interés de cultivar plantas bajo el sistema hidropónico	48
Cuadro 4. Estadísticos principales.....	51
Cuadro 5. Matriz de correlación. Variable dependiente: INT.....	51
Cuadro 6. Características de los encuestados, según modelo NFT de preferencia...	55
Cuadro 7. Matriz de correlación. Variable dependiente: MV	59
Cuadro 8. Clasificación de los encuestados, según disposición a recibir asistencia técnica.....	61
Cuadro 9. Matriz de correlación. Variable dependiente: AT	62
Cuadro 10. Modelo Logit. Variable dependiente: INT	63
Cuadro 11. Modelo Logit. Variable dependiente: MV	66
Cuadro 12. Modelo Logit. Variable dependiente: AT.....	68
Cuadro 13. Escenarios de predicción para la variable INT	71
Cuadro 14. Escenarios de predicción para la variable MV.....	71
Cuadro 15. Escenarios de predicción para la variable AT	72

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se describen los antecedentes de este trabajo con la finalidad de establecer la importancia de su realización y la manera en que está estructurada la investigación. Se aborda también el planteamiento del problema, el objetivo que se persigue, las hipótesis a comprobar y la metodología a utilizar.

1.1 Antecedentes y justificación

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) señala que el acelerado aumento de la población, el cambio climático, la degradación de la tierra, y la disminución del agua disponible para la producción, son sin duda algunos de los factores principales que afectan la seguridad alimentaria a nivel mundial. Entonces, tomando en cuenta que recursos como: la cantidad de tierra cultivable y la disponibilidad de agua son escasos, se cree que no se lograría satisfacer la demanda total de alimentos que se proyecta para la población en 2050.

Lo anterior plantea la necesidad de buscar alternativas de producción que permitan obtener alimentos sanos, plantas medicinales y ornamentales, en espacios reducidos y con poco gasto de agua. Además, considerando que el consumo de alimentos orgánicos ha ido en aumento, el nuevo método de producción debe disminuir al máximo el uso de fertilizantes. Así mismo, las alternativas deben acoplarse a las nuevas construcciones de vivienda, que cuentan con espacios estrechos y en algunos casos, pequeñas terrazas. Dado lo anterior, una alternativa viable para las zonas urbanas es la incorporación de sistemas de cultivos hidropónicos, que permite a las familias tener acceso a alimentos sanos e inocuos, y que en cierto modo contribuye a mejorar sus economías.

Diversas investigaciones señalan que para el 2050 se tiene pronosticado que el 70% de la población vivirá en zonas urbanas, por lo que la oferta de los productos

agrícolas no será suficiente para satisfacer las grandes necesidades de dicha población. Además, existe una creciente preocupación por el deterioro, sobreexplotación y agotamiento de los recursos naturales por lo que en muchos países se busca impulsar la adopción de modelos de desarrollo sostenible, entre los cuales los sistemas de cultivos hidropónicos constituyen una alternativa viable.

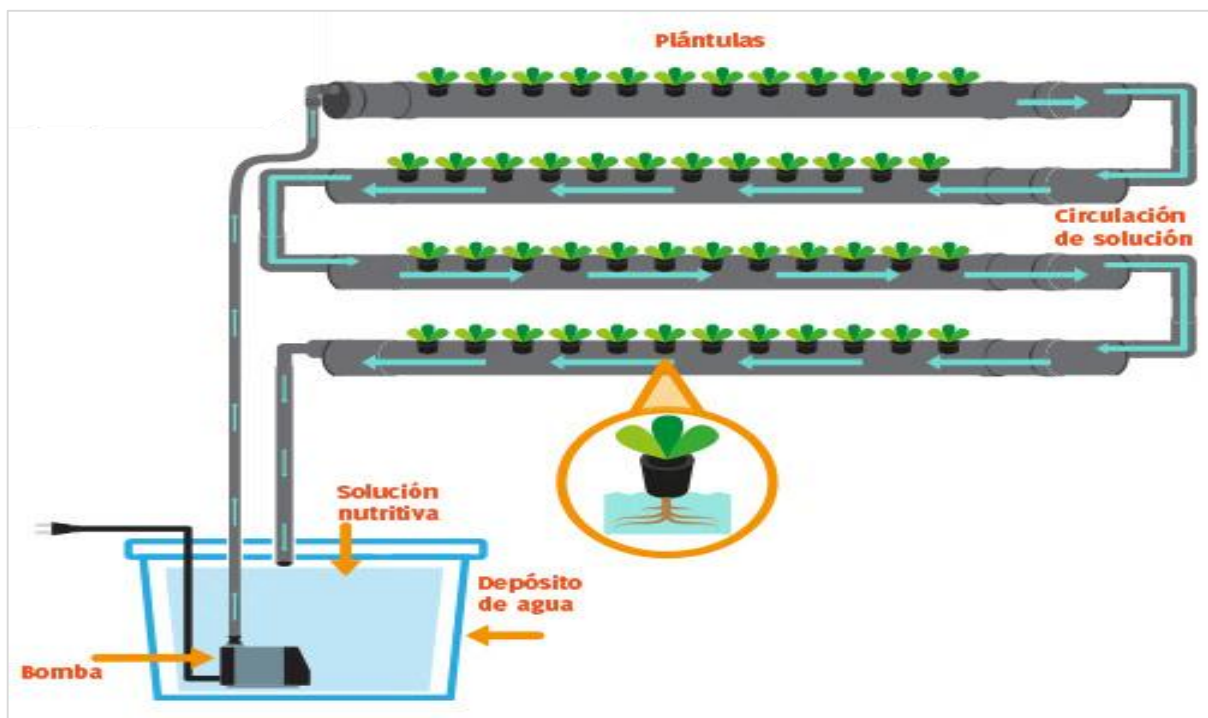
De acuerdo con la Asociación Hidropónica Mexicana A.C., el término “hidroponía” tiene su origen en las palabras griegas “hidro” que significa agua, y “ponos” que significa trabajo, que de forma conjunta quiere decir, trabajo en agua. La hidroponía es una técnica de producción de cultivos sin suelo como sustrato, es decir, que los alimentos y el soporte que necesitan las plantas es proporcionado mediante una solución nutritiva, que está compuesta de nutrientes naturales disueltos en agua. Mediante este método de producción es posible obtener plantas como hortalizas, flores, frutales, ornamentales, y medicinales, con productos saludables y de muy buena calidad, con un uso reducido de agua y fertilizantes.

Algunas de las ventajas de este sistema son: uso eficiente del agua, dado que es posible reutilizarla; son apropiados para espacios pequeños, porque se pueden ubicar en techos, paredes y terrazas; es posible obtener una mayor cantidad de plantas por metro cuadrado; no requiere de mucha mano de obra; no necesita de rotación de cultivos, ya que es una técnica donde el suelo no es un factor de producción; y reduce el uso de agroquímicos, lo que garantiza a las familias un producto saludable, de calidad e inocuo. Una de las desventajas que hace que las familias se resistan a adquirir este sistema es su alto costo inicial, debido al nivel de inversión necesario.

El sistema de cultivo hidropónico tiene diversas modalidades, pero los más utilizados son los sistemas cerrados y abiertos. El sistema cerrado, que es el que se analiza en esta investigación, consiste en que la solución nutritiva circula por todo el sistema de cultivo, y después de realizar todo su recorrido es almacenado para volver a ser reutilizado. Es importante considerar que para seleccionar el sistema hidropónico que se va a utilizar, se deben tomar en cuenta: el tipo, la forma y el desarrollo del cultivo, entre los que se encuentran: raíz desnuda, raíz en agua, o en sustrato.

La empresa Invernaderos, Riegos y Jardines GH, S.A. de C.V., está considerando promover la adopción de sistemas de producción bajo hidroponía proponiendo dos diseños o modelos de estructura para ello, una en forma vertical (Gráfico 1) y otra en forma piramidal (Gráfico 2). En ambas estructuras se considera producir cultivos mediante la técnica NFT. Sin importar la forma de la estructura, el sistema se compone de: solución nutritiva, plántula, un tanque de almacenamiento, una bomba de flujo, y manguera para el riego.

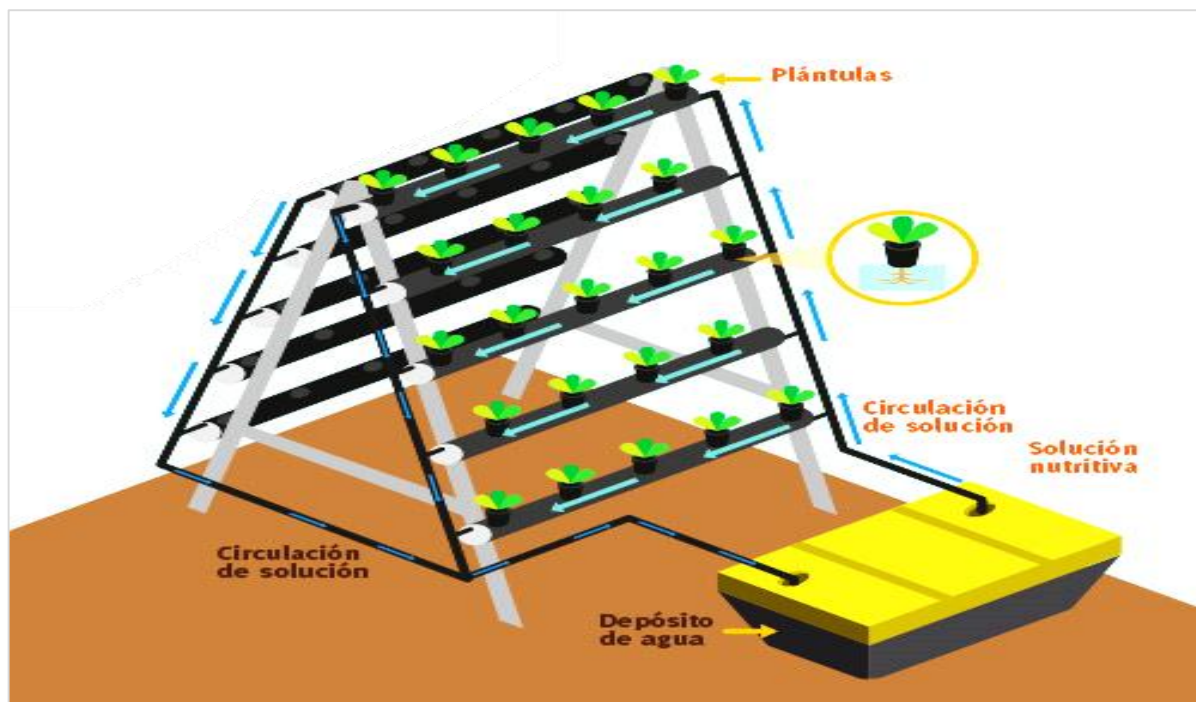
Gráfico 1. Modelo NFT en forma vertical



Fuente: Invernaderos, Riegos y Jardines GH, S.A. de C.V.

El sistema en forma vertical es totalmente cerrado lo que permite recircular el agua, teniendo una pérdida por evaporación de entre el 1 y 2 %. Es una estructura de pared (vertical) mide 1.20 metros de ancho, y 1.00 metro alto. Cuenta con 4 niveles con tubos PVC, cada nivel tiene una altura de 20 cm, las perforaciones pueden ser de 20 a 25 cm, dependiendo lo que se quiere producir. Tiene capacidad para 24 plantas. Incluye: 1 contenedor de agua, 1 bomba sumergible, ¼ de solución nutritiva e instalación.

Gráfico 2. Modelo NFT en forma piramidal



Fuente: Invernaderos, Riegos y Jardines GH, S.A. de .C.V.

El sistema piramidal se utiliza cuando se quiere intensificar la producción. Mide 1 metro de ancho, 1.50 metro de largo y 1.70 de altura; cuenta con 5 niveles, cada nivel tiene 25 cm de separación. Con este sistema es posible cultivar hasta 70 plantas. Incluye: 1 contenedor de agua, 1 bomba sumergible, $\frac{1}{4}$ de solución nutritiva e instalación.

La instalación de estos modelos de producción hidropónica puede realizarse distintos lugares de la vivienda, como son: techo, patio o terraza, pero debe tenerse en cuenta que el sistema debe recibir como mínimo seis horas de luz solar y tener una buena iluminación, además de contar con una fuente cercana de agua y estar protegido de insectos o animales.

Cabe mencionar que, por política de la empresa, en el valor de cualquiera de los dos modelos se incluye plántula para la primera producción, asesoría básica para la instalación y manejo del equipo, así como capacitación en el uso y cuidado de los cultivos.

1.2 Revisión de literatura

Con el objetivo de conocer trabajos donde se haya aplicado el modelo Logit, así como identificar si existen investigaciones donde se estudie el tema de la hidroponía y más específicamente la demanda de sistemas hidropónicos, se procedió a realizar la revisión de literatura; los hallazgos se describen en seguida.

De la Rosa y Herrera (2015) plantearon una propuesta de producción de alimentos para el autoconsumo de familias en zonas urbanas, contemplando a la hidroponía como una alternativa. Lo anterior con la finalidad de brindar una solución a problemas como la pobreza alimentaria que aqueja a nuestro país según el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), y también considerando que la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH, 2010) señala que el 34% del gasto de las familias mexicanas es destinado a la compra de alimentos y bebidas. A partir de la exhausta revisión de información y de la aplicación de una encuesta a 14 familias que les ayudó a determinar la viabilidad de esta técnica, se encontró que efectivamente la producción hidropónica urbana puede implementarse donde existan espacios libres de 3x4 metros, el 100% de los encuestados indicó estar interesado, aunque el 57% desconoce totalmente esta técnica; el cultivo más que les interesaría producir es el jitomate.

La investigación referida tiene similitud con la realización del presente trabajo dado que también es la técnica de hidroponía la que se está promoviendo y, de igual manera, se desea conocer cuáles son los factores que definen que una persona de Saltillo esté interesada en aplicar el sistema de cultivo hidropónico NFT en su hogar.

Chirinos y Herrera (2017) diseñaron un plan de negocios para la producción de lechugas hidropónicas de invernadero en el área metropolitana de Lima, Perú. Para ello, inicialmente realizan un análisis del sector hidropónico, después analizan el mercado para estimar la demanda potencial y así poder diseñar un plan de marketing. Finalmente elaboran un plan de operación y realizan la evaluación financiera correspondiente. Los resultados obtenidos arrojan que el sector hidropónico presenta un crecimiento del 1.6% anual debido a la tendencia de alimentación saludable. En el

estudio al mercado se encontró que existe una preferencia por el consumo de lechuga, con una frecuencia de compra de 1 a 3 veces por semana. Respecto al análisis económico se obtuvo una VAN de 21,117, una TIR del 20%, y una relación B/C de 1.32 para un periodo de evaluación de 3 años, lo cual quiere decir que es un proyecto rentable.

Obando *et al* (2016) estudian la factibilidad del diseño y montaje de sistemas de cultivos hidropónicos de lechuga en el conjunto residencial Okapi II, en Bogotá. Para ello, inicialmente hacen una revisión del marco conceptual de la hidroponía y posteriormente plantean el estudio de mercado como la metodología para identificar la demanda de hortalizas hidropónicas. Luego, realizan un estudio técnico para identificar la infraestructura, insumos, y materia prima necesaria de un sistema hidropónico y, finalmente, hacen una evaluación financiera para conocer la factibilidad de la técnica NFT. Entre los resultados más importantes del estudio destaca que de las 100 encuestas aplicadas, el 44% de los hogares está compuesto hasta por 3 personas, el 55% consume lechuga aproximadamente 2 veces por semana, el 83% sabe que es un cultivo hidropónico, y el 95% estaría dispuesto a consumir lechugas hidropónicas. La espinaca resultó ser la hortaliza que complementarían o reemplazarían la producción de la lechuga hidropónica. Se identificó también que el principal motivo por el que una persona no utilizaría el sistema es la falta de tiempo, con un 41.2% de opiniones. En el estudio técnico se obtuvo que la capacidad de producción por unidad hidropónica es de 1,200 kg de lechuga por mes, el cual requiere de un espacio plano de 48 m² (6x8 metros) para su instalación. En el análisis financiero se resalta que la inversión fija corresponde a \$769,400 pesos por unidad hidropónica, la cual puede ser utilizada por lo menos para 80 cosechas, y es necesaria la cantidad de \$333,300 mensuales para los insumos. Se identificó que el punto de equilibrio se logra hasta el año 4. El valor de la tasa interna de retorno fue del 73%, por lo que se consideró que es un proyecto rentable y productivo.

Orozco (2011) determinó la aceptación y conocimiento de los consumidores sobre la hidroponía como estrategia de “Marketing at retail”, en las tiendas de hipermercados, bodegas y autoservicios en la ciudad de Tijuana, B.C. En la

metodología planteó el diseño de una encuesta a 384 personas, y su aplicación la realizó en tiendas de autoservicio de Wal-Mart, Bodega Aurrera, y Soriana. Los resultados que encontró hacen referencia a que el 85% de los encuestados no tienen conocimiento sobre la hidroponía, y que las personas encuestadas en tiendas de Bodega Aurrera presentaron mayor aceptación de cultivos hidropónicos. Se encontró también que la exhibición de los productos es un factor importante al momento de comprar un producto de este tipo.

Gracias a la aportación que hace cada uno de los autores que se estudiaron se cuenta con un panorama inicial sobre el comportamiento del consumidor de productos y sistemas hidropónicos. Esta información y la teoría económica, constituyen el punto de partida para formular los modelos con los que se pretende identificar, medir y analizar las variables que determinan que un individuo que vive en la ciudad de Saltillo esté interesado en cultivar plantas en su hogar bajo el sistema hidropónico NFT, los factores que influyen al seleccionar modelo vertical en lugar del piramidal, y qué es lo que define que una persona esté dispuesta a recibir asistencia técnica.

1.3 Planteamiento del problema

La empresa Invernaderos Riegos y Jardines GH S.A. de C.V., preocupada por el bienestar de la población, la conservación del medio ambiente y por el desarrollo de la agricultura protegida en el país, planea ofrecer proyectos aplicando el sistema de producción de cultivos en agua, y específicamente la técnica NFT (Nutrient Film Technique), sin embargo no cuenta con la información necesaria para determinar qué tan dispuesta estaría la población de la ciudad de Saltillo, Coahuila a adquirir un sistema hidropónico, ni los elementos que influyen para que tome la decisión de compra, selección de un equipo o disposición por recibir asistencia técnica.

La revisión de literatura permite concluir que existen estudios referentes a la demanda de consumo de alimentos hidropónicos, pero no sobre la disposición a adquirir equipos de hidroponía para la producción doméstica de vegetales.

Dado que el interés de la empresa por ofrecer equipos para la producción hidropónica a nivel doméstico debe sustentarse en la existencia de una demanda real por este tipo de productos, la empresa se vio en la necesidad de solicitar la realización del presente estudio, cuya finalidad es identificar cuáles son los factores que definen que un individuo de la ciudad de Saltillo, Coahuila esté interesado o no en producir mediante el sistema hidropónico NFT, decida comprar el modelo vertical en vez del piramidal, y quiera recibir asistencia técnica.

La importancia de realizar este trabajo radica en generar información que sea de utilidad para que la empresa Invernaderos, Riegos y Jardines GH, S.A. de C.V., conozca si efectivamente existe una demanda real del sistema de producción hidropónico NFT, qué modelo prefiere la población y si están dispuestos a recibir asistencia técnica, pero también sirve para aquellos productores, instituciones, alumnos y/o docentes que tengan interés respecto a este tema, conozcan y tomen decisiones orientadas a resolver problemas relacionados a la producción de alimentos, para que esta actividad pueda desarrollarse de manera sustentable.

1.4 Objetivo

Diseñar un modelo econométrico que permita identificar los factores que determinan que una persona de la ciudad de Saltillo, Coahuila en el año 2017 esté interesada en cultivar plantas en su domicilio utilizando el sistema de producción hidropónico de NFT (Nutrient Film Technique), que prefiera adquirir el modelo vertical, y que esté dispuesta a recibir asistencia técnica, así como determinar la forma y la magnitud en la que dichas variables independientes influyen sobre las variables dependientes.

1.5 Hipótesis

Partiendo de lo reportado por de la Rosa y Herrera (2015), se considera que uno de los factores que más influye sobre la decisión de adquirir o no un sistema para la producción hidropónica a nivel doméstico es el conocimiento que tenga el consumidor del funcionamiento del sistema. Se espera que exista una relación directa entre la variable conocimiento y el interés de adquirir un sistema hidropónico, de

manera que si un individuo conoce que es un cultivo hidropónico aumenta la probabilidad de que tenga interés de cultivar utilizando esta técnica.

De igual manera, se supone el ingreso familiar mensual es otra variable que influye de manera determinante en la demanda por este tipo de equipos: se asume que existe una relación directa entre el ingreso familiar y el interés de producir en hidroponía; por lo tanto, si aumenta el ingreso familiar aumenta la probabilidad de que un individuo esté interesado en cultivar bajo el sistema hidropónico.

Por otra parte, se intuye que la decisión de comprar el modelo vertical depende del tipo de planta que se pretende cultivar. Se espera que la probabilidad de adquirir el modelo vertical sea menor para quien cultiva hortalizas que para quien se dedica a otro cultivo.

Asimismo, supone que posibilidad de que un consumidor que está dispuesto a adquirir un sistema de hidroponía también contrate asistencia técnica depende en forma inversa de la escolaridad del individuo, es decir, a mayor escolaridad del individuo es menor la probabilidad de que contrate asistencia técnica.

1.6 Metodología

Considerando que el objetivo del trabajo es determinar las variables que definen la probabilidad de que una persona esté interesada en cultivar plantas en su hogar utilizando el método NFT, que prefiera el modelo vertical y que esté dispuesto a recibir asistencia técnica, se emplea el modelo logit para identificar las variables que más influyen sobre cada una de estas decisiones, pues es una técnica de análisis muy utilizada cuando se tienen datos de tipo transversal o de sección cruzada y la variable dependiente viene expresada en términos dicotómicos (si-no), es decir, el interés es diferenciar a los consumidores y no consumidores de un producto.

La información utilizada en el análisis corresponde a una encuesta aplicada en forma aleatoria y de manera personal a 300 personas de 18 años y más, durante el mes de septiembre del año 2017, en centros comerciales, colonias, y la zona centro de Saltillo, Coahuila, para conocer su interés en adquirir un sistema de producción

doméstica de cultivos bajo el sistema hidropónico NFT, y de ser afirmativa la respuesta, el tipo de plantas interesados en producir, preferencia entre un sistema vertical y un piramidal, cantidad a invertir por un equipo, cantidad de estructuras dispuestos a comprar, forma en que les gustaría recibir asistencia técnica y el monto a pagar cada vez que la requieran, motivo por el que les gustaría probar este método, lugar donde colocarían el equipo, y algunas variables socioeconómicas que permiten identificar el perfil de los interesados.

1.7 Estructura de la investigación

El presente trabajo está compuesto por cinco capítulos. En el capítulo uno se señala los antecedentes del sistema de producción hidropónico y se realiza la revisión de literatura con la finalidad de conocer cuáles son las similitudes o diferencias con respecto a la investigación que se pretende desarrollar. En este capítulo se hace también el planteamiento del problema, se establece el objetivo a alcanzar y las hipótesis a comprobar mediante el diseño y formulación de un modelo econométrico.

En el capítulo dos se describe a la unidad objeto de estudio, así como el instrumento utilizado para recabar la información necesaria. Se especifica cómo se determinó el tamaño de la muestra y cómo se estructuró la encuesta. En el capítulo tres se describen los fundamentos teóricos y econométricos para el diseño y formulación de un modelo de demanda, que permiten sustentar el modelo de estimación propuesto, y se establece el modelo logit con el que se realizó la regresión.

En el capítulo cuatro se presenta el análisis de los resultados obtenidos en el modelo logit, y se realiza el contraste de la hipótesis planteada en el Capítulo I. En el quinto y último capítulo, se enuncian las conclusiones y recomendaciones derivadas de esta investigación.

CAPÍTULO II

ÁREA DE ESTUDIO Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se hace una descripción de la unidad objeto de estudio, con la finalidad de estudiar el panorama en el que se desarrolla la investigación. Se analizan aspectos generales de la población de la ciudad de Saltillo para el año 2015, así como la tendencia de las principales variables que la caracterizan.

2.1 Características de la ciudad de Saltillo, Coahuila

2.1.1 Localización geográfica

El presente trabajo se realizó en la ciudad de Saltillo, Coahuila, debido a que es el lugar donde se encuentra ubicada la empresa Invernaderos, Riegos y Jardines GH, S.A. de C.V. y, por lo tanto, representa el mercado más cercano al que se abarcaría, en caso de que el resultado sea positivo y la población muestre interés en adquirir un sistema hidropónico para instalarlo en hogar y producir cultivos hidropónicos.

Gráfico 3. Estado de Coahuila de Zaragoza, México



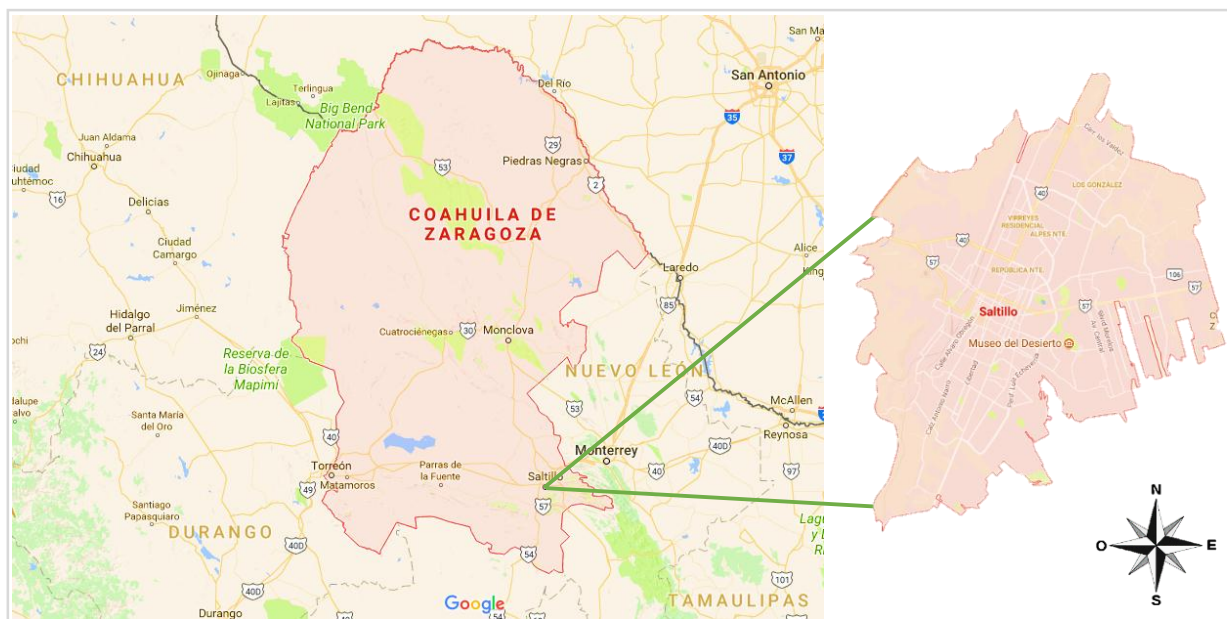
Fuente: INEGI. Cuéntame (2017).

La extensión territorial de Coahuila de Zaragoza es de 151,595 km², que representa el 7.73% del área total del país. Limita al norte con los Estados Unidos de América, a través del Río Bravo; al sur con Zacatecas; en un vértice del sureste con San Luis Potosí; al suroeste con Durango; al este con Nuevo León; y al oeste con Chihuahua. La división política de Coahuila es de 38 municipios. Su capital es Saltillo (INEGI, 2017).

El municipio de Saltillo se localiza en el sureste de Coahuila, y cuenta con una superficie de 5,652.98 km², que representan el 3.72% del total de la superficie estatal. Sus coordenadas geográficas son: 101°59 '17" longitud oeste y 25°23 '59" latitud norte. La altura sobre el nivel del mar es de 1, 600 metros (Estado de Coahuila, 2017).

Saltillo limita al norte con el municipio de Ramos Arizpe; al sur con los estados de San Luis Potosí y Zacatecas, al suroeste con el municipio de Parras; al este con el de Arteaga y el estado de Nuevo León y al oeste con el municipio de Parras (Véase Gráfico 4).

Gráfico 4. Ciudad de Saltillo, Coahuila



Fuente: Elaboración propia con Google Maps, 2017.

2.1.2 Clima

El clima es generalmente seco y semicálido a cálido extremo en gran parte del Estado, con algunas variantes según la ubicación. Al suroeste; subtipos semisecos templados y grupos de climas secos B y semifríos, y al sureste y noreste; la temperatura media anual es de 14 a 18°C.

La precipitación media anual en el sur del municipio se encuentra en el rango de los 300 a 400 milímetros; al centro tiene un rango de 400 a 500 milímetros y al norte de 300 a 400 milímetros; con régimen de lluvias en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasas en noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo.

Los vientos predominantes soplan en dirección noreste con velocidad de 22.5 km/h. La frecuencia de heladas es de 20 a 40 días en la parte norte-noreste y suroeste; y en el resto de 40 a 60 días y granizadas de uno a dos días en la parte sureste y de 0 a un día en el resto.

2.1.3 Características y uso del suelo

En el municipio se pueden distinguir cinco tipos de suelo, los cuales son:

Xerosol: Suelo de color claro y pobre en materia orgánica el subsuelo es rico en arcilla o carbonatos, con baja susceptibilidad a la erosión.

Feozem: Su capa superficial es suave y rica en materia orgánica y nutriente. La susceptibilidad a la erosión depende del tipo de terreno donde se encuentre.

Rendzina: Tiene una capa superficial rica en materia orgánica que descansa sobre roca caliza y algún material rico en cal, es arcilloso y su susceptibilidad a la erosión es moderada.

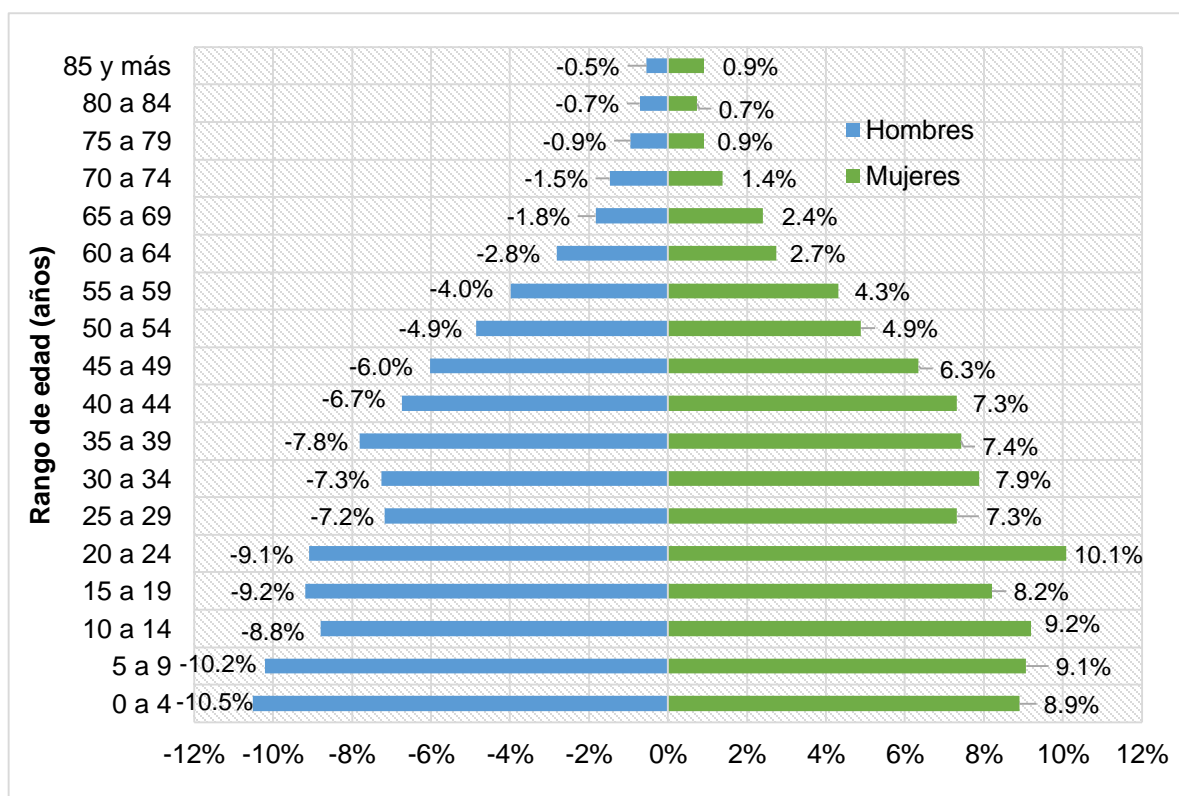
Litosol.: Suelos sin desarrollo con profundidad menor de 10 centímetros, tiene características muy variables según el material que lo forma. Su susceptibilidad a la erosión depende de la zona donde se encuentre, pudiendo ser desde moderada a alta.

Respecto al uso del suelo, 40,265 hectáreas son utilizadas para la producción agrícola. A la explotación pecuaria se dedican 250,159 hectáreas y a la forestal 266,076 hectáreas. La superficie urbana ocupa 127,200 hectáreas. En cuanto a la tenencia de la tierra, predomina el régimen de tipo ejidal (Estado de Coahuila, 2017).

2.2 Población

En el Gráfico 5 es posible apreciar la distribución de la población de Saltillo, Coahuila, por rango de edad y sexo, utilizando la información de la Encuesta Intercensal 2015, aplicada a una muestra de 9,480 viviendas habitadas en el municipio de Saltillo (INEGI, 2017). El 50.09% del total muestreado eran hombres y el otro 49.91% eran mujeres. La mayor concentración de la población para el caso de los hombres se encuentra en el rango de 0 a 4 años, con un 10.5% del total masculino, mientras que, en el caso de las mujeres, está ubicado en el rango de 20 a 24 años, con un 10.1% del total femenino.

Gráfico 5. Composición de la población, por edad y sexo

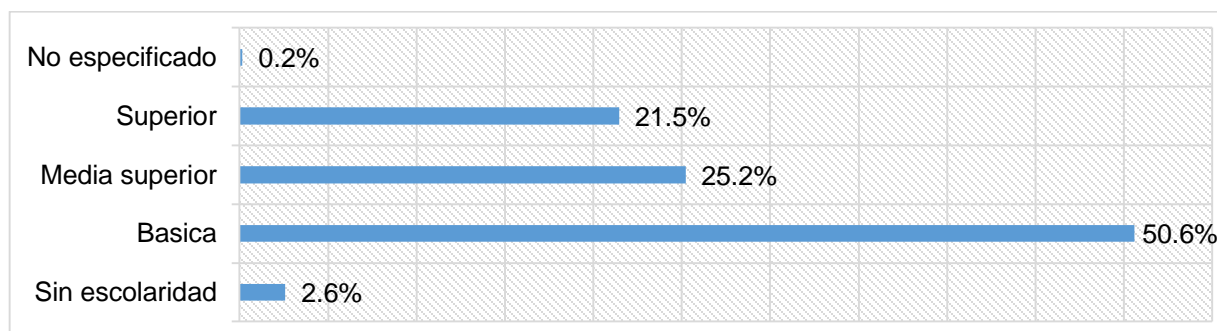


Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Intercensal 2015. INEGI (2017).

2.2.1 Educación

Con respecto a la educación se encontró que un 2.6% de la población total no tiene escolaridad, y más del 50% tiene un nivel educativo básico, que comprende: preescolar, primaria, y secundaria. Es posible observar también que medida que avanza el grado de estudio, el porcentaje de la población disminuye.

Gráfico 6. Población de 18 años y más, según nivel de escolaridad

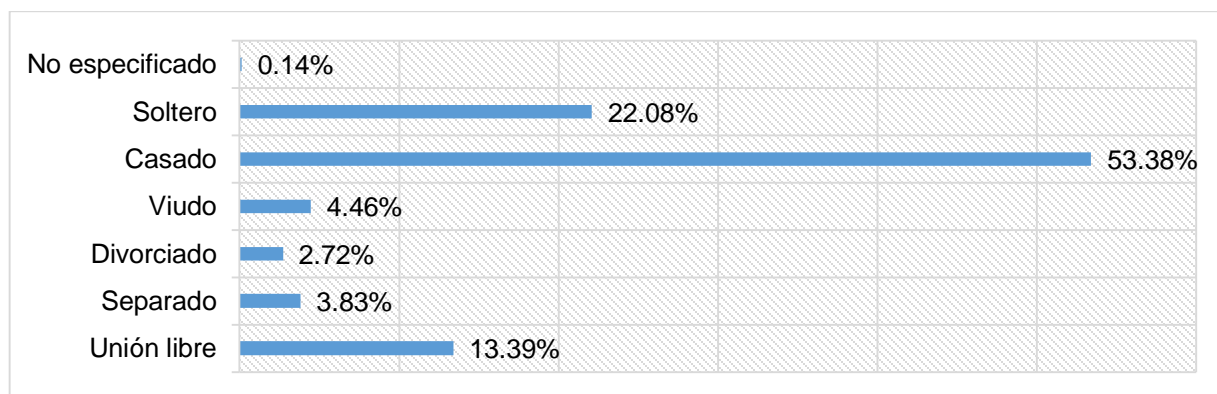


Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Intercensal 2015. INEGI (2017).

2.2.2 Estado civil

Con relación a la situación sentimental de la población mayor de 18 años, se descubrió que el 53.38% del total de la población está casado. Por otra parte, el 24.13% de los hombres, y el 20.10% de las mujeres indicó estar soltero en ese momento.

Gráfico 7. Población de 18 años y más, según situación conyugal

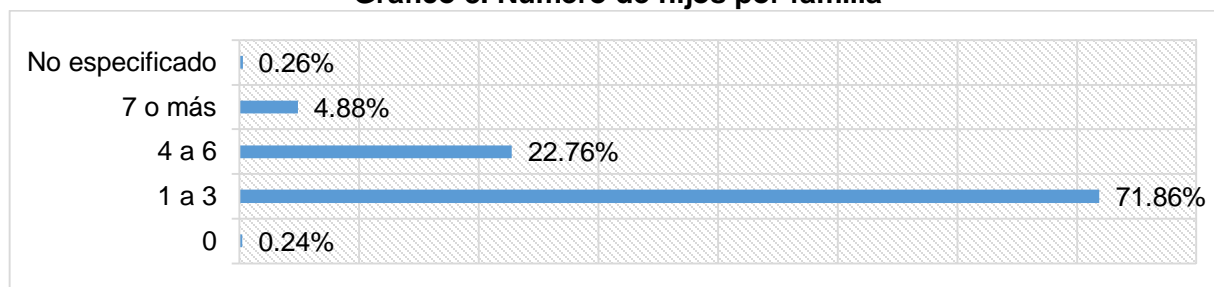


Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Intercensal 2015. INEGI (2017).

2.2.3 Número de hijos

En la información recabada por INEGI en el 2015, se identificó que el promedio de hijos por familia es de 3.24, el 71.86% de las familias saltilenses señaló tener de 1 a 3 hijos y solo el 4.88% indicó tener 7 o más hijos.

Gráfico 8. Número de hijos por familia

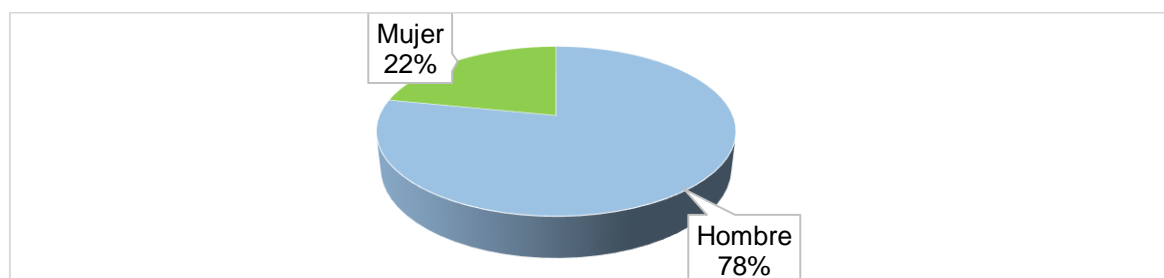


Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Intercensal 2015. INEGI (2017).

2.3 Hogares

Considerando que los hogares podrían estar conformados por personas que pueden ser o no familiares, que comparten la misma vivienda y se sostienen de un gasto común, en el 2015, en la ciudad de Saltillo había 213,329 viviendas particulares habitadas. En la información recabada mediante la Encuesta Intercensal 2015, se encontró que en el 78.12% de los casos el jefe del hogar era un hombre.

Gráfico 9. Sexo del jefe de hogar



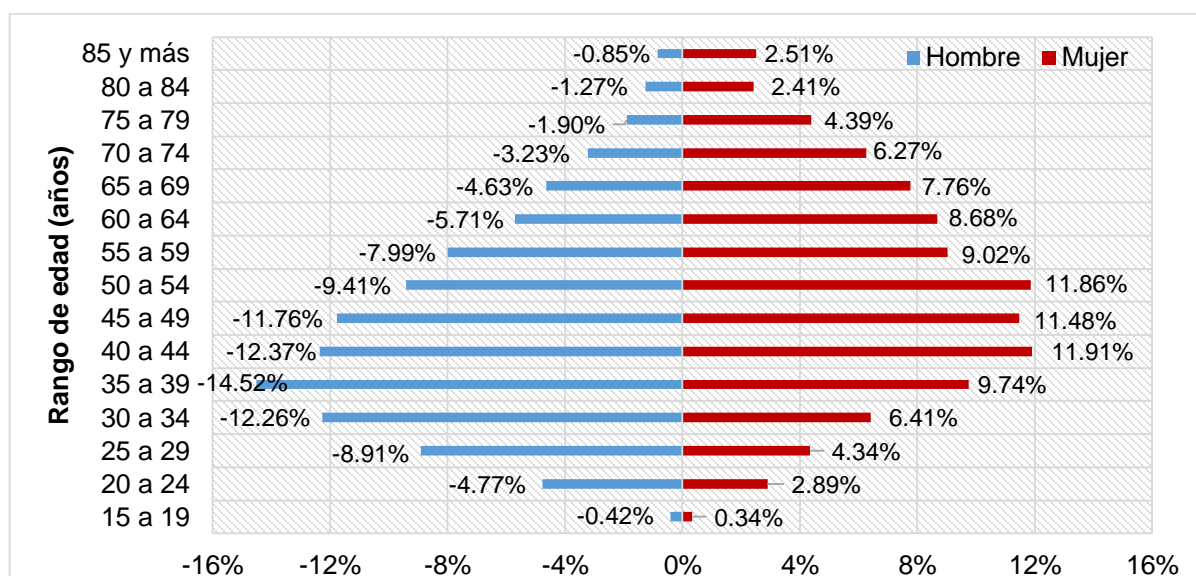
Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Intercensal 2015. INEGI (2017).

2.3.1 Edad jefe de hogar

Con ayuda de la Encuesta Intercensal 2015, se identificó que en el 13.5% de los hogares de Saltillo el jefe de hogar tiene una edad entre 35 y 39 años, en el 12.3%

de los casos la edad es de 40 y 44 años, y en el 11.7% cuenta entre 45 y 49 años. La edad promedio de un jefe de hogar es de 47 años. Cuando se realiza el análisis según el sexo, el 11.9% de los hogares está dirigido por una mujer entre 40 y 44 años, y el 14.5% por un hombre de 35 y 39 años.

Gráfico 10. Edad y sexo del jefe de hogar

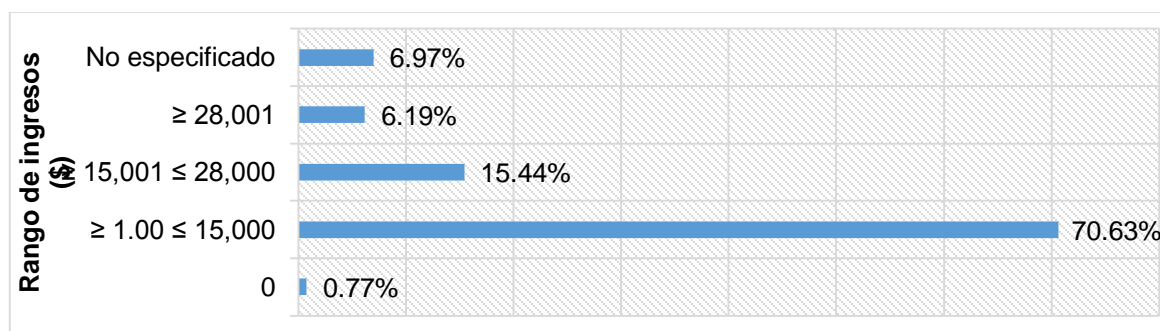


Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Intercensal 2015. INEGI (2017).

2.3.2 Ingreso familiar

Respecto al ingreso, se identificó que existe mucha diferencia en el ingreso mensual de las familias saltillenses, tanto que el 70.63% de ellos percibe un ingreso mensual entre menor de 15,000 pesos y solamente un 6.19% más de 28,000 pesos.

Gráfico 11. Ingreso mensual familiar



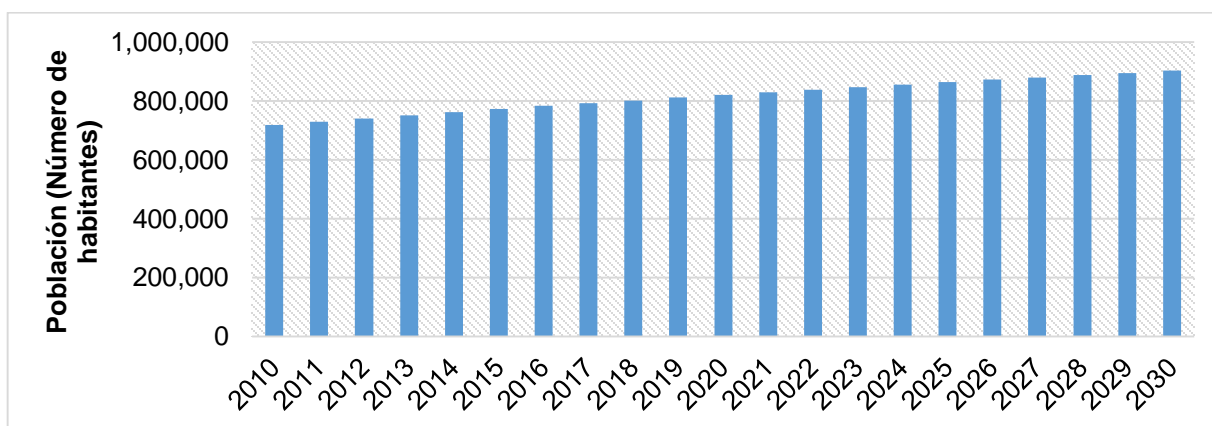
Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Intercensal 2015. INEGI (2017).

2.4 Proyecciones de 2010 a 2030

2.4.1 Población total de Saltillo

En el Gráfico 12 es posible apreciar que durante el periodo 2010 a 2030, la proyección de la población muestra una tendencia positiva, generando así una tasa media de crecimiento anual (TMCA) de un 1.15%, según la información que brinda el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2017) sobre la proyección de la población total de la ciudad de Saltillo. Por lo tanto, se prevé que para el 2018 la población sea de 802,056 personas, mientras que para 2030 se incremente a 902,698 habitantes.

Gráfico 12. Saltillo: Proyección de población, 2010-2030



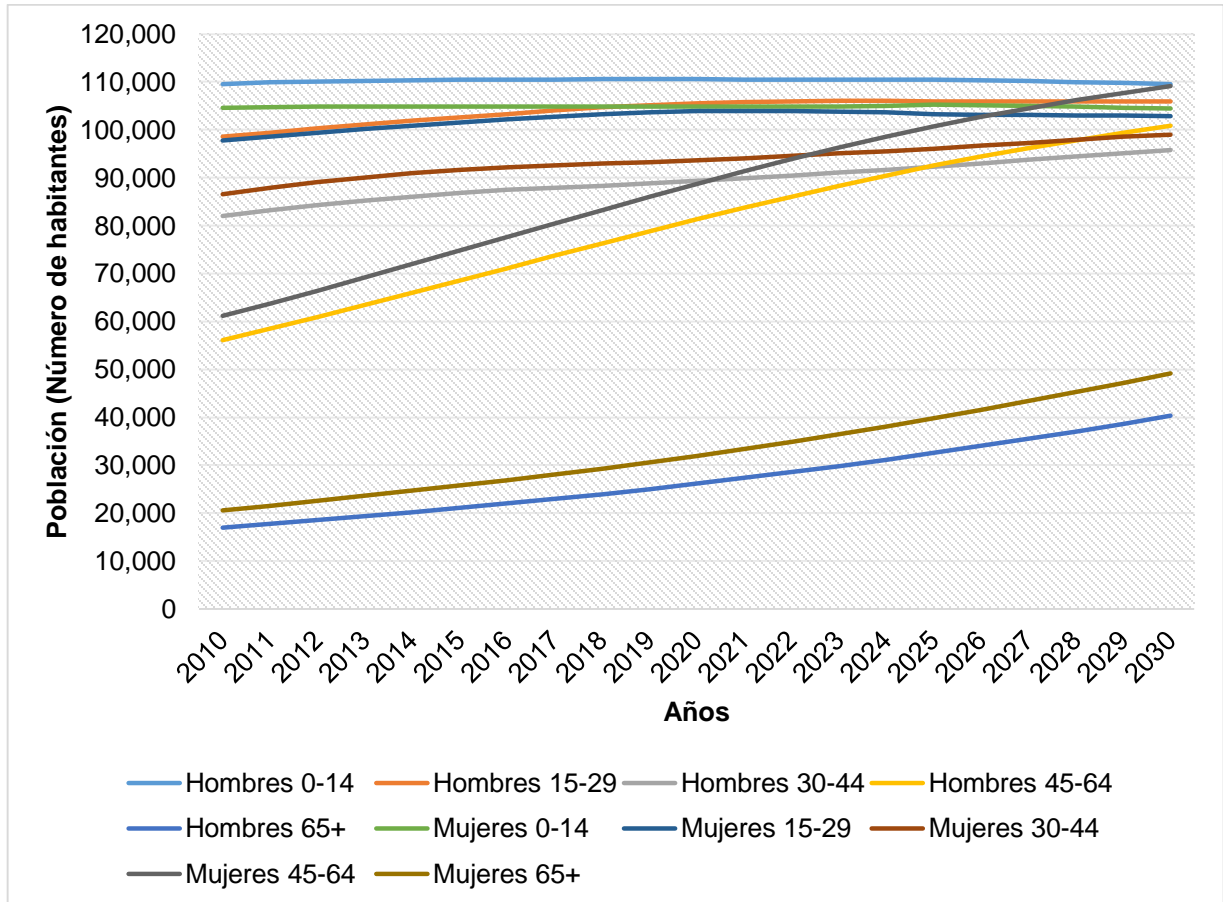
Fuente: Elaboración propia con estimaciones del Consejo Nacional de Población. Dirección General de Estudios Sociodemográficos y Prospectiva.

2.4.2 Población de Saltillo a mitad del año por sexo y rangos de edad

El Consejo Nacional de Población estima que para la mitad del 2018 existan 817,442 habitantes, y que el 50.60% sean mujeres, y el otro 49.40% hombres, mientras que para mitad del 2030 se pronostica que la población total se incremente a 917,077 personas, de los cuáles el 23.33% sea de 0 a 14 años, el 22.77% de 15 a 29 años, el 21.24% de 30 a 44 años, el 22.89% de 45 a 64 años, y el otro 9.76% por personas de 65 años o más. Asimismo, se observa cómo la población masculina de 30 a 44 años se incrementa de 88,361 a 95,758 hombres de 2018 a 2030, mientras que en el caso de las mujeres en mismo rango de edad se incrementa de 92,938 a 99,020 mujeres. Sin embargo, en ese mismo periodo el mayor incremento de la población ocurre en el

rango de 45 a 64 años en ambos sexos, pasando así de 76,276 a 100,794 para el caso de los hombres y de 83,251 a 109,159 en el caso de las mujeres.

Gráfico 13. Proyección de la población de Saltillo a mitad de año por sexo y grupos de edad, 2010-2030

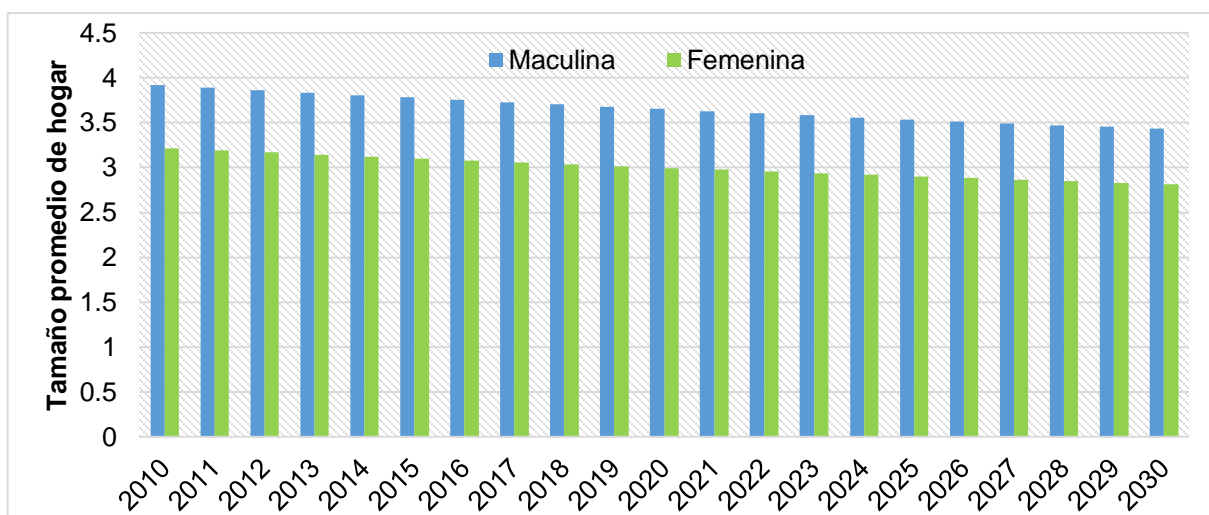


Fuente: Elaboración propia con estimaciones del Consejo Nacional de Población. Dirección General de Estudios Sociodemográficos y Prospectiva.

2.4.3 Tamaño promedio de hogares, Coahuila

En Gráfico 14 se muestra que la tendencia del tamaño promedio de los hogares en Coahuila es negativa, por lo que la tasa media de crecimiento anual de manera general para el periodo 2010 a 2030 es de -0.71%. En el 2018 se estima que el tamaño promedio de un hogar sea de 3.70 integrantes cuando el sexo del jefe es masculino, mientras que cuando el jefe de hogar es femenino sea de 3.03 personas.

Gráfico 14. Tamaño promedio de hogares según el sexo del jefe de hogar, Coahuila, 2010-2030



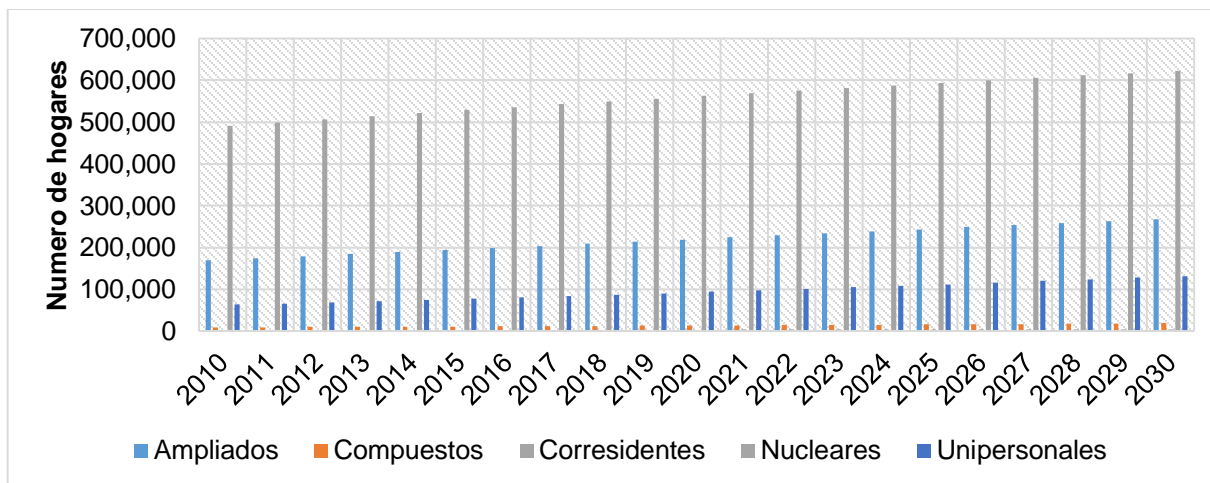
Fuente: Elaboración propia con estimaciones del Consejo Nacional de Población. Dirección General de Estudios Sociodemográficos y Prospectiva.

2.4.4 Tipos de hogares, Coahuila

El Consejo Nacional de Población estima que para el 2018, en Coahuila existan 862,255 hogares, de los cuales: el 63.7% sean hogares nucleares formados por el papá, la mamá y los hijos, sólo la mamá o el papá con hijos, o parejas que vivan juntas sin hijos; el 24,3% ampliados, es decir que estén formados por un hogar nuclear más otros parientes (tíos, primos, hermanos, suegros, etcétera); el 1.5% compuestos, constituidos por un hogar nuclear o ampliado, más personas sin parentesco con el jefe del hogar; el 0.4% correspondientes es decir que esté formado por dos o más personas sin relaciones de parentesco; y el otro 10.1% unipersonales integrados por una sola persona.

Mientras que para el año 2030, se proyecta que ese número pase a 1, 045,717 hogares, y de ellos el 25.6% sea de tipo ampliado, 1.8% compuesto, 0.4% correspondiente, 59.5% nuclear y 12.6% unipersonal. Por lo tanto, la tasa media de crecimiento anual para el periodo 2010 a 2030 del número de hogares en Coahuila es de 1.76%, mientras que para el caso específico de hogares ampliados corresponde a un 2.29%, 3.82% para compuestos, 2.42% para correspondientes, 1.19% para nucleares, y 3.70% para los hogares unipersonales.

Gráfico 15. Tipos de hogares, Coahuila, 2010-2030



Fuente: Elaboración propia con estimaciones del CONAPO con base en las Estimaciones de Población, 1990-2010 y, Proyecciones de Población, 2010-2050.

2.5 Metodología de la investigación

Para estudiar las variables que influyen en la decisión de compra de un sistema hidropónico NFT, elección de sistema y decisión de recibir asistencia por parte de los consumidores de la ciudad de Saltillo, fue necesario aplicar una encuesta, lo que requirió determinar el tamaño de la muestra, definir el método de aplicación para la recopilación de la información y la elección entre diversos métodos de análisis para el procesamiento de la información y obtención de resultados.

2.5.1 Estimación de la muestra

Para calcular el tamaño de la muestra se tomó como referencia el número total de viviendas particulares habitadas del año 2015, en el municipio de Saltillo, Coahuila, donde, de acuerdo a la Encuesta Intercensal 2015 aplicada por el INEGI, había 213,329 viviendas habitadas. Tomando como marco muestral al total de las viviendas, un nivel de confianza del 90% y un 4.7% de error, mediante la siguiente fórmula se determinó que la muestra sería de 300 encuestas:

$$n = \frac{NZ^2PQ}{D^2(N - 1) + Z^2PQ}$$

Dónde:

N =Número de viviendas particulares habitadas: 213,329

Z =Nivel de confianza¹: 1.65

P = Probabilidad de éxito: 0.5

Q = Probabilidad de fracaso: 0.5

D = Error máximo admisible: 0.0476

n = Tamaño de la muestra

Sustituyendo la fórmula anterior, con la información especificada, quedó de la siguiente manera:

$$n = \frac{145,197.0506}{484.0307} = 299.97$$

2.5.2 Cuestionario

Para el diseño de la encuesta, se tomaron en cuenta los antecedentes que existen sobre este sistema, la literatura revisada, y las necesidades de información que tiene la empresa Invernaderos Riegos y Jardines GH, S.A. de C.V.

El formato del cuestionario quedó dividido en dos secciones:

- I. Información socioeconómica
- II. Nivel de conocimiento del sistema NFT y su interés por adquirir este modelo para cultivar en su hogar.

En la sección I se recopiló información sobre aspectos socioeconómicos del encuestado como: lugar de residencia, sexo, edad, número de integrantes en el hogar, escolaridad, ocupación, estado civil, e ingreso familiar mensual.

¹ Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se toma en relación al 90 por ciento de confianza equivalente a 1.65, pero también puede ser al 95 por ciento de confianza equivalente a 1.96 (es el más usual) o en relación al 99 por ciento de confianza, equivalente a 2.58. Los valores quedan a opción del investigador.

La sección II tenía como objetivo identificar el nivel de conocimiento que tenía el entrevistado sobre los cultivos hidropónicos, el interés en producir mediante hidroponía, y en caso de contestar de manera afirmativa, los cultivos que estaría interesado producir utilizando este método, modelo de su preferencia, y su disposición a pagar por un sistema, así como cuánto pagaría por recibir asistencia técnica a domicilio. También se integró preguntas para identificar la forma en que prefiere recibir la asistencia, el motivo por cual estaría interesado en adquirir un sistema NFT, y el lugar en su domicilio donde podría instalarla. Esta sección estuvo integrada por 15 preguntas, de las cuales 8 eran de opción múltiple, 6 con opción de si o no, y 1 una abierta (ANEXO 1).

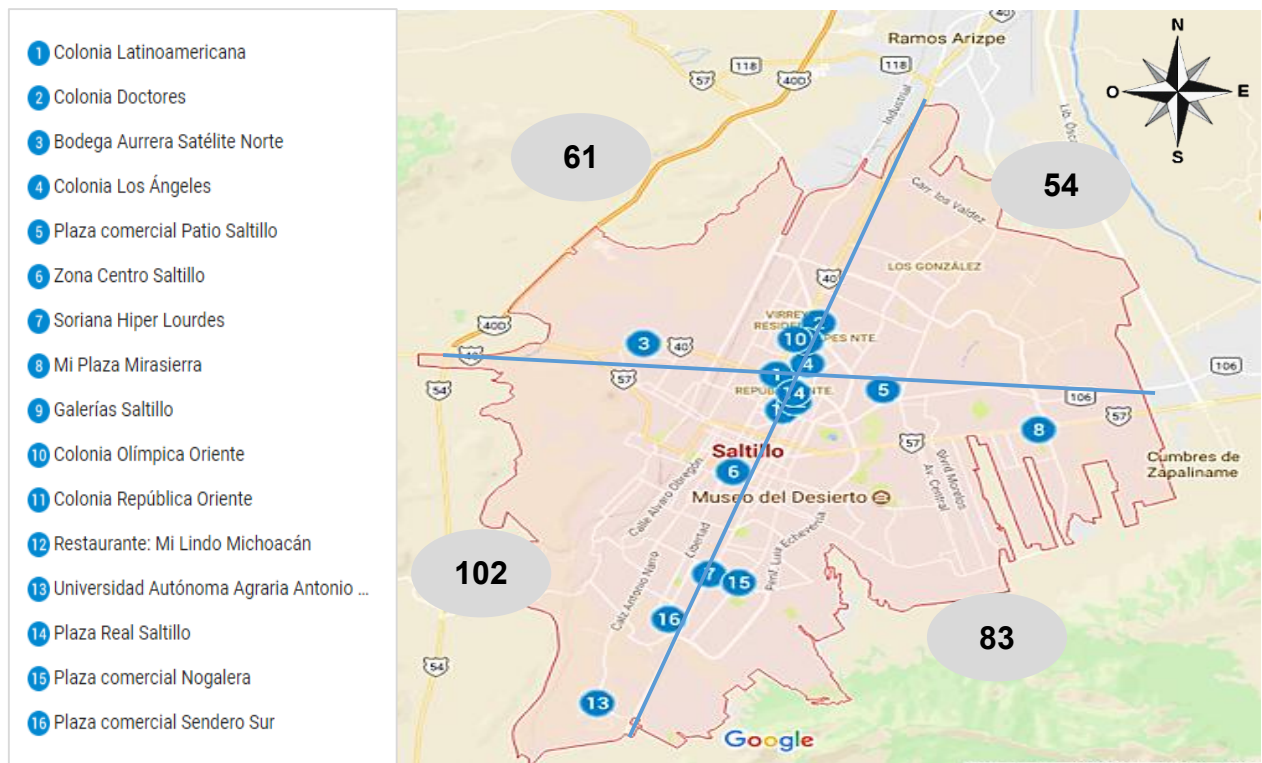
2.5.3 Levantamiento de información

Con la finalidad de verificar que las preguntas estaban bien formuladas para que cualquier persona mayor de 18 años pudiese responder, y que los resultados obtenidos permitían alcanzar el objetivo de la investigación y probar las hipótesis planteadas en el Capítulo I, el 5 de junio del 2017 se procedió a aplicar una encuesta piloto a 20 personas, las cuales fueron encuestadas de manera aleatoria en la zona Centro de Saltillo. Cuando se realizó la encuesta piloto se identificó que algunas preguntas contenidas en el cuestionario estaban mal formuladas, lo que provocaba confusión y dificultad al encuestado para responder. Asimismo, se encontró que algunas preguntas eran innecesarias o repetidas, por lo que se realizaron los ajustes necesarios antes de proceder a aplicar la encuesta al número total de la muestra.

La encuesta definitiva se aplicó durante el período del 2 al 14 de septiembre del 2017. Con la finalidad de entrevistar a personas de estrato medio y/o alto, inicialmente se contempló la idea de aplicar la encuesta casa por casa, por lo que se seleccionaron las colonias según su nivel de ingreso, pero cuando se inició la aplicación de encuestas resultó muy complicado ganar la confianza de la persona que habitaba el hogar y que accediera a realizarle la entrevista, por motivos de seguridad. Por lo tanto, y tomando en cuenta que el recurso económico y el tiempo para aplicar la encuesta eran muy limitados, se tomó la decisión de aplicar la encuesta de manera personal en los principales centros comerciales de Saltillo, así como los lugares más concurridos por

la población. Considerando lo anterior, las 300 encuestas se aplicaron de forma aleatoria en las afueras de centros comerciales, zona centro y algunas colonias de Saltillo, con la finalidad de dar oportunidad de que cualquier individuo mayor de 18 años pudiese participar y ofrecer su opinión, independientemente de la colonia en que vive (Véase Gráfico 16).

Gráfico 16. Ubicación de lugares de aplicación de la encuesta



Fuente: Elaboración propia con Google Maps, 2017.

2.5.4 Tratamiento de información

Después de concluir la recolección de la información se procedió a la captura y análisis de la información. Este paso consistió en diseñar una base de datos en el programa Excel para trasladar la información captada en las encuestas, verificando que las respuestas de cada una de las variables contempladas en el cuestionario estuvieran completas. Para el análisis y procesamiento de la información fue necesario codificar en binarias algunas de las respuestas, debido a que lo que se trata es de estimar la posibilidad de que un consumidor adquiriera o no un equipo de hidroponía, para lo cual se utilizará modelo econométrico logit con ayuda del programa Gretl.

CAPÍTULO III

FORMULACIÓN Y ESTIMACIÓN DEL MODELO DE DEMANDA

En el presente capítulo se abordan los fundamentos económicos y econométricos que permiten sustentar el diseño y formulación de un modelo de demanda, tales como: mercado, determinantes de la demanda, análisis de regresión de respuesta cualitativa, así como la definición del modelo tipo logit y sus características.

3.1 El mercado y los determinantes de la demanda

Caldentey y Gómez (1993) establecen que, en términos económicos, el mercado es la confrontación de fuerzas de los vendedores y compradores que actúan para formar los precios de los productos.

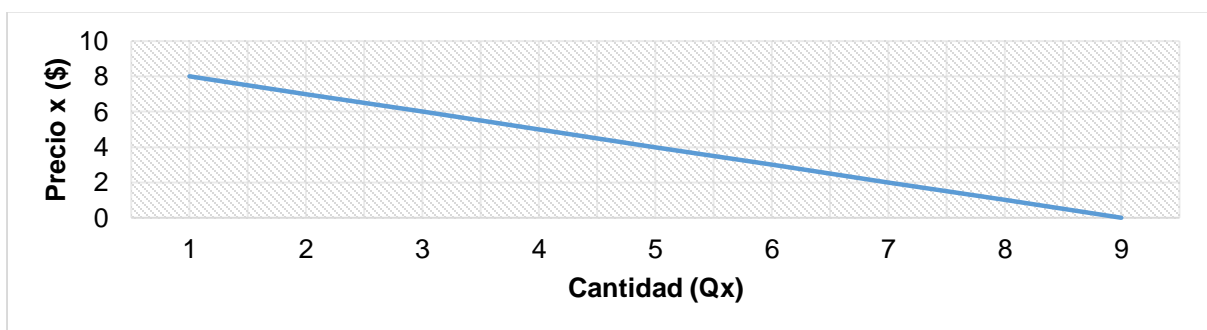
Mendoza (1980) desvincula el mercado como un lugar físico y enfatiza su atención a la relación que crean los compradores y vendedores, y señala que un mercado puede ser clasificado especialmente por las características de los compradores o por la naturaleza de los productos. Es decir, se puede hablar de un mercado de consumo donde se realiza la transferencia de bienes que son comprados por los consumidores finales.

Asimismo, este tipo de mercado puede subdividirse todavía en bienes de consumo inmediato, duradero, de servicios e industrial o institucional (Meléndez, 1984). En el caso de un mercado de productos de consumo inmediato se trata de bienes que los demandantes adquieren con gran frecuencia y que los consumen al poco tiempo de haberlos comprado. Para el caso de un mercado de productos de consumo duradero se trata de aquellos bienes que una vez comprados pueden ser utilizados en distintos periodos de tiempo, pero a la vez van perdiendo utilidad porque no son modernos. En un mercado de servicios los individuos adquieren bienes intangibles por ejemplo educación, salud, transporte, etc. En los mercados industriales

se realizan compras de bienes con el fin de transformarlos y obtener un beneficio al revenderlos.

Caldentey y Gómez (1993) señalan que, existe una relación inversa entre precio y cantidad demandada, es decir, cuando el precio de un bien disminuye, aumenta la cantidad demandada de dicho bien y viceversa. La representación gráfica de una *curva de demanda* es la siguiente:

Gráfico 17. Curva de demanda



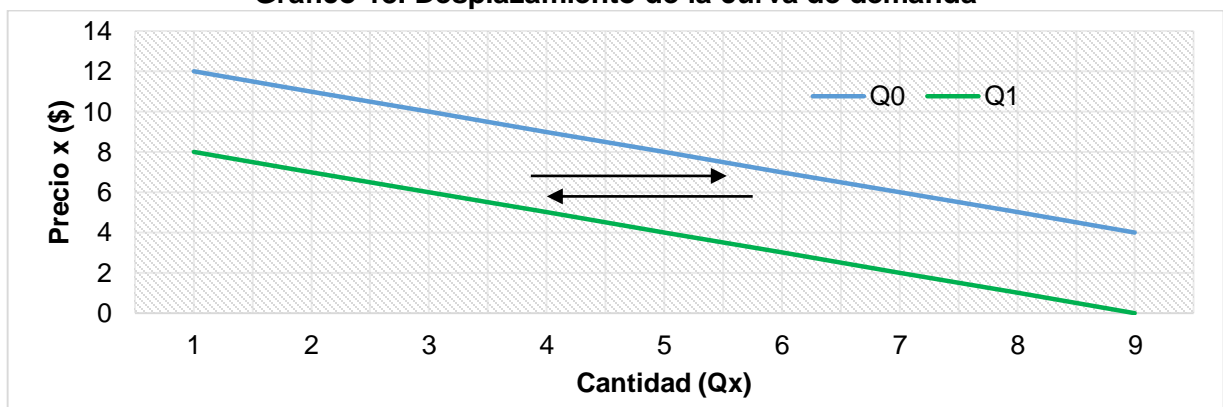
Fuente: Salvatore (2009).

En el Gráfico anterior es posible apreciar que cuando más bajo es el precio del producto X, la cantidad demandada de un individuo respecto a ese artículo es mayor. Esto quiere decir que, existe una relación inversa entre precio y cantidad, misma que se ve reflejada en la pendiente negativa de la curva de demanda (Samuelson y Nordhaus, 2006).

Es importante considerar que la curva de demanda no permanece fija por mucho tiempo debido a que las condiciones y actitudes de los consumidores se modifican. Mendoza (1980) señala que de los factores que influyen para que se dé un cambio en la demanda son el ingreso, el precio de los bienes sustitutos, gustos y preferencias, entre otros., lo cual concuerda con lo que dicen Caldentey y Gómez (1993), que mencionan que la demandada de un bien depende del precio del bien, ingreso, precio de bienes sustitutos y complementarios, gustos y necesidades del consumidor.

Por lo tanto, un movimiento a lo largo de la curva de demanda se le conoce como cambio en la cantidad demandada que se da debido a un cambio en el precio, mientras que un desplazamiento la curva de demanda hacia la izquierda o derecha se da cuando cambia alguno de los factores que habían permanecido constantes (Krugman Paul, 2007). Por ejemplo, un cambio en los hábitos de consumo, se verá reflejado en un aumento o disminución de individuos interesados en demandar el producto X, tal como se representa en el Gráfico 18.

Gráfico 18. Desplazamiento de la curva de demanda



Fuente: Salvatore (2009).

Maddala y Miller (1993) indican que el consumidor se comporta con base a dos variables: 1) La búsqueda de la mayor satisfacción o utilidad que alcanza por la compra de una determinada cantidad de productos; y 2) Las restricciones que su presupuesto le imponen. Para lograr la maximización de la utilidad, el consumidor debe tener un conocimiento pleno del mercado y de los precios de los productos.

Varían (2010) menciona que la restricción presupuestal del consumidor se refiere a que la cantidad de dinero gastado en la compra de todos los bienes no sea superior a la cantidad de dinero disponible. Es así que, si el ingreso del consumidor aumenta, ahora podrá adquirir en una mayor cantidad cada bien o servicio, y ocurre exactamente lo contrario cuando el ingreso disminuye.

Caldentey y Gómez (1993) enfatizan que existe una relación directa entre un aumento en el precio del bien sustitutivo y la cantidad demandada del bien, por lo que cuando el precio del producto sustituto aumenta, la cantidad demandada del bien en

cuestión también aumenta. Sin embargo, ocurre lo contrario con los productos complementarios, es decir, cuando el precio del producto complementario aumenta (manteniendo las otras variables constantes), la cantidad demandada del bien disminuye. Los factores gustos, necesidades del consumidor, edad, costumbres y tradiciones, religión, tamaño de la familia, e inclusive la publicidad, también son considerados variables que influyen en la demanda de un producto.

3.2 Modelo general de demanda

Hasta el punto anterior se ha venido estudiando la demanda de un producto considerando a un solo consumidor, pero debido a que en esta investigación se considera la información de 300 encuestados, es necesario conocer que la demanda agregada corresponde a la suma de todas las demandas individuales. Resumiendo lo anterior en una fórmula quedaría de la siguiente manera (Caldentey y Gómez, 1993):

$$Q_i = f_i (p_1, p_2, \dots, p_n, I_i)$$

Dónde:

Q_i = La demanda del bien por parte del consumidor i

p_1 = Precio del bien

p_2 = Precio de otros bienes

I_i = Ingreso del individuo

Por lo tanto, para el caso del análisis de la demanda agregada compuesta de m consumidores ($i= 1, 2, \dots m$) la fórmula sería:

$$Q = \sum_1^m Q_i = \sum_1^m f_i (p_1, p_2, \dots, p_n, I_i)$$

3.3 Modelos de regresión de respuesta cualitativa

Gujarati y Porter (2010) mencionan que existen cuatro métodos para diseñar un modelo de probabilidad para una variable de respuesta cualitativa: Modelo Lineal de Probabilidad (MLP), Modelo Logit, Modelo Probit, y Modelo Tobit.

Dado que el análisis de la investigación está enfocado a conocer el interés de cultivar plantas mediante el sistema hidropónico, se aplicó la opción logit, por lo que en los apartados siguientes se describen sus características a partir de lo establecido por Gujarati y Porter (2010).

3.3.1 El modelo logit o logístico

El modelo logístico es el método más adecuado cuando la respuesta es binaria, y tiene la forma:

$$E(y) = \frac{e^{x'\beta}}{1 + e^{x'\beta}}$$

Dónde x es el vector de las variables independientes, y β es el vector de parámetros. También puede expresarse como:

$$E(y) = \frac{1}{1 + e^{-x'\beta}}$$

O sea:

$$\pi_i = \frac{1}{1 + e^{x'\beta}}$$

Que es equivalente a:

$$1 - \pi_i = \frac{1}{1 + e^{x'\beta}}$$

Con lo cual se tiene que:

$$\frac{\pi_i}{1 - \pi_i} = \frac{1 + e^{x'\beta}}{1 + e^{-x'\beta}} = e^{x'\beta}$$

A esta transformación se le conoce como transformación logit de la probabilidad π_i y la relación $\frac{\pi_i}{1 - \pi_i}$ una razón de probabilidades o ventaja.

Si se toma el logaritmo natural, se tiene:

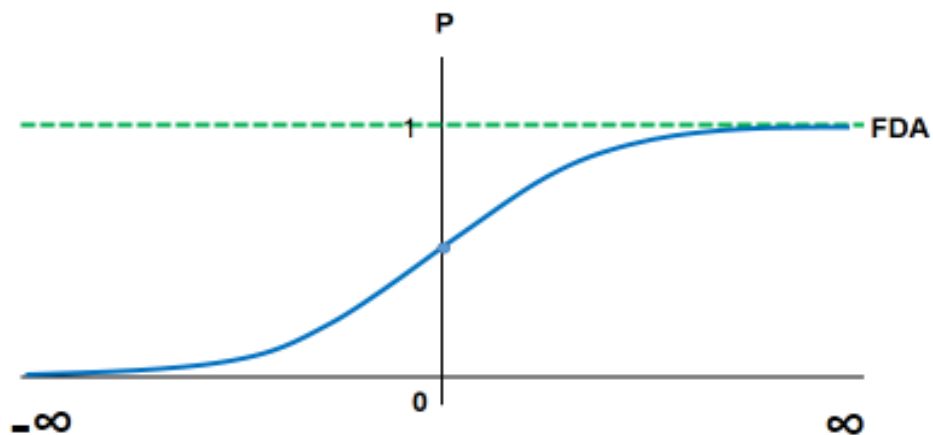
$$\text{Ln} \left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i} \right) = x'\beta$$

Con lo cual se tiene que el logaritmo de la razón de probabilidades es lineal, tanto en las variables como en los parámetros. La estimación de estos puede realizarse mediante el método de máxima verosimilitud (Green, 2012)

3.3.2 Características del modelo logit

1. A pesar de que el modelo transformado es lineal en las variables, las probabilidades no son lineales.
2. El modelo logit supone que el logaritmo de la razón de probabilidades está linealmente relacionado con las variables independientes.
3. En el modelo logit los coeficientes de regresión miden la variación de la probabilidad de éxito ($Y=1$) cuando una de las variables independientes cambia en una unidad, permaneciendo las demás constantes (Gujarati y Porter, 2010).

Gráfico 19. Función de Distribución Acumulativa (FDA)



Fuente: Gujarati y Porter (2010).

3.3.3 Estimación de los parámetros vía máxima verosimilitud

La forma general del modelo logit se puede expresar como:

$$y_i = E(y_i) + \epsilon_i$$

Donde las observaciones y_i son variables aleatorias independientes Bernoulli, con valores esperados:

$$E(y_i) = \pi_i$$

$$= \frac{e^{x'\beta}}{1 + e^{x'\beta}}$$

Como cada observación sigue una distribución Bernoulli, su distribución será:

$$f_i(y_i) = \pi_i^{y_i} (1 - \pi_i)^{1-y_i}, i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Como las observaciones son independientes, la función de verosimilitud será:

$$L(y_1, y_2, \dots, y_n, \beta) = \prod_{i=1}^n f_i(y_i)$$

$$= \prod_{i=1}^n \pi_i^{y_i} (1 - \pi_i)^{1-y_i}$$

Al tomar logaritmo a la función de verosimilitud:

$$\ln L(y_1, y_2, \dots, y_n, \beta) = \ln \prod_{i=1}^n f_i(y_i)$$

$$= \sum_{i=1}^n \left[y_i \ln \left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i} \right) \right] + \sum_{i=1}^n \ln(1 - \pi_i)$$

Como:

$$1 - \pi_i = \frac{1}{1 + e^{x'\beta}} \text{ Y } \ln \left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i} \right) = x'\beta$$

El logaritmo de la verosimilitud se puede expresar para el modelo de regresión logística:

$$\ln L(y, \beta) = \sum_{i=1}^n y_i x'_i \beta - \sum_{i=1}^n \ln[1 + e^{x'_i \beta}]$$

En muchas aplicaciones del modelo se dispone de información repetida para uno de los valores de las variables. Sea y_i la cantidad de 1 observados para la i -ésima

observación y n_i la cantidad de ensayos en cada observación, entonces el logaritmo de la verosimilitud se puede presentar:

$$\ln L(y, \beta) = \sum_{i=1}^n y_i \pi_i + \sum_{i=1}^n n_i \ln(1 - \pi_i) - \sum_{i=1}^n y_i \ln(1 - \pi_i)$$

Los estimadores de máxima verosimilitud se pueden obtener mediante un algoritmo de mínimos cuadrados iterativamente re ponderados.

Si $\hat{\beta}$ es el estimador obtenido, mediante el método iterativo y siendo ciertas las hipótesis del modelo, se puede demostrar que en forma asintótica²:

$$E(\hat{\beta}) = \beta \quad Y \quad V(\hat{\beta}) = (X'V^{-1}X)^{-1}$$

El valor estimado del predictor lineal es $\hat{\eta}_i = x_i \hat{\beta}_i$, y el valor esperado del modelo de regresión logístico, se suele expresar:

$$\begin{aligned} \hat{y}_i = \hat{\pi}_i &= \frac{e^{\hat{\eta}_i}}{1 + e^{\hat{\eta}_i}} \\ &= \frac{e^{(x'_i \hat{\beta})}}{1 + e^{(x'_i \hat{\beta})}} \\ &= \frac{1}{1 + e^{(-x'_i \hat{\beta})}} \end{aligned}$$

3.4 Interpretación de los resultados de la regresión

Debido a que cada coeficiente de pendiente en la ecuación de regresión es un coeficiente de *pendiente parcial*, β mide el cambio en el logit estimado correspondiente a una unidad de cambio del valor de la variable independiente en promedio, manteniendo las demás variables constantes.

² Se le llama asíntota de la gráfica de una función, a una recta a la que se aproxima continuamente la gráfica de tal función; es decir que la distancia entre las dos tiende a ser cero (0), a medida que se extienden indefinidamente. O que ambas presentan un comportamiento asíntótico.

Pero una interpretación más significativa se da en términos de las posibilidades en favor, las cuales se obtienen al tomar el antilogaritmo de los diversos coeficientes de pendiente.

3.5 Contraste y validación de hipótesis

Cuando se utiliza información con observaciones repetidas, la contrastación y validación del modelo estimado se realiza de la misma forma que para el caso del análisis de una regresión tradicional. En caso de no trabajar con información de observaciones repetidas, este procedimiento se lleva a cabo aplicando los estadísticos que se mencionan a continuación.

3.5.1 Significancia de los parámetros estimados

La distribución del estimador del parámetro β es aproximadamente:

$$N\left(\beta; \sqrt{\text{Var}(\hat{\beta})}\right)$$

En ese caso, se puede construir un intervalo de confianza del parámetro estimado, para verificar que dicho valor es significativamente distinto de cero de forma individual. El contraste a realizar quedaría como:

$$H_0: \beta = 0 \text{ El parámetro es igual a cero}$$

$$H_1: \beta \neq 0 \text{ El parámetro es distinto de cero}$$

El intervalo de confianza proporciona un rango de posibles valores para el parámetro por lo que, si el valor estimado no pertenece a dicho intervalo, se deberá rechazar la hipótesis nula. El intervalo quedaría como:

$$\hat{\beta} - Z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\text{Var}(\hat{\beta})} \leq \beta \leq \hat{\beta} + Z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\text{Var}(\hat{\beta})}$$

Donde α es la probabilidad de que el valor verdadero del parámetro β se halle fuera del intervalo, y Z es el valor tabular de la distribución $N(0; 1)$ que deja a su derecha una probabilidad igual a $\alpha/2$.

A partir de la expresión anterior se puede calcular si se rechaza la hipótesis nula cuando:

$$\left| \frac{\hat{\beta}}{\sqrt{\text{Var}(\hat{\beta})}} \right| \geq Z_{\alpha/2}$$

3.5.2 Bondad de ajuste

Los contrastes más utilizados para medir la bondad del ajuste en los modelos tipo logit son el Índice de cociente de verosimilitudes, la unidad de medida del error: estadístico X^2 de Pearson, el porcentaje de aciertos estimados y la prueba de Hosmer-Lemeshow.

1. Índice de cociente de verosimilitudes

Este estadístico compara el valor de la función de verosimilitud de dos modelos: uno corresponde al modelo estimado que incluye todas las variables explicativas (modelo completo) y el otro sería, cuya única variable explicativa es la constante (modelo restringido). El estadístico, también conocido como R^2 de McFadden (debido a que fue propuesto por McFadden en 1974), se define como:

$$RV = ICV = 1 - \frac{\log L}{\log L(0)}$$

Donde L es el valor de la función de verosimilitud del modelo completo y $L(0)$ es el valor correspondiente del modelo restringido. El coeficiente calculado tendrá valores comprendido entre 0 y 1, de forma que:

- Valores próximos a 0 se obtendrán cuando $L(0)$ sea muy parecido a L , situación en la que las variables incluidas en el modelo son poco significativas, es decir, la estimación de los parámetros β no mejora el error que se comete si dichos parámetros se igualaran a 0. Por lo que en este caso la capacidad explicativa del modelo será muy reducida.

- Cuando mayor sea la capacidad explicativa del modelo será el valor de L sobre el valor de $L(0)$, más se aproximará al coeficiente de verosimilitud calculado al valor 1.

2. Unidad de medida del error: estadístico X^2 de Pearson

Para medir la bondad de ajuste también se utilizan medidas del error que cuantifican la diferencia entre el valor observado y el estimado, por lo tanto, para contrastar la hipótesis nula:

$$H_0: Y_i = \hat{M}_i; \text{ Lo que equivale a } H_0: Y_i - \hat{M}_i = e_i = 0$$

Se construye un estadístico que recoge los residuos estandarizados o de Pearson del modelo Logit, que se definen como la diferencia entre el valor observado de la variable respuesta y el estimado, dividido por la estimación de la desviación típica, ya que la esperanza es nula. A través del contraste de multiplicadores de LaGrange, se puede calcular el estadístico X^2 de Pearson, el cual se define como:

$$X^2 = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(Y_i - \hat{M}_i)^2}{\hat{M}_i(1 - \hat{M}_i)}$$

Este estadístico es similar a la suma de los cuadrados de los residuos del modelo de regresión tradicional. El ajuste del modelo será mejor cuanto más cerca esté el valor del estadístico de cero. Para saber a partir de qué valor puede considerarse el ajuste como aceptable es necesario conocer la distribución del estadístico.

Este estadístico bajo la hipótesis nula, se distribuye como una chi-cuadrado con $(n-k)$ grados de libertad, por lo que su valor se compara con el valor teórico de las Cuadros de la chi-cuadrado para contrastar la hipótesis nula. Si el valor calculado es superior al valor teórico se rechaza la hipótesis nula, que es lo mismo.

3. Porcentaje de aciertos estimados

Otra de las medidas utilizadas para determinar la bondad de un modelo Logit es predecir con el modelo los valores de la variable dependiente Y_i de tal manera que si $Y_i = 1$ si $\widehat{M}_i > c$ ó $Y_i = 0$ si $\widehat{M}_i < c$. Generalmente el valor que se asigna a c para determinar si la predicción es igual a 1 o a 0 es de 0.5, puesto que parece lógico que la predicción sea 1 cuando el modelo dice que es más probable obtener un 1 que un 0.

Sin embargo, el asignar 0.5 no siempre es la mejor alternativa, puesto que podría conducir a no predecir ningún 1 o ningún cero, cuando se tienen desequilibrios entre el número de unos y de ceros. Este problema se resuelve agregando el valor más pequeño.

Una vez que se tiene el valor del umbral, y tomando en cuenta que los valores reales de Y_i son conocidos, es suficiente con contabilizar el porcentaje de aciertos para decir si la bondad del ajuste es elevada o no. A partir de este recuento se puede construir el cuadro de clasificación:

Cuadro 1. Clasificación de aciertos del modelo logit

		Valor real de Y_i	
		$Y_i = 0$	$Y_i = 1$
Predicción de \widehat{M}_i	$\widehat{M}_i < c$	P_{11}	P_{12}
	$\widehat{M}_i > c$	P_{21}	P_{22}

Donde P_{11} y P_{22} corresponderán a predicciones correctas (valores 0 bien predichos en el primer caso, y valores 1 bien predichos en el segundo caso, mientras que P_{12} y P_{21} corresponderán a predicciones erróneas (valores 1 mal predichos en el primer caso y valores 0 mal predichos en el segundo caso).

4. Prueba de Hosmer-Lemeshow

Este contraste consiste en realizar comparaciones entre el valor estimado y el observado por grupos. Para ello, las observaciones se dividen en J grupos (generalmente 10) aproximadamente iguales, dividiendo el recorrido de la probabilidad

en deciles de riesgo (esto es la probabilidad de ocurrencia del fenómeno <0.1 , <0.2 , y así hasta <1). Cada uno de los grupos contiene n_j observaciones, y en cada uno de los J grupos se define:

Y_j Como la suma de los valores 1 en cada uno de los grupos ($Y_j = \sum Y_i$)

\bar{P}_j Como la media de los valores predichos en cada grupo ($\bar{P}_j = \sum \frac{\hat{P}_i}{n_j}$)

A partir de esta información es posible construir un cuadro de contingencia a través del cual se compara tanto la distribución de ocurrencia, como la no ocurrencia prevista por la ecuación y los valores realmente observados. El contraste se realiza comparando las frecuencias observadas y esperadas a través del cálculo del estadístico:

$$HL = \sum_{j=1}^J \frac{(Y_j - n_j \bar{P}_j)^2}{n_j \bar{P}_j (1 - \bar{P}_j)}$$

Hosmer y Lemeshow demuestran que cuando el modelo es correcto el estadístico HL sigue una distribución chi-cuadrado con $J - 2$ grados de libertad, por lo que los valores inferiores del estadístico calculado respecto al teórico indicarán un buen ajuste del modelo.

3.6 Aplicación del modelo logit

En el Cuadro 2 se presenta la definición de las variables que se utilizan en este trabajo para construir los modelos que permitan determinar los factores que explican el interés de los encuestados por adquirir un sistema hidropónico para producción doméstica, para decidir si se prefiere el modelo vertical o para decidir si contrata asistencia técnica o no, y donde cada uno de los modelos logit quedan expresados como:

$$L_i INT = \ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 M + \beta_2 ED + \beta_3 TH + \beta_4 ESC + \beta_5 OC + \beta_6 EC + \beta_7 IFM + \beta_8 CU + \beta_9 CO + u_i$$

$$L_i MV = \ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 M + \beta_2 ED + \beta_3 TH + \beta_4 ESC + \beta_5 OC + \beta_6 EC + \beta_7 IFM + \beta_8 CU + \beta_9 CO + \beta_{10} TP + u_i$$

$$L_i AT = \ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 M + \beta_2 ED + \beta_3 TH + \beta_4 ESC + \beta_5 OC + \beta_6 EC + \beta_7 IFM + \beta_8 CU + \beta_9 CO + u_i$$

Cuadro 2. Descripción de variables

Símbolo	Variables dependientes	Descripción	Valor final	Tipo de variable
INT	Interés	Interés de cultivar plantas en su domicilio bajo el sistema hidropónico	1= Si 0= No	Nominal dicotómica
MV	Modelo vertical	Preferencia por el modelo vertical	1=Vertical 0= Piramidal	Nominal dicotómica
AT	Asistencia técnica	Disposición por recibir asistencia técnica para la producción en hidroponía	1= Si 0= No	Nominal dicotómica
Símbolo	Variables independientes	Descripción	Valor final	Tipo de variable
M	Género	Género del entrevistado	1= Mujer 0= Hombre	Nominal dicotómica
ED	Edad	Edad del entrevistado	Años	Numérica
TH	Tamaño del hogar	Número de personas que viven en el hogar del entrevistado	Numero	Numérica
ESC	Escolaridad	Escolaridad del entrevistado	1=Básica 2=Media superior 3=Superior	Categórica
OC	Ocupación	Ocupación del entrevistado	1=Ninguno 2=Estudiante 3=Ama de casa 4=Profesionista 5=Pensionado 6=Otro	Nominal politómica
EC	Estado civil	Estado civil del entrevistado	1= Soltero 2=Casado 3=Divorciado 4=Viudo	Nominal politómica
IFM	Ingreso	Ingreso familiar mensual promedio del entrevistado	Pesos	Numérica
CU	Cultiva	Indica si actualmente el entrevistado destina algún espacio de su domicilio al cultivo de plantas	1= Si 0= No	Nominal dicotómica
CO	Conocimiento	Indica si el entrevistado sabe que es un cultivo hidropónico	1= Si 0= No	Nominal dicotómica
TP	Tipo de planta	Tipo de planta interesado en producir bajo el sistema hidropónico	1= Ornamentales 2=Medicinales y/o condimentos 3=Hortalizas 4=Mixto	Categórica

Fuente: Elaboración propia con información de la encuesta aplicada.

3.7 Relación funcional esperada

En la ecuación de regresión se espera una relación positiva entre la variable interés por adquirir un sistema hidropónico (*INT*) y el conocimiento de la hidroponía por parte del encuestado (*CO*), por lo tanto, si una persona conoce que es un cultivo hidropónico, la probabilidad de que tenga interés por adquirir un sistema de hidroponía se incrementa.

Tomando como referencia la teoría económica, se espera una relación positiva entre la variable *INT* y el ingreso familiar mensual (*IFM*), por lo que si el ingreso familiar de un individuo aumenta, la probabilidad de estar interesado en el sistema hidropónico para cultivar plantas en su hogar también se incrementa.

Para analizar la probabilidad de que el consumidor tome la decisión de comprar el modelo vertical (*MV*) se asume que la decisión depende del tipo de planta (*TP*) que pretende cultivar, de manera que si una persona desea producir hortalizas, entonces la probabilidad de que decida comprar el modelo vertical disminuye.

Se infiere que la decisión de que un consumidor que está dispuesto a adquirir un sistema de hidroponía también contrate asistencia técnica (*AT*) depende de la escolaridad (*ESC*) del individuo, por lo que se asume que si la variable escolaridad aumenta, entonces la probabilidad de que decida contratar asistencia técnica para el uso y manejo del sistema disminuye.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL MODELO LOGIT

En el presente capítulo se resaltan los resultados obtenidos una vez realizada la estimación del modelo econométrico. Inicialmente se realiza un análisis descriptivo de la encuesta, destacando las variables que se incluyeron en el modelo, lo que sirve para tener un panorama de la población entrevistada. Posteriormente, se analizan el signo y el parámetro de la relación entre las variables dependientes en relación con las variables independientes, con la finalidad de lograr el objetivo y aceptar o rechazar las hipótesis planteadas en el Capítulo I.

4.1 Análisis descriptivo de variables que afectan la decisión de adquirir un sistema hidropónico

Antes de estimar el modelo se creyó conveniente realizar un análisis descriptivo para identificar los principales determinantes y sus respectivos efectos en el interés de cultivar plantas bajo el sistema hidropónico, a nivel general y por género. En la Cuadro 3 se hace una diferenciación entre los individuos de la muestra que están y no están interesados, con base a las diferentes variables incluidas en la encuesta.

Se observa que respecto al género, el interés de cultivar plantas en el hogar utilizando el sistema hidropónico es casi igual en hombres y mujeres, con un 80.77% y 80.56%, respectivamente, por lo que se prevé que la variable género no resulte significativa en la decisión de compra. La pequeña diferencia en el interés podría deberse a que el 52% de la población entrevistada era del sexo masculino.

Con relación a la variable edad, se resalta que el 44% de la muestra tenía una edad de entre 18 y 35 años, y en ese mismo rango de edad se concentra el interés máximo por cultivar mediante hidroponía, con un 84.85%. Por lo tanto, se visualiza que a medida que aumenta el número de años de una persona, disminuye el interés de utilizar esta técnica para producir alimentos en su domicilio.

Cuadro 3. Características de los encuestados, según interés de cultivar plantas bajo el sistema hidropónico

Variables independientes	Interés				Total	
	Le interesa		No le interesa		Cantidad	Porcentaje
Género	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
Hombre	126.00	80.77	30.00	19.23	156.00	52.00
Mujer	116.00	80.56	28.00	19.44	144.00	48.00
Edad (años)						
≥ 18 ≤ 35	112.00	84.85	20.00	15.15	132.00	44.00
≥ 36 ≤ 53	90.00	81.08	21.00	18.92	111.00	37.00
≥ 54 ≤ 71	36.00	72.00	14.00	28.00	50.00	16.67
≥ 72 ≤ 96	4.00	57.14	3.00	42.86	7.00	2.33
Tamaño del hogar (personas)						
≥ 1 ≤ 3	97.00	76.98	29.00	23.02	126.00	42.00
≥ 4 ≤ 6	131.00	82.91	27.00	17.09	158.00	52.67
≥ 7 ≤ 10	14.00	87.50	2.00	12.50	16.00	5.33
Escolaridad						
Básica	69.00	81.18	16.00	18.82	85.00	28.33
Media superior	55.00	78.57	15.00	21.43	70.00	23.33
Superior	118.00	81.38	27.00	18.62	145.00	48.33
Ocupación						
Ninguno	3.00	75.00	1.00	25.00	4.00	1.33
Estudiante	26.00	86.67	4.00	13.33	30.00	10.00
Ama de casa	36.00	85.71	6.00	14.29	42.00	14.00
Profesionista	75.00	78.95	20.00	21.05	95.00	31.67
Pensionado	20.00	64.52	11.00	35.48	31.00	10.33
Otro	82.00	83.67	16.00	16.33	98.00	32.67
Estado civil						
Soltero	77.00	81.05	18.00	18.95	95.00	31.67
Casado	137.00	82.04	30.00	17.96	167.00	55.67
Divorciado	19.00	79.17	5.00	20.83	24.00	8.00
Viudo	9.00	64.29	5.00	35.71	14.00	4.67
Ingreso familiar mensual (\$)						
≥ 2,000.00 ≤ 15,000.00	164.00	78.47	45.00	21.53	209.00	69.67
≥ 15,001.00 ≤ 28,000.00	48.00	82.76	10.00	17.24	58.00	19.33
≥ 28,001.00 ≤ 80,000.00	30.00	90.91	3.00	9.09	33.00	11.00
Cultiva en su domicilio						
No cultiva	76.00	71.70	30.00	28.30	106.00	35.33
Si cultiva	166.00	85.57	28.00	14.43	194.00	64.67
Conocimiento						
No conoce	164.00	76.28	51.00	23.72	215.00	71.67
Si conoce	78.00	91.76	7.00	8.24	85.00	28.33

Fuente: Elaboración propia con información recolectada de 300 encuestas.

Ahora bien, el 52.67% de los encuestados señaló pertenecer a un hogar conformado por 4 a 6 personas, pero el interés máximo en cultivar plantas mediante la hidroponía se encuentra en familias de 7 a 10 integrantes, con un 87.50 %. Por lo tanto, a medida que incrementa el tamaño de la familia, también aumenta el interés de cultivar plantas en el hogar utilizando la hidroponía como técnica.

Aunque el 48.33% de los entrevistados indicó tener educación superior como máximo nivel de escolaridad, el 81.38% de ellos está interesado en el sistema hidropónico, porcentaje que no varía significativamente respecto al de las personas que tienen educación básica. Por lo tanto, se asume que el nivel de escolaridad es una variable que no influye al momento de calcular la probabilidad de que una persona esté interesado en producir mediante hidroponía.

Del total de la muestra, el 32.67% de la población manifestó que se encuentra desarrollando una ocupación distinta a las planteadas en el cuestionario, es decir son jardineros, operarios, guardias de seguridad, trabajadoras domésticas, empleadas de mostrador, entre otros, mientras que el 31.67% se encuentra desarrollando una actividad como profesionista, 14.00% eran amas de casa, 10.00% estudiantes 10.33% pensionados, y el otro 1.33% se encontraba desempleado. Sin embargo, es posible apreciar que los porcentajes más altos en relación al interés de cultivar en hidroponía se encuentra entre los estudiantes con un 86.67%, las amas de casa con un 85.71%, y en personas que son empleados con un 83.67%. Esto quiere decir que, si la persona es estudiante, ama de casa o trabaja como empleado, existe mayor probabilidad de que esté interesado en cultivar plantas en su domicilio bajo el sistema hidropónico.

Por otra parte, en relación a la variable estado civil, el 55.67% reveló estar actualmente casado, el 31.67% soltero, el 8.00% divorciado, y un 4.67% viudo. Conforme a esta característica, se observa que el 82.04% de los casados y el 81.05% de los solteros son los que están más interesados en el emplear el sistema hidropónico como una alternativa de producción de alimentos para su familia en relación a los divorciados o viudos. Esto indica que, cuando una persona es casado o soltero existe

mayor probabilidad de que esté interesado en emplear la hidroponía en su hogar como método de producción, en relación a una persona que es divorciado o viudo.

En la variable ingreso se destaca que el 69.67% tiene un ingreso mensual familiar aproximado de entre 2,000.00 a 15,000.00 pesos, el 19.33% percibe un ingreso de 15,001.00 a 28,000.00, mientras que sólo un 11% goza de un ingreso igual o mayor a 28,001.00. Cuando se divide a la población según su interés de cultivar en hidroponía se observa que, a medida que el ingreso aumenta, el interés de cultivar plantas en el hogar mediante el sistema hidropónico también aumenta.

El 64.67% del total indicó que actualmente destina algún espacio de su domicilio al cultivo de plantas, y de ellos, al 85.57% le interesaría producir alimentos utilizando el equipo de hidroponía. Por lo tanto, la probabilidad de estar interesado en cultivar mediante hidroponía aumenta si una persona ya destina algún lugar de su hogar para el cultivo de plantas.

Por último, se encontró que únicamente el 28.33% de los encuestados manifestó saber que es un cultivo hidropónico, y el 91.76% de ellos estarían interesados en utilizar este sistema en su hogar para cultivar plantas y producir sus propios alimentos. Esto indica claramente que cuando un individuo conoce el tema de la hidroponía, aumenta la probabilidad de que esté interesado emplear este método de producción en su domicilio, y por lo tanto adquirir un sistema.

Resumiendo, las características de la muestra son: el 48% del total entrevistado era mujer; la edad promedio de los encuestados fue de 40 años; la mayoría vive en hogares de 4 integrantes; tienen escolaridad de nivel media superior; actualmente ejercen alguna actividad como profesionista; la mayoría está casado; el ingreso familiar mensual promedio fue de 14,229 pesos; el 64.7% destina algún espacio de su domicilio al cultivo de plantas; únicamente el 28.3% sabe que es un cultivo hidropónico; el 80.7% del total, estaría interesado en cultivar plantas en su domicilio bajo el sistema hidropónico; de los interesados el 52.5% prefiere el modelo vertical; y al 94.6% le gustaría recibir asistencia técnica para la producción en hidroponía (Véase Cuadro 4). Es posible comprobar que se tiene una buena calidad en la información recolectada,

debido a que es similar a la que se analizó en el Capítulo II que brinda el INEGI mediante la Encuesta Intercensal aplicado en el 2015.

Cuadro 4. Estadísticos principales

Variable	Media	Mediana	Desviación típica	Mínimo	Máximo
INT	0.807	1.00	0.396	0.000	1.00
M	0.480	0.000	0.500	0.000	1.00
ED	40.3	38.0	15.4	18.0	96.0
TH	3.80	4.00	1.63	1.00	10.0
ESC	2.20	2.00	0.854	1.00	3.00
OC	4.38	4.00	1.39	1.00	6.00
EC	1.86	2.00	0.751	1.00	4.00
IFM	14,229	10,000	12,119	2,000	80,000
CU	0.647	1.00	0.479	0.000	1.00
CO	0.283	0.000	0.451	0.000	1.00
TP	2.83	3.00	0.640	1.00	4.00
MV	0.525	1.00	0.500	0.000	1.00
AT	0.946	1.00	0.226	0.000	1.00

Fuente: Elaboración propia mediante el programa Gretl, utilizando información de las 300 encuestas

Aparte de los estadísticos, también se realizó una matriz de correlación con la finalidad de analizar e identificar la relación que existe entre cada una de las variables dependientes y las independientes. En el Cuadro 5 es posible apreciar que entre la variable INT y las variables CO, CU, ED y TH existe una relación muy débil pero positiva. Por otra parte, se encontró que existe una gran relación entre la variable ED con EC y OC, así como ESC con CO y OC, por lo que es muy importante poner especial atención en estas variables al momento de estimar el modelo.

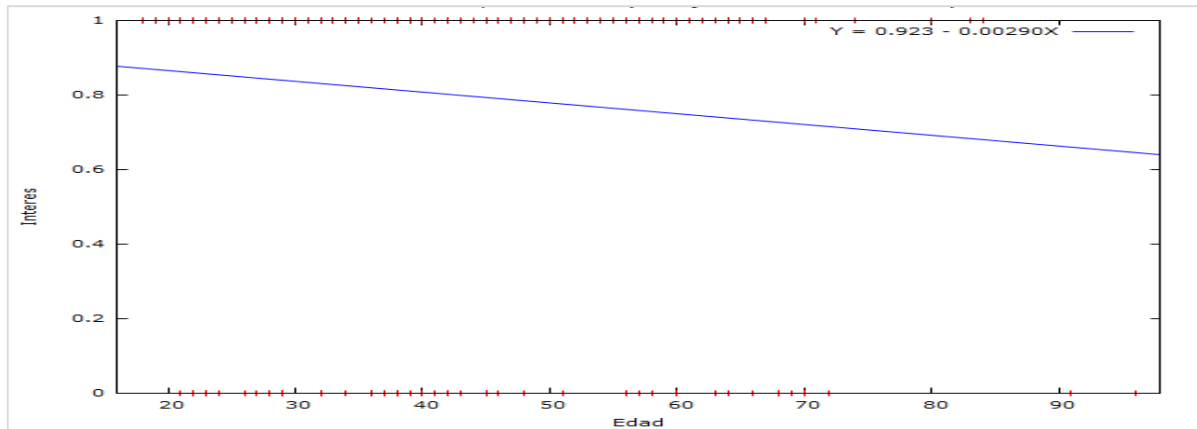
Cuadro 5. Matriz de correlación. Variable dependiente: INT

INT	M	ED	TH	ESC	OC	EC	IFM	CU	CO	
1.0000	-0.0027	-0.1130	0.1121	0.0059	-0.0252	-0.0598	0.0976	0.1679	0.1767	INT
	1.0000	-0.1236	0.0300	-0.0141	-0.3423	0.0324	-0.1342	-0.0575	-0.0267	M
		1.0000	-0.1108	-0.2108	0.2212	0.4603	-0.0242	0.0760	0.0028	ED
			1.0000	-0.2025	0.0800	0.1244	-0.0022	0.1422	-0.1559	TH
				1.0000	-0.2833	-0.1585	0.4320	-0.0311	0.4165	ESC
					1.0000	0.1638	-0.0452	0.0047	-0.1706	OC
						1.0000	-0.0054	0.1283	-0.0771	EC
							1.0000	0.0573	0.1591	IFM
								1.0000	0.0779	CU
									1.0000	CO

Fuente: Elaboración propia mediante el programa Gretl, utilizando información de 300 encuestas.

Con la finalidad de ampliar más el análisis de la matriz, a continuación se ilustran los gráficos de correlación entre la variable INT con respecto a ED, TH, IFM CU y CO.

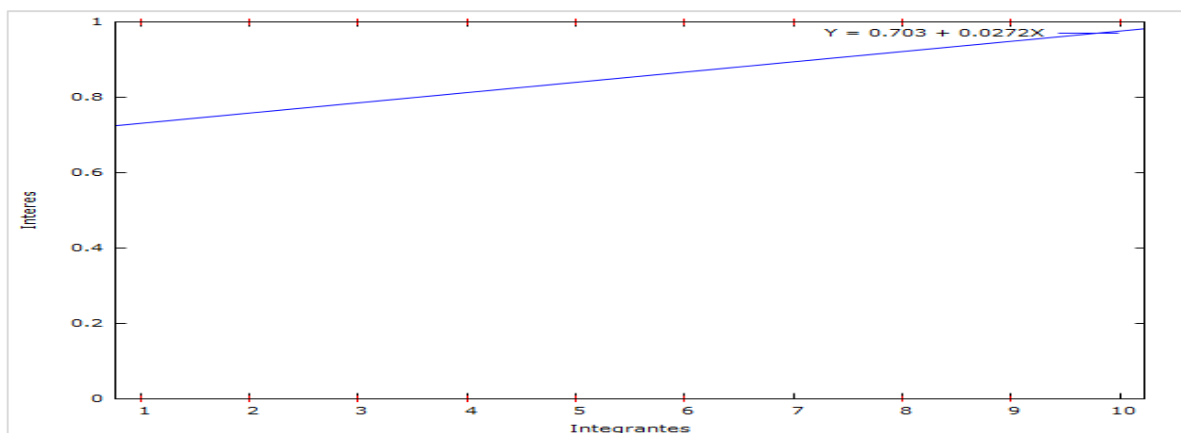
Gráfico 20. Variable interés respecto a edad



Fuente: Elaboración propia mediante el programa Gretl, utilizando información de las 300 encuestas

En el Gráfico 20 se muestra la correlación que existe entre la variable INT con respecto a ED, en la cual se refleja una relación de tipo negativa, esto indica que a medida que se incrementa la edad del encuestado, la probabilidad de que esté interesado en cultivar plantas en su hogar bajo el sistema hidropónico disminuye.

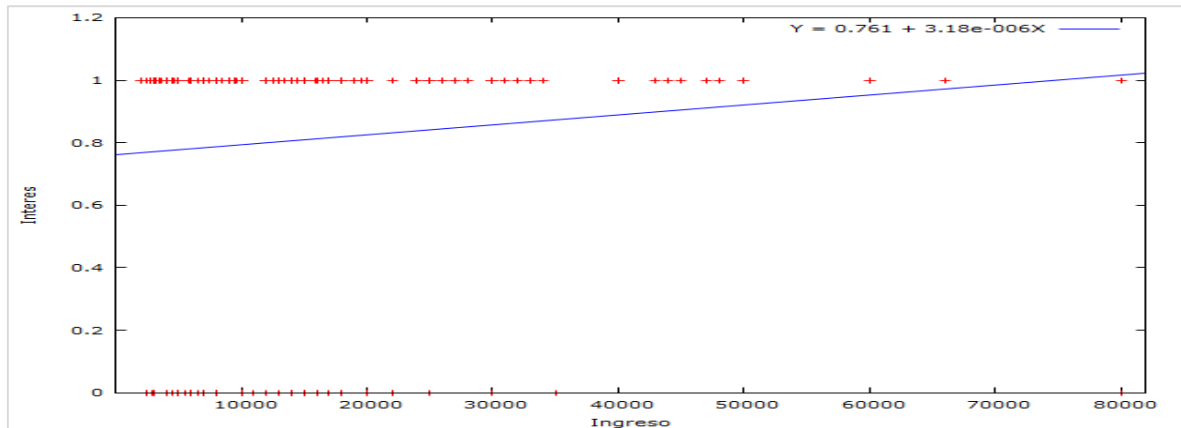
Gráfico 21. Variable interés respecto a tamaño de hogar



Fuente: Elaboración propia mediante el programa Gretl, utilizando información de las 300 encuestas

En el Gráfico 21, se aprecia la correlación entre la variable INT con relación a TH, misma que expresa una relación de tipo positiva, por lo tanto, a medida que se incremente el número de integrantes del hogar, la probabilidad de que una persona le interese utilizar la hidroponía como método de producción también se incrementa.

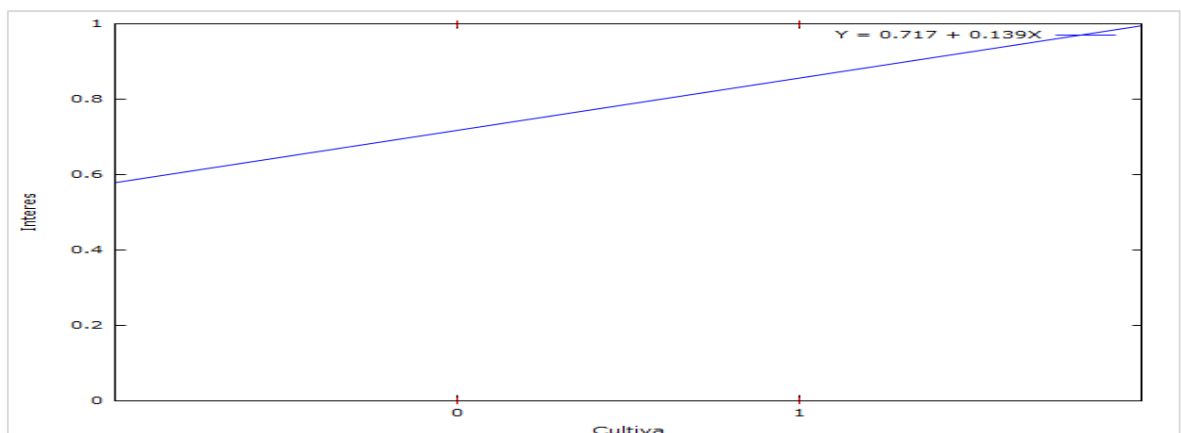
Gráfico 22. Variable interés respecto a ingreso familiar mensual



Fuente: Elaboración propia mediante el programa Gretl, utilizando información de las 300 encuestas

En el Gráfico 22 se observa la correlación entre variable INT respecto a IFM, la cual muestra que existe una relación positiva. Lo quiere decir que a medida que se incrementa el ingreso familiar mensual, la probabilidad de que a una persona le interese un sistema hidropónico también se incrementa.

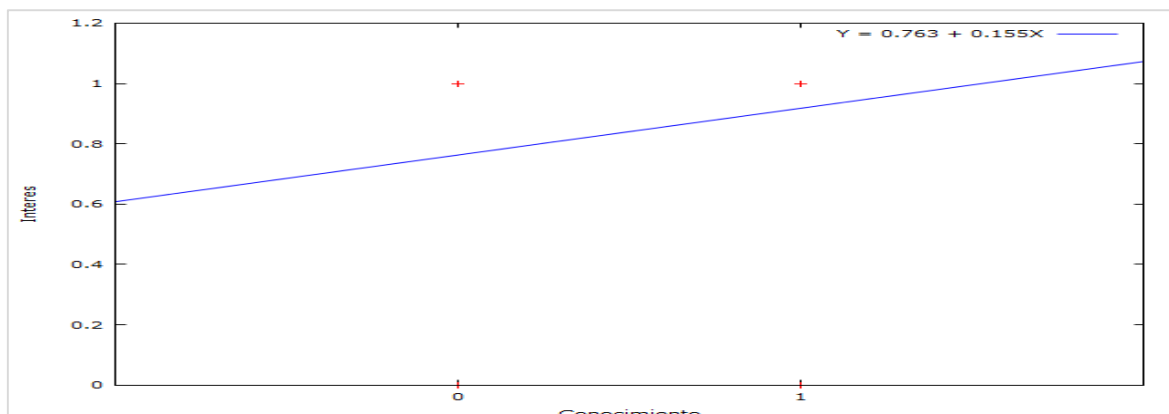
Gráfico 23. Variable interés respecto a cultiva



Fuente: Elaboración propia mediante el programa Gretl, utilizando información de las 300 encuestas

En el Gráfico 23 se observa que existe una correlación positiva entre la variable INT en relación con la variable CU. Por lo tanto, a medida que una persona indique destinar algún espacio de su domicilio al cultivo de plantas, la probabilidad de tener interés en cultivar en su domicilio bajo este método incrementa.

Gráfico 24. Variable interés respecto a conocimiento



Fuente: Elaboración propia mediante el programa Gretl, utilizando información de las 300 encuestas

Por último, en el Gráfico 24 se observa que existe una correlación positiva entre la variable INT y CO. Esto indica que si una persona conoce que es un cultivo hidropónico, la probabilidad de estar interesado en emplear la técnica de la hidroponía para producir en su hogar aumenta.

4.2 Análisis descriptivo de variables que influyen en la selección del modelo NFT

En la Cuadro 6 se clasifican a los interesados en cultivar mediante hidroponía según el modelo de su preferencia, y características socioeconómicas. Por género, entre los hombres no se observa diferencia en cuanto a preferencia por uno u otro modelo, mientras que entre las mujeres parece haber mayor inclinación por el modelo vertical (56.03%), por lo que se espera que la posibilidad de compra del modelo 1 aumente si el consumidor es del sexo femenino.

En relación a la variable edad, se resalta que el 46.28% de los interesados tenía una edad de entre 18 y 35 años. Sin embargo el 56.67% de las personas de 36 a 53 años prefiere el modelo vertical, mientras que el 58.33% de las personas de 54 a 71 años prefieren el modelo piramidal. Por lo tanto, se visualiza que a medida que aumenta el número de años de una persona, disminuye la preferencia por el sistema vertical para producir alimentos en su domicilio.

Cuadro 6. Características de los encuestados, según modelo NFT de preferencia

Variable explicativa	Modelos				Total	
	Modelo vertical		Modelo piramidal			
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
Género						
Hombre	62.00	49.21	64.00	50.79	126.00	52.07
Mujer	65.00	56.03	51.00	43.97	116.00	47.93
Edad (años)						
≥ 18 ≤ 35	59.00	52.68	53.00	47.32	112.00	46.28
≥ 36 ≤ 53	51.00	56.67	39.00	43.33	90.00	37.19
≥ 54 ≤ 71	15.00	41.67	21.00	58.33	36.00	14.88
≥ 72 ≤ 96	2.00	50.00	2.00	50.00	4.00	1.65
Tamaño del hogar (personas)						
≥ 1 ≤ 3	54.00	55.67	43.00	44.33	97.00	40.08
≥ 4 ≤ 6	62.00	47.33	69.00	52.67	131.00	54.13
≥ 7 ≤ 10	11.00	78.57	3.00	21.43	14.00	5.79
Escolaridad						
Básica	36.00	52.17	33.00	47.83	69.00	28.51
Media superior	25.00	45.45	30.00	54.55	55.00	22.73
Superior	66.00	55.93	52.00	44.07	118.00	48.76
Ocupación						
Ninguno	2.00	66.67	1.00	33.33	3.00	1.24
Estudiante	10.00	38.46	16.00	61.54	26.00	10.74
Ama de casa	16.00	44.44	20.00	55.56	36.00	14.88
Profesionista	48.00	64.00	27.00	36.00	75.00	30.99
Pensionado	8.00	40.00	12.00	60.00	20.00	8.26
Otro	43.00	52.44	39.00	47.56	82.00	33.88
Estado civil						
Soltero	39.00	50.65	38.00	49.35	77.00	31.82
Casado	74.00	54.01	63.00	45.99	137.00	56.61
Divorciado	11.00	57.89	8.00	42.11	19.00	7.85
Viudo	3.00	33.33	6.00	66.67	9.00	3.72
Ingreso familiar mensual (\$)						
≥ 2,000.00 ≤ 15,000.00	83.00	50.61	81.00	49.39	164.00	67.77
≥ 15,001.00 ≤ 28,000.00	27.00	56.25	21.00	43.75	48.00	19.83
≥ 28,001.00 ≤ 80,000.00	17.00	56.67	13.00	43.33	30.00	12.40
Cultiva en su domicilio						
No cultiva	39.00	51.32	37.00	48.68	76.00	31.40
Si cultiva	88.00	53.01	78.00	46.99	166.00	68.60
Conocimiento						
No conoce	92.00	56.10	72.00	43.90	164.00	67.77
Si conoce	35.00	44.87	43.00	55.13	78.00	32.23

Fuente: Elaboración propia con información recolectada de 242 encuestas.

Cuadro 6. (Continuación)

Variable explicativa	Modelos				Total	
	Modelo vertical		Modelo piramidal		Cantidad	Porcentaje
Tipos de planta	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
Ornamentales	8.00	72.73	3.00	27.27	11.00	4.55
Medicinales o condimentos	29.00	70.73	12.00	29.27	41.00	16.94
Hortalizas	84.00	49.70	85.00	50.30	169.00	69.83
Mixto	6.00	28.57	15.00	71.43	21.00	8.68
Disposición a pagar (pesos)						
≥ 5,001	7.00	70.00	3.00	30.00	10.00	4.13
≥ 4,001 ≤ 5,000	15.00	48.39	16.00	51.61	31.00	12.81
≥ 3,001 ≤ 4,000	21.00	47.73	23.00	52.27	44.00	18.18
≥ 2,000 ≤ 3,000	84.00	53.50	73.00	46.50	157.00	64.88
Cantidad de sistemas						
≥ 1 ≤ 2	115.00	52.27	105.00	47.73	220.00	90.91
≥ 3	12.00	54.55	10.00	45.45	22.00	9.09
Cultivos						
Lechuga	20.00	51.28	19.00	48.72	39.00	16.12
Hierbabuena	18.00	72.00	7.00	28.00	25.00	10.33
Romerito	3.00	37.50	5.00	62.50	8.00	3.31
Tomate	37.00	44.58	46.00	55.42	83.00	34.30
Otros	12.00	66.67	6.00	33.33	18.00	7.44
Mixto	37.00	53.62	32.00	46.38	69.00	28.51
Asistencia técnica						
Si	118.00	51.53	111.00	48.47	229.00	94.63
No	9.00	69.23	4.00	30.77	13.00	5.37
Forma de AT						
Correo electrónico	27.00	47.37	30.00	52.63	57.00	24.89
Vía telefónica	16.00	59.26	11.00	40.74	27.00	11.79
APP	21.00	67.74	10.00	32.26	31.00	13.54
Domicilio	49.00	47.12	55.00	52.88	104.00	45.41
Mixto	5.00	50.00	5.00	50.00	10.00	4.37
Disposición a pagar por AT (pesos)						
≥ 300 ≤ 400	89.00	48.90	93.00	51.10	182.00	79.48
≥ 401 ≤ 500	19.00	54.29	16.00	45.71	35.00	15.28
≥ 501 ≤ 600	10.00	83.33	2.00	16.67	12.00	5.24
Motivo de adquisición						
Ahorro	39.00	41.05	56.00	58.95	95.00	39.26
Aprendizaje	51.00	60.71	33.00	39.29	84.00	34.71
Experimentación	19.00	52.78	17.00	47.22	36.00	14.88
Entretención	18.00	66.67	9.00	33.33	27.00	11.16
Lugar de producción						
Terraza	18.00	43.90	23.00	56.10	41.00	16.94
Jardín	36.00	56.25	28.00	43.75	64.00	26.45
Interior	9.00	56.25	7.00	43.75	16.00	6.61
Patio	61.00	52.59	55.00	47.41	116.00	47.93
Mixto	3.00	60.00	2.00	40.00	5.00	2.07

Fuente: Elaboración propia con información recolectada de 242 encuestas.

Ahora bien, el 54.13% de los interesados indicó pertenecer a un hogar conformado de 4 a 6 personas, y de ellos el 47.33% prefiere el modelo vertical, mientras que el 52.67% prefiere el modelo piramidal para cultivar en su hogar. Por lo tanto, se esperaría que a medida que se incrementa el tamaño de la familia, las personas tengan preferencia por sistemas hidropónicos más grandes, es decir por el modelo piramidal, que les permitan una mayor producción, y en un determinado plazo, un mayor ahorro en su economía.

Aunque el 48.76% de los entrevistados indicó tener educación superior como máximo nivel de escolaridad, al momento de realizar la diferenciación según el modelo de preferencia, sólo el 44.07% de ellos está interesado en el modelo piramidal, que es un porcentaje casi igual con las personas que tienen educación básica, donde su preferencia por este modelo corresponde a un 47.83%. Por lo tanto, se asume que el nivel de escolaridad es una variable que no influye en gran medida al momento de calcular la probabilidad de que una persona prefiera el modelo vertical.

Por otra parte, el 33.88% de los interesados señaló que se encuentra desarrollando una ocupación distinta a las planteadas en el cuestionario, el 30.99% es profesionalista, el 14.88% ama de casa, el 10.74% estudiante, el 8.26% pensionado, y el 1.24% está desempleado. Sin embargo, es posible apreciar que los desempleados y profesionalistas prefieren el modelo vertical con un 66.67% y 64.00%, respectivamente. Mientras que los estudiantes y pensionados tienen mayor inclinación por el modelo piramidal con un 61.54% y 60.00%. En el caso de las amas de casa y empleados, la preferencia por cada uno de los modelos es casi igual. Esto quiere decir que, si la persona es profesionalista, existe mayor probabilidad de que esté interesado en cultivar plantas en su domicilio bajo el sistema hidropónico utilizando el modelo vertical.

En relación a la variable estado civil, se destaca que el 56.61% de los interesados está casado, el 31.82% soltero, el 7.85% divorciado, y un 3.72% viudo. Sin embargo, cuando se hace la clasificación según el modelo de preferencia, se encontró que el 54.01% de los casados prefiere el modelo vertical, y el resto el modelo

piramidal. Esto podría indicar que, cuando una persona es casada, existe mayor probabilidad de que esté interesado en producir en hidroponía con el modelo vertical.

La variable ingreso indica que el 67.77% de las personas interesadas tiene un ingreso mensual familiar de entre 2,000 a 15,000 pesos, el 19.83% percibe ingresos de 15,001 a 28,000, y un 12.40% disfruta de un ingreso igual o mayor a 28,001. Se observa que los individuos que perciben ingresos en el segundo y tercer rango tienen afinidad por el modelo vertical, por lo que se prevé que a medida que se incremente el ingreso, mayor es la probabilidad de estar interesado en adquirir el modelo vertical.

Por otra parte, aunque el 68.60% de los interesados indicó que actualmente destina algún espacio de su domicilio al cultivo de plantas, en la elección del modelo no existe diferencia con respecto a los que no cultivan actualmente en su hogar. Por lo tanto, se intuye que es una variable que no influye en la probabilidad de estar interesado en el modelo vertical.

Se encontró que únicamente el 32.23% de los interesados sabe que es un cultivo hidropónico, y de ellos el 44.87% tiene afinidad por el modelo vertical. Esto indica que cuando un individuo tiene algún conocimiento sobre el tema de la hidroponía, disminuye la probabilidad de que esté interesado emplear este método de producción en su domicilio utilizando el modelo vertical.

Se observa también que cuando al entrevistado le interesa producir plantas ornamentales o medicinales y condimentos preferiría el modelo vertical en poco más del 70% de los casos, mientras que si desea cultivar hortalizas casi es igual la probabilidad de que elija uno u otro modelo. Por lo tanto el tipo de cultivo sí afecta a la elección de un modelo u otro.

Por otra parte, aunque el 64.88% de los interesados estaría dispuesto a pagar por un sistema hidropónico la cantidad de 2,000 a 3,000 pesos, el 53.50% de ellos pagaría esta misma cantidad por el modelo vertical que por el piramidal, por lo cual se supone que el ingreso no afecta a la elección del modelo.

El 90.91% de la población interesada en el sistema hidropónico estaría dispuesto a adquirir entre 1 y 2 sistemas, y de ese total el 52.27% tiene preferencia por el modelo vertical, por lo que se supone que la cantidad de equipos a adquirir no influye de manera importante en la elección del modelo.

Se logra destacar también que al 94.63% le interesaría recibir asistencia técnica para el manejo de su sistema hidropónico, y el 45.41% preferiría que fuese a domicilio, pues consideran que es el método más adecuado para resolver las dudas o problemas que puedan existir, debido a que se tiene contacto con el cliente. El 24.89% optaría por utilizar el correo electrónico como herramienta, dado que reduce el tiempo y costo para obtener respuesta.

El 79.48% tiene una disposición a pagar de 300 a 400 pesos por cada visita para asistencia técnica a domicilio, el 15.28% pagaría de 401 a 500 pesos, y sólo el 5.24% estaría dispuesto a pagar de 501 a 600 pesos. El 39.26% señaló que el principal motivo por el que le gustaría adquirir un sistema de producción hidropónica es porque en un determinado plazo se traduce en un ahorro en el consumo de alimentos. El 34.71% lo haría por aprendizaje, el 14.88% por experimentación, y el resto por entretenimiento. Por último, se observa que el 47.93% de los que indicaron estar interesados en cultivar mediante la hidroponía, utilizará el patio de su casa para colocar el equipo, el 26.45% el jardín, y el 16.94% la terraza de su hogar.

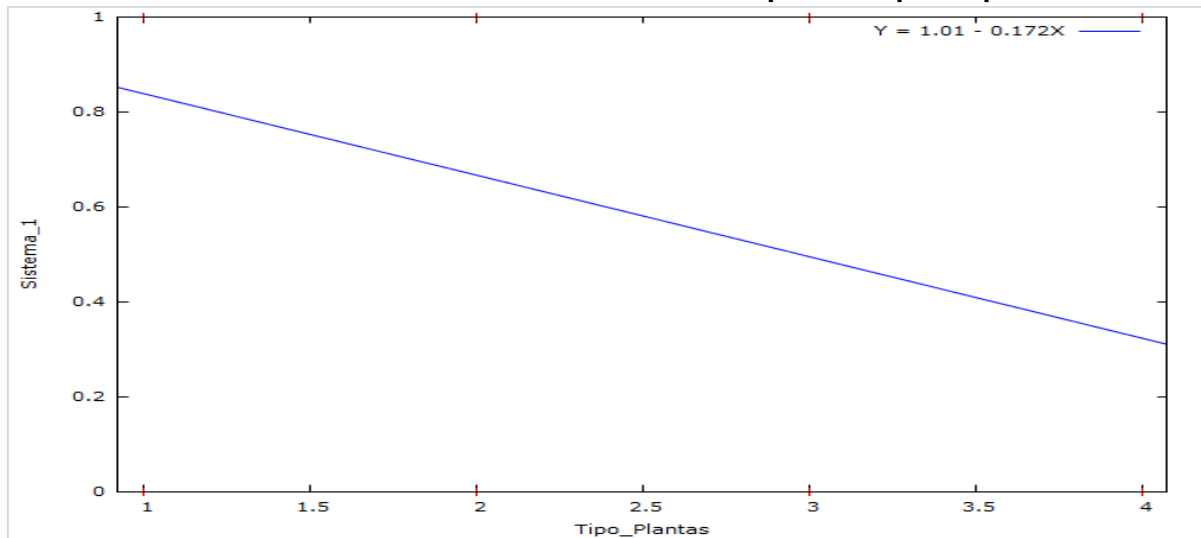
Cuadro 7. Matriz de correlación. Variable dependiente: MV

MV	M	ED	TH	ESC	OC	EC	IFM	CU	CO	TP	
1.0000	0.0683	-0.0268	-0.0173	0.0415	0.0371	-0.0116	0.0019	0.0158	-0.1051	-0.2197	MV
	1.0000	-0.1236	0.0300	-0.0141	-0.3423	0.0324	-0.1342	-0.0575	-0.0267	0.0017	M
		1.0000	-0.1108	-0.2108	0.2212	0.4603	-0.0242	0.0760	0.0028	0.0998	ED
			1.0000	-0.2025	0.0800	0.1244	-0.0022	0.1422	-0.1559	0.1877	TH
				1.0000	-0.2833	-0.1585	0.4320	-0.0311	0.4165	-0.0945	ESC
					1.0000	0.1638	-0.0452	0.0047	-0.1706	0.0416	OC
						1.0000	-0.0054	0.1283	-0.0771	-0.0175	EC
							1.0000	0.0573	0.1591	0.0718	IFM
								1.0000	0.0779	-0.0445	CU
									1.0000	-0.1864	CO
										1.0000	TP

Fuente: Elaboración propia mediante el programa Gretl, utilizando información de 242 encuestas.

Se realizó una matriz de correlación con la finalidad de analizar e identificar el tipo de relación que existe entre la variable dependiente y las independientes. En el Cuadro 7 se aprecia que entre la variable MV y la variable TP existe una relación muy débil y negativa, que se corrobora también con el Gráfico 25.

Gráfico 25. Variable modelo vertical con respecto a tipo de planta



Fuente: Elaboración propia mediante el programa Gretl, utilizando información de las 242 encuestas.

4.3 Análisis descriptivo de variables que influyen en la disposición a recibir asistencia técnica

En la Cuadro 8 se clasifica a los interesados en cultivar mediante hidroponía según algunas características socioeconómicas y su disposición para recibir asistencia técnica. En términos generales no se observan diferencias importantes en el porcentaje de interesados por edad, género, estado civil, ingreso familiar y conocimiento de la hidroponía, pues en todos los casos más del 90% de los encuestados dijo estar interesado. Solamente para las variables ocupación y tamaño del hogar se observa que el porcentaje de interesados es menor al 90% en alguno de sus estratos, por lo que se supone que a mayor tamaño del hogar exista menor disposición a pagar por asistencia técnica, mientras que se espera una relación negativa entre nivel de estudios e interés en recibir asistencia técnica.

Cuadro 8. Clasificación de los encuestados, según disposición a recibir asistencia técnica

Variable explicativa	Asistencia técnica				Total	
	Si		No		Cantidad	Porcentaje
Genero	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
Hombre	120.00	95.24	6.00	4.76	126.00	52.07
Mujer	109.00	93.97	7.00	6.03	116.00	47.93
Edad (años)						
≥ 18 ≤ 35	105.00	93.75	7.00	6.25	112.00	46.28
≥ 36 ≤ 53	85.00	94.44	5.00	5.56	90.00	37.19
≥ 54 ≤ 71	35.00	97.22	1.00	2.78	36.00	14.88
≥ 72 ≤ 96	4.00	100.00	0.00	0.00	4.00	1.65
Tamaño del hogar (personas)						
≥ 1 ≤ 3	92.00	94.85	5.00	5.15	97.00	40.08
≥ 4 ≤ 6	125.00	95.42	6.00	4.58	131.00	54.13
≥ 7 ≤ 10	12.00	85.71	2.00	14.29	14.00	5.79
Escolaridad						
Básica	69.00	100.00	0.00	0.00	69.00	28.51
Media superior	51.00	92.73	4.00	7.27	55.00	22.73
Superior	109.00	92.37	9.00	7.63	118.00	48.76
Ocupación						
Ninguno	3.00	100.00	0.00	0.00	3.00	1.24
Estudiante	23.00	88.46	3.00	11.54	26.00	10.74
Ama de casa	35.00	97.22	1.00	2.78	36.00	14.88
Profesionista	69.00	92.00	6.00	8.00	75.00	30.99
Pensionado	20.00	100.00	0.00	0.00	20.00	8.26
Otro	79.00	96.34	3.00	3.66	82.00	33.88
Estado civil						
Soltero	71.00	92.21	6.00	7.79	77.00	31.82
Casado	130.00	94.89	7.00	5.11	137.00	56.61
Divorciado	19.00	100.00	0.00	0.00	19.00	7.85
Viudo	9.00	100.00	0.00	0.00	9.00	3.72
Ingreso familiar mensual (\$)						
≥ 2,000.00 ≤ 15,000.00	155.00	94.51	9.00	5.49	164.00	67.77
≥ 15,001.00 ≤ 28,000.00	46.00	95.83	2.00	4.17	48.00	19.83
≥ 28,001.00 ≤ 80,000.00	28.00	93.33	2.00	6.67	30.00	12.40
Cultiva en su domicilio						
No cultiva	69.00	90.79	7.00	9.21	76.00	31.40
Si cultiva	160.00	96.39	6.00	3.61	166.00	68.60
Conocimiento						
No conoce	158.00	96.34	6.00	3.66	164.00	67.77
Si conoce	71.00	91.03	7.00	8.97	78.00	32.23

Fuente: Elaboración propia con información recolectada de 242 encuestas.

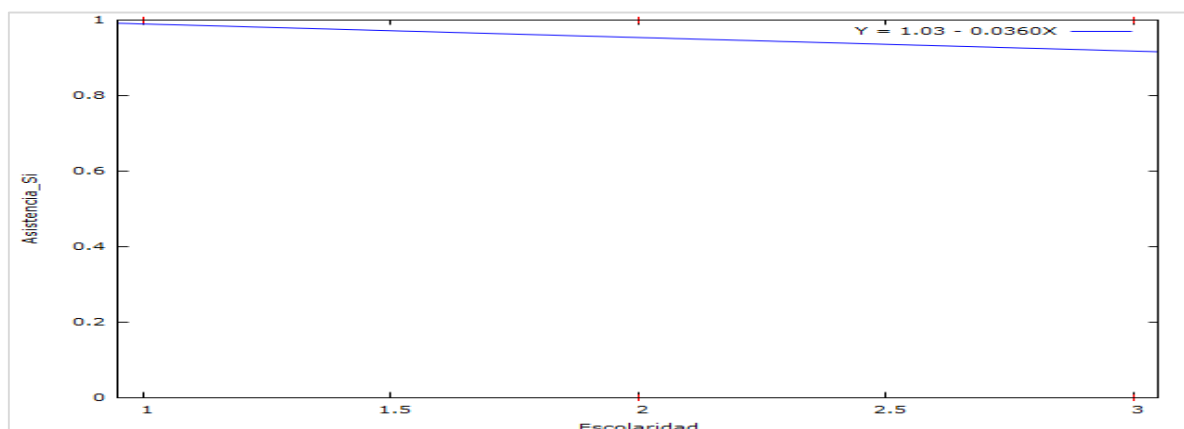
En el Cuadro 9 se puede apreciar que entre la variable AT y las variables ESC y CU existe una relación de tipo negativa y débil, como también se observa en el Gráfico 26.

Cuadro 9. Matriz de correlación. Variable dependiente: AT

AT	M	ED	TH	ESC	OC	EC	IFM	CU	CO	
1.0000	-0.0282	0.0892	-0.0617	-0.1364	0.0735	0.0981	-0.0173	0.1152	-0.1102	AT
	1.0000	-0.1236	0.0300	-0.0141	-0.3423	0.0324	-0.1342	-0.0575	-0.0267	M
		1.0000	-0.1108	-0.2108	0.2212	0.4603	-0.0242	0.0760	0.0028	ED
			1.0000	-0.2025	0.0800	0.1244	-0.0022	0.1422	-0.1559	TH
				1.0000	-0.2833	-0.1585	0.4320	-0.0311	0.4165	ESC
					1.0000	0.1638	-0.0452	0.0047	-0.1706	OC
						1.0000	-0.0054	0.1283	-0.0771	EC
							1.0000	0.0573	0.1591	IFM
								1.0000	0.0779	CU
									1.0000	CO

Fuente: Elaboración propia mediante el programa Gretl, utilizando información de 242 encuestas

Gráfico 26. Variable asistencia técnica respecto a escolaridad



Fuente: Elaboración propia mediante el programa Gretl, utilizando información de las 242 encuestas.

4.4 Análisis econométrico

Una vez diseñado los modelos y haciendo énfasis en cuáles eran las variables dependientes y cuales las variables independientes, se procedió a estimar el modelo econométrico tipo logit utilizando el programa Gretl, y así determinar cuáles son las principales variables que influyen para que una persona de Saltillo, Coahuila esté interesado en cultivar plantas en su domicilio bajo el sistema de producción hidropónico NFT, que quiera adquirir el modelo vertical, y que esté dispuesto a recibir asistencia técnica.

La evaluación de los modelos estimados se realizó desde el punto de vista estadístico con la finalidad de aceptar o rechazar cada una de las variables independientes como variables explicativas mediante el nivel de significancia de los coeficientes de regresión estimados, y desde la perspectiva económica con el objetivo de evaluar los signos y la magnitud de los parámetros conforme lo que marca la teoría económica.

4.5 Modelo de demanda para el sistema de hidroponía NFT

En la Cuadro 10 se muestra el modelo que tuvo un mejor ajuste, tanto en términos estadísticos como económicos, después de 5 iteraciones para explicar la variable interés por adquirir un sistema doméstico de producción hidropónica tipo NFT. Se observa que la variable CO resultó ser estadísticamente significativa al 99% de confianza; las variables ED, ESC y CU son significativas al 95%; mientras que la variable IFM resultó ser estadísticamente significativa al 90%. La mayoría de las variables guardan una relación que concuerda con lo establecido en el apartado 4.1.

Cuadro 10. Modelo Logit. Variable dependiente: INT

Usando las observaciones 1-300						
Desviaciones típicas basadas en el Hessiano						
	Coeficiente	Desviación típica	Z	Pendiente	valor p	
Constante	2.38501	0.701091	3.402		0.0007	***
ED	-0.0251896	0.0101234	-2.488	-0.00343888	0.0128	**
ESC	-0.493030	0.216675	-2.275	-0.0673083	0.0229	**
IFM	0.0000299766	0.0000175496	1.708	0.00000409239	0.0876	*
CU	0.778956	0.310281	2.51	0.114963	0.0121	**
CO	1.47879	0.465351	3.178	0.165345	0.0015	***
Media de la vble. dep.		0.806667	D.T. de la vble. dep.		0.395572	
R-cuadrado de McFadden		0.097446	R-cuadrado corregido		0.056714	
Log-verosimilitud		-132.9518	Criterio de Akaike		277.9035	
Criterio de Schwarz		300.1262	Crit. de Hannan-Quinn		286.7971	
Número de casos 'correctamente predichos' = 242 (80.7%)						
f(beta 'x) en la media de las variables independientes = 0.396						
Contraste de razón de verosimilitudes: Chi-cuadrado(5) = 28.7087 [0.0000]						

Fuente: Elaboración propia utilizando el programa Gretl, con información recolectada de 300 encuestas.

Nota: * Significativa al 90%, ** 95%, y *** 99% de confianza

La bondad de ajuste del modelo se confirma al revisar el porcentaje de casos correctamente predichos, el cual corresponde al 80.7% con un total de 242 casos. Asimismo, el estadístico Chi-Cuadrado es de 0.0000, qué es un valor que indica que el modelo se puede utilizar para realizar hacer predicciones.

Utilizando la información que ofrece el Cuadro 10, el modelo de regresión estimado para INT queda expresado como:

$$\hat{INT} = 2.39 - 0.0252(ED) - 0.493(ESC) + 3.00e - 05(IFM) + 0.779(CU) + 1.48(CO)$$
$$n = 300, R - cuadrado = 0.097$$

Dado que el signo de la pendiente de la variable ED con respecto a INT es negativa, se infiere que la probabilidad de que una persona esté interesada en cultivar plantas en su domicilio bajo el sistema hidropónico se disminuye en promedio un 0.00343888 a medida que se incrementa en un año la edad del individuo, manteniendo todo lo demás constante. Este resultado podría explicarse relacionando la variable edad y conocimiento, puesto que de la población entrevistada, se encontró que el 49% de los que tenían una edad entre 18 y 35 años conocían que era un cultivo hidropónico, mientras que este porcentaje disminuye a 25% cuando el individuo indicaba tener de 36 y 53 años, a 24% cuando revelaba tener de 54 a 71 años, y a 2% cuando señalaba tener 72 años o más (Ver Anexo 5).

Asimismo, el signo de la pendiente de la variable ESC con respecto a INT fue negativa, por lo que la probabilidad de que a un individuo le interese utilizar la hidroponía como método de producción disminuye en promedio un 0.0673083 por cada nivel educativo que ascienda, manteniendo todo lo demás constante. En otras palabras, tomando el antilogaritmo del coeficiente ESC indica que es 1.6 veces menos probable que una persona de educación media superior esté dispuesta a adquirir el equipo con respecto a una de educación básica. Este resultado podría explicarse relacionando la variable escolaridad y ocupación, debido a que del total de la muestra se identificó que cuando se tiene educación básica el 60% desarrolla alguna actividad como empleado, cuando se tiene media superior el 40% es empleado y 19% profesionalista, pero cuando tiene un nivel de escolaridad superior el 55% se desarrollan

como profesionalista y el 13% como empleado, por lo que además de que sus ingresos se incrementan, disminuye el tiempo disponible para ocuparse en actividades como la producción de sus propios vegetales, y prefieren comprarlos que producirlos.

El signo de la pendiente de la variable IFM resultó positivo con respecto a la variable INT, por lo que, manteniendo todas las demás variables constantes, se deduce que la probabilidad de que un consumidor desee comprar un equipo aumentará en promedio un 0.00000409239 por cada peso adicional que se incremente en el ingreso. Si se analiza el antilogaritmo del coeficiente IFM se obtiene un valor de 1.0000 que significa que la disposición a adquirir el sistema hidropónico no cambia con el ingreso del consumidor.

La relación positiva de la pendiente de CU con respecto a INT, infiere que la probabilidad de estar interesado en la hidroponía como una técnica de producción para el hogar se incrementa en promedio un 0.114963 para las personas que ya destinan algún espacio de su domicilio al cultivo de plantas, comparado con los aquellos que no lo hacen, manteniendo todo lo demás constante. Al calcular el antilogaritmo del coeficiente CU, se obtiene que es 2.2 veces más probable que las personas que ya se encuentran cultivando en su hogar alguna planta, les interese probar la hidroponía como nuevo método de producción en comparación con una persona que no lo cultiva nada.

Por otra parte, la pendiente de CO respecto a INT es signo positivo, lo que se infiere que la probabilidad de que una persona tenga interés por cultivar en su domicilio bajo la hidroponía se incremente en promedio un 0.165345 para las personas que conozcan qué es un cultivo hidropónico, respecto a una persona que no sabe nada del tema de la hidroponía, manteniendo todo lo demás constante. Al calcular el antilogaritmo del coeficiente CO infiere que es 4.4 veces más probable que los individuos que tengan algún conocimiento de la hidroponía les interese aplicar este sistema en su hogar para producir vegetales, comparado con alguien que no conozca absolutamente nada.

4.6 Modelo de probabilidad de preferencia por el modelo NFT vertical

En la Cuadro 11 se muestra el modelo que tuvo un mejor ajuste en términos estadísticos después de 7 iteraciones para explicar a la variable MV. Se observa que la variable CO y TP resultaron ser estadísticamente significativas al 99% de confianza; mientras que la variable ESC fue significativa al 90%.

Cuadro 11. Modelo Logit. Variable dependiente: MV

Usando las observaciones 1-300 (n = 242)						
Se han quitado las observaciones ausentes o incompletas: 58						
Desviaciones típicas basadas en el Hessiano						
	Coeficiente	Desviación típica	Z	Pendiente	valor p	
Constante	2.26239	0.78315	2.889		0.0039	***
ESC	0.301064	0.17949	1.677	0.0750081	0.0935	*
CO	-0.963763	0.34071	-2.829	-0.236221	0.0047	***
TP	-0.883670	0.24129	-3.662	-0.220161	0.0002	***
Media de la vble. dep.		0.524793	D.T. de la vble. dep.		0.50042	
R-cuadrado de McFadden		0.061834	R-cuadrado corregido		0.03795	
Log-verosimilitud		-157.0903	Criterio de Akaike		322.181	
Criterio de Schwarz		336.1363	Crit. de Hannan-Quinn		327.802	
Número de casos 'correctamente predichos' = 147 (60.7%)						
f(beta'x) en la media de las variables independientes = 0.500						
Contraste de razón de verosimilitudes: Chi-cuadrado(3) = 20.7074 [0.0001]						

Fuente: Elaboración propia utilizando el programa Gretl, con información recolectada de 300 encuestas.

Nota: * Significativa al 90%, ** 95%, y *** 99% de confianza

El buen ajuste se comprueba también analizando el porcentaje de casos correctamente predichos, donde el porcentaje de aciertos corresponde al 60.7% con 147 casos. Asimismo, el estadístico Chi-Cuadrado es de 0.0001, que es un valor muy cercano a cero.

Utilizando la información que ofrece el Cuadro 11, el modelo de regresión estimado para MV queda expresado como:

$$MV = 2.26 + 0.301(ESC) - 0.964(CO) - 0.884(TP)$$

$$n = 242, R - cuadrado = 0.062$$

El signo de la pendiente ESC resultó positivo con respecto a la variable MV, por lo que se deduce que a medida que se incrementa en un grado el nivel de educación de un individuo, la probabilidad de que esté dispuesto a comprar el sistema vertical aumentará en promedio un 0.0750081, manteniendo todo lo demás constante. El antilogaritmo del coeficiente de la variable ESC señala que es 1.4 veces más probable que una persona de educación media superior quiera adquirir un sistema hidropónico vertical, en comparación con uno de educación básica.

Por otra parte, el signo de la pendiente entre la variable CO y MV es negativa, por lo que se infiere que si un individuo conoce que es un cultivo hidropónico, manteniendo todas las demás variables constantes, la probabilidad de que esa persona esté interesada en adquirir el modelo vertical para producir plantas en su domicilio bajo hidroponía disminuye en promedio un 0.236221. Al calcular el antilogaritmo del parámetro de CO se obtiene que es 2.6 veces menos probable que una persona que conozca el sistema quiera adquirir el sistema vertical.

Como el signo de la pendiente de la pendiente TP con respecto a MV es negativa, se pronostica que si un individuo desea producir alguna planta medicinal u hortaliza, la probabilidad de que esté interesada en adquirir el modelo vertical disminuye en promedio un 0.220161, manteniendo todo lo demás constante. El antilogaritmo del parámetro de la variable TP indica que es 2.4 veces menos probable que una persona que quiera producir alguna planta distinta a ornamental quiera adquirir el sistema vertical.

4.7 Modelo de probabilidad de demandar asistencia técnica

En la Cuadro 12 se muestra el modelo que tuvo un mejor ajuste en términos estadísticos después de 6 iteraciones para explicar a la variable AT. Se observa que la variable ESC fue significativa al 95% de confianza, mientras que TH y CU resultaron serlo al 90%.

Cuadro 12. Modelo Logit. Variable dependiente: AT

Usando las observaciones 1-300 (n = 242)						
Se han quitado las observaciones ausentes o incompletas: 58						
Desviaciones típicas basadas en el Hessiano						
	Coeficiente	Desviación típica	Z	Pendiente	valor p	
Constante	6.00411	1.64074	3.659		0.0003	***
TH	-0.309135	0.181556	-1.703	-0.0107644	0.0886	*
ESC	-1.02443	0.473486	-2.164	-0.0356716	0.0305	**
CU	1.07797	0.593901	1.815	0.0467752	0.0695	*
Media de la vble. dep.		0.946281	D.T. de la vble. dep.		0.22593	
R-cuadrado de McFadden		0.107199	R-cuadrado corregido		0.028235	
Log-verosimilitud		-45.22596	Criterio de Akaike		98.45191	
Criterio de Schwarz		112.4077	Crit. de Hannan-Quinn		104.0738	
Número de casos 'correctamente predichos' = 230 (95.0%)						
f(beta'x) en la media de las variables independientes = 0.226						
Contraste de razón de verosimilitudes: Chi-cuadrado(3) = 10.8606 [0.0125]						

Fuente: Elaboración propia utilizando el programa Gretl, con información recolectada de las encuestas.

Nota: * Significativa al 90%, ** 95%, y *** 99% de confianza

Utilizando la información que ofrece el Cuadro 12, el modelo de regresión estimado para AT queda especificado de la siguiente manera:

$$\hat{AT} = 6.00 - 0.309(TH) - 1.02(ESC) + 1.08(CU)$$

$n = 242, R - cuadrado = 0.107$

La pendiente de la variable TH con respecto a AT es negativa, por lo que se deduce que por cada un integrante que se incremente en el tamaño del hogar, la probabilidad de que un individuo que esté interesado en comprar un sistema hidropónico también esté dispuesto a recibir asistencia técnica para producir en hidroponía se reduce en promedio un 0.0107644, manteniendo todo lo demás constante. El antilogaritmo de TH indica que es 1.4 veces menos probable que una persona que vive en un hogar pequeño (1-3 personas) quiera recibir asistencia técnica para cultivar en hidroponía.

Por otra parte, la pendiente negativa entre ESC y AT indica que existe una relación inversa entre estas variables, por lo que a medida que se incremente en un

grado el nivel de educación de un individuo, se reduce en promedio un 0.0356716 la probabilidad de querer recibir asistencia técnica para la producción de alimentos en hidroponía, manteniendo todas las demás variables constantes. El antilogaritmo del coeficiente de ESC señala que es 2.8 veces menos probable que una persona de educación media superior esté dispuesta a recibir asistencia técnica para el uso y manejo del sistema hidropónico.

El signo positivo de la pendiente entre CU y AT indica que existe una relación directa entre estas variables, por lo que se prevé que si se mantiene todo lo demás constante, la probabilidad de una persona interesada en adquirir un sistema hidropónico también esté dispuesta a recibir asistencia técnica para el manejo del equipo se incrementa en promedio un 0.0467752 para una persona que actualmente destina algún espacio de su domicilio al cultivo de plantas, respecto a un individuo que no lo hace. Al calcular el antilogaritmo del coeficiente CU se tiene que es 2.9 veces más probable que una persona que cultiva en su hogar, además de comprar el equipo esté interesada en recibir asistencia técnica para el cultivo en hidroponía, en comparación con alguien que no cultiva nada.

4.8 Contraste de hipótesis

A continuación se realiza el contraste entre las hipótesis planteadas en el capítulo I de la presente investigación, con respecto a los resultados obtenidos.

Tomando en cuenta que el signo de la variable IFM es positivo en la ecuación de regresión de INT, se demuestra que existe una relación directa entre el ingreso familiar mensual y el interés de producir en hidroponía, por lo tanto, si aumenta el ingreso familiar, aumenta la probabilidad de estar interesado en cultivar bajo el sistema hidropónico.

Ahora bien, el signo de la variable CO también fue positivo, por lo que se comprueba que existe una relación directa entre conocimiento de cultivos hidropónico y el interés de utilizar la hidroponía en el hogar, es decir, si un individuo conoce el tema

de la hidroponía, aumenta la probabilidad de que le interese adquirir un sistema hidropónico para comenzar a producir en su hogar.

Por otra parte, dado que el signo de la variable TP resultó negativa, se prueba que existe una relación inversa entre tipo de planta y modelo vertical, de manera que si un individuo decide comprar un equipo pero desea producir hortalizas, disminuye la probabilidad de que decida comprar el modelo vertical.

Finalmente, debido a que el signo de la variable ESC fue negativa, se comprueba que existe una relación inversa entre escolaridad y asistencia técnica, lo que indica que si el nivel de escolaridad de un individuo aumenta, entonces la probabilidad de una persona interesada en comprar un sistema hidropónico también decida contratar asistencia técnica para su manejo disminuye.

Por otra parte, aunque al inicio de la investigación se tenía previsto que las variables que determinaban que una persona de la ciudad de Saltillo estuviera interesada en cultivar plantas en su domicilio bajo el sistema hidropónico eran: mujer, edad, integrantes en el hogar, escolaridad, ocupación, estado civil, ingreso familiar mensual, cultiva, y conocimiento, se demostró que las principales variables que influyen en el interés son: edad, escolaridad, ingreso, cultiva y conocimiento. Mientras que las variables que explican la decisión de comprar el modelo vertical son: escolaridad, conocimiento y tipo de plantas a producir. Ahora bien, los factores que determinan que una persona esté interesada en recibir asistencia técnica son: integrantes, escolaridad, y cultiva.

4.9 Predicciones

Con la finalidad de predecir y analizar qué ocurre con la variable dependiente de INT, MV, y AT cuando cambia en una unidad el valor de las variables independientes que resultaron significativas en la regresión, se han creado 6 escenarios utilizando los datos promedios de la muestra como edad, tamaño familiar, ingreso familiar mensual y escolaridad.

Para el caso de la variable INT, se contempló a un individuo de 40 años, con escolaridad media superior, con un ingreso familiar mensual de 14,229 pesos, que cultiva actualmente en su hogar, y conoce que es un cultivo hidropónico.

Cuadro 13. Escenarios de predicción para la variable INT

Variables	Caso 1 *	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6
ED	40	41	40	40	40	40
ESC	2	2	3	2	2	2
IFM	14,229	14,229	14,229	14,230	14,229	14,229
CU	1	1	1	1	0	1
CO	1	1	1	1	1	0
Predicción	0.955877	0.954802	0.929734	0.955878	0.908602	0.831578

Fuente: Elaboración propia mediante el programa Gretl.

Nota: *Categoría base. Caso 1

De manera general se aprecia que cuando se incrementa en un año la edad del individuo o en un peso en el ingreso, no ocurre un cambio significativo en la probabilidad de que esa persona esté interesada en adquirir un sistema para producir en su hogar, respecto a la categoría base. El efecto más evidente ocurre en el caso 6, pasando de 0.955877 a 0.831578 la probabilidad de estar dispuesto a comprar un equipo de hidroponía, cuando el individuo no tiene conocimiento sobre qué es un cultivo hidropónico.

En el caso de la variable MV se plantea a un individuo con escolaridad de media superior, con conocimiento sobre el sistema hidropónico, y que además de estar dispuesto a adquirir un equipo, desea comprar el modelo vertical para producir ornamentales.

Cuadro 14. Escenarios de predicción para la variable MV

Variable	Caso 1*	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6
ESC	2	3	2	2	2	2
CO	1	1	0	1	1	1
TP	1	1	1	2	3	4
Predicción	0.734404	0.788873	0.878771	0.533304	0.320765	0.163293

Fuente: Elaboración propia mediante el programa Gretl.

Nota: *Categoría base. Caso 1

En el cuadro 14 se aprecia que con las características de la categoría base, la probabilidad de que el individuo compre el modelo vertical es de 0.734404. Los cambios más drásticos ocurren cuando varía el tipo de planta que a esa persona le interesa producir, pasando a 0.533304 cuando tiene contemplado cultivar plantas medicinales o condimentos, a 0.320765 cuando lo requiere para producir hortalizas, y a 0.163293 la probabilidad cuando desea comprar el modelo vertical para producir ornamentales, medicinales y/o condimentos y hortalizas al mismo tiempo.

Para contrastar qué ocurre con la variable AT cuando cambia algunas de las variables independientes, se proyecta a un individuo que vive en un hogar de 4 integrantes, que tiene escolaridad media superior y que actualmente destinan en su hogar algún espacio de su domicilio para el cultivo de plantas.

Cuadro 15. Escenarios de predicción para la variable AT

Variable	Caso 1*	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6
TH	4	5	6	4	4	4
ESC	2	2	2	1	3	2
CU	1	1	1	1	1	0
Predicción	0.978048	0.970332	0.960014	0.992007	0.941159	0.938122

Fuente: Elaboración propia mediante el programa Gretl.

Nota: *Categoría base. Caso 1

En el Cuadro 15 se observa que a medida que se incrementa en un integrante el tamaño de la familia, la probabilidad de que ese individuo esté dispuesto a contratar asistencia técnica casi no varía. Los cambios más significativos en la probabilidad de contratar el servicio de asistencia técnica ocurren cuando se cambia el nivel de escolaridad y se supone que no cultive actualmente en su hogar.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente capítulo se destacan las principales conclusiones y recomendaciones que se derivan de los resultados de la investigación realizada para analizar la demanda de sistemas de producción hidropónica en la ciudad de Saltillo, Coahuila mediante el modelo logit.

5.1 Conclusiones

En la revisión de literatura se encontró que la adaptabilidad de la hidroponía para cualquier tipo de ambiente y superficie resulta ser una ventaja para los espacios urbanos, y que, aunque inicialmente la inversión que se realiza es alta, ésta se recupera debido a que el sistema permite incrementar el nivel de rendimientos por unidad de superficie y obtener varias cosechas en un mismo año.

Asimismo, en los estudios revisados se destaca que la hidroponía a nivel doméstico es técnica y económicamente factible, pero tanto las investigaciones como la información recolectada por la encuesta concuerdan que poco más del 70% de la población no tiene conocimiento sobre este tema, lo que limita la posibilidad de que las familias adopten esta forma de producción.

A partir de los resultados de la encuesta se encontró que el 48% de los entrevistados de la muestra eran mujeres; la edad promedio de los encuestados fue de 40 años; el número promedio de integrantes por hogar fue 4; el 48% tiene escolaridad de nivel media superior; casi el 31% actualmente ejercen alguna actividad como profesionista; el 57% están casados; el ingreso familiar mensual promedio fue de 14,229 pesos; el 64.7% destina algún espacio de su domicilio al cultivo de plantas; sólo el 28.3% saben que es un cultivo hidropónico; y al 80.7% del total, estaría interesado en cultivar plantas en su domicilio bajo el sistema hidropónico.

Ahora bien, el porcentaje de interés en cultivar plantas bajo el sistema hidropónico es casi igual tanto en hombres como en mujeres, pero se identifica que a mayor edad, menor es la cantidad de personas que conocen el tema de la hidroponía por lo que la disposición a adquirir un equipo hidropónico es del 85% entre las personas de 18 a 35 años, 81% entre los de 36 a 53 años, 72% de los que tienen entre 54 y 71 años, y del 57% que entre las personas de 72 años o más.

Por otra parte, se identificó que tanto el 83% de las personas que viven en hogares de 4 a 6 personas, como el 88% de los individuos que viven en familias de entre 7 y 10 integrantes, mostró interés en el tema de la hidroponía. Este resultado se explica al relacionar la variable TH con motivo principal al adquirir el equipo, donde el resultado arroja que el 44% de los interesados que viven en hogares conformados de 4 a 6 personas indicó que el motivo principal por el que estaría dispuesto a adquirir el equipo es por ahorro en el gasto de alimentos, y un 33% por aprendizaje. Mientras que los que habitan en un hogar de entre 7 y 10 integrantes señaló que el 36% lo haría por ahorro y el 50% por aprendizaje.

Ahora bien, aunque el 81% de las personas con educación básica como de educación superior hicieron saber que están interesadas en el sistema hidropónico, cuando se realizó la regresión con el modelo logit se obtuvo que a mayor escolaridad, menor es la probabilidad de estar interesado en comprar un sistema. Esto ocurre debido a que al relacionar ESC de los encuestados con CO se encontró que sólo el 5% de los que tienen educación básica conocen qué es hidroponía, el 12% de los que cuentan con nivel medio superior, y el 83% de los que poseen educación superior sabe que es un cultivo hidropónico.

Se detectó también que existe una relación positiva entre IFM e INT, que quiere decir que, a mayor nivel de ingresos, mayor es la probabilidad de que un individuo esté dispuesto a invertir en un sistema para la producción de sus alimentos de forma más sana y con mayor atención en la inocuidad. Asimismo, se encontró una relación directa entre CU e INT, por lo que la probabilidad de estar interesado en la hidroponía como una técnica de producción para el hogar es 2 veces más para las personas que destinan algún espacio de su domicilio al cultivo de plantas, comparado con una

persona que no lo hace. Por otra parte, la probabilidad de que una persona tenga interés por cultivar en su domicilio bajo la hidroponía es 4 veces más para las personas que conocen que es un cultivo hidropónico, respecto a una persona que no conoce.

Ahora bien, con respecto al tipo de sistema se encontró que la decisión de comprar el modelo vertical está relacionada con el tipo de planta que se pretende cultivar, pues si un individuo desea utilizar el equipo para producir plantas medicinales u hortalizas, se reduce en 2.4 veces la probabilidad de que compre el modelo vertical, y la razón es que el 53% de las personas que indicaron estar dispuestos a comprar el sistema piramidal viven en familias de 4 a 6 integrantes, y prefieren este último modelo porque les permite una mayor producción.

Con respecto a AT, se identificó que presenta una relación directa con la variable CU, por lo que, si actualmente una persona ya destina algún espacio de su domicilio al cultivo de plantas, es casi 3 veces mayor la probabilidad de que quiera recibir asistencia técnica para la producción en hidroponía.

5.2 Recomendaciones

Dado que el conocimiento es uno de los principales factores que influyen para que persona decida comprar o no, se recomienda a la empresa Invernaderos, Riegos y Jardines GH, S.A. de C.V. que invierta en la difusión del tema de la hidroponía. Puede comenzar instalando un sistema hidropónico en las principales plazas de la ciudad y repartiendo folletos sobre sus características y beneficios, debido a que son lugares muy concurridos por la población, con la finalidad de permitir a los futuros clientes explorar el uso y funcionamiento del equipo.

Asimismo debe comenzar a elaborar boletines de información sobre hidroponía donde se incluyan los cultivos que se pueden producir con esta técnica, y publicarlos en las redes sociales, que es un medio de comunicación fuertemente utilizado por toda la población, y que garantiza hacer llegar la información en menor tiempo y a menor costo.

Organizar y/o asistir a eventos como talleres donde se promueva la agricultura sustentable con un prototipo del sistema, explicando las ventajas del equipo y de los productos que se obtienen.

Asimismo, puede iniciar una campaña en las escuelas primarias que permita involucrar tanto a los niños como a los padres de familia con la finalidad de dar a conocer el sistema, y generar conciencia de la importancia de realizar esta actividad de forma sustentable, debido a que en un determinado plazo los niños serán jóvenes y por lo tanto posibles clientes, pero ya tendrían conocimiento del tema y se incrementa la probabilidad de que compren un equipo hidropónico.

Debido a que el 70% de los interesados tienen ingresos entre 2,000 y 15,000 pesos, se esperaría que la empresa ofrezca a sus clientes la oportunidad de pagar el sistema hidropónico en plazos ya sea semanales o mensuales, dando oportunidad a que personas de diferentes estratos puedan adquirir el equipo.

Se recomienda realizar un plan de negocios para analizar la factibilidad económica de producir cada uno de los modelos NFT que se pretenden ofrecer a la población, donde se incluyan los precios de los materiales a utilizar para su construcción, el precio de venta, gastos de publicidad, entre otros costos, con la finalidad de comprobar la viabilidad técnica y económica de su producción.

Diseñar una estrategia de venta mercado hacia los beneficios de los productos obtenidos mediante hidroponía que permita captar la atención de quienes tienen una ocupación como profesionista, debido a que son personas que tienen ingresos medios y altos, y representan clientes con mayor posibilidad económica de adquirir un sistema hidropónico.

RESUMEN

El presente trabajo se enfoca en el análisis de las principales variables que determinan que una persona que vive en la ciudad de Saltillo, Coahuila esté interesada en cultivar plantas en su domicilio bajo el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique), que prefiera el modelo vertical en lugar del piramidal, y que esté dispuesto a recibir asistencia técnica para la producción en hidroponía. Para ello, inicialmente se hace un análisis de los antecedentes para comprender el contexto en que se desarrolla el problema, también se realiza una revisión de literatura y se estudian los fundamentos teóricos para la formulación de un modelo de demanda. El método que se utilizó para la estimación econométrica es el Modelo logit, que es una técnica de análisis muy utilizada cuando la variable dependiente es de tipo dicotómico (si-no) y se pretende diferenciar a los consumidores y no consumidores de un producto. Los datos utilizados provienen de una encuesta aplicada de forma aleatoria a 300 personas de 18 años y más, durante el mes de septiembre de 2017, en la ciudad de Saltillo. En el modelo se consideró como variables independientes la siguiente información del encuestado: género, edad, número de integrantes en el hogar, escolaridad, ocupación, estado civil, ingreso familiar mensual, cultivo de plantas en su domicilio y el conocimiento del sistema hidropónico. Entre las variables que más influyen para que una persona esté interesada en producir mediante hidroponía son: edad, escolaridad, ingreso, cultiva y conocimiento. Es decir, es 2 veces más probable que un individuo esté interesado en adquirir un sistema cuando ya destina algún espacio de su domicilio al cultivo de plantas, comparado con aquel que no lo hace. Y por otra parte, es 4 veces más probable que una persona que conoce qué es un cultivo hidropónico esté dispuesto a probar esta técnica para producir en su hogar, respecto a alguien que no la conoce.

Palabras claves: Hidroponía, sistema NFT, modelo de demanda, variable, modelo logit.

E-mail: emiliaxaxni@gmail.com

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Hidropónica Mexicana A.C.* (Octubre de 2017). Obtenido de <http://hidroponia.org.mx/cultivo-hidroponico/que-es-la-hidroponia/>
- Caldentey, A., & Gómez, A. C. (1993). *Economía de los mercados agrarios*. Madrid: Mundi-prensa.
- Chirinos Centes, A., & Herrera Lagos, R. J. (Octubre de 2017). *Plan de negocios para la producción de lechugas hidropónicas de invernadero en Lima, Metropolitana*. Obtenido de www.usmp.edu.pe/PFII/pdf/20132_6.pdf
- De la Rosa Topete, P., & Herrera Velázquez, I. A. (2015). *La producción hidropónica ¿Una alternativa alimentaria en espacios urbanos?* México: Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Planeación Urbana y Regional.
- Estado de Coahuila*. (Octubre de 2017). Obtenido de Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM05coahuila/municipios/05030a.html>
- Greene, W. H. (2012). *Econometric Analysis*. México: Seventh Edition. Pearson.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *Econometría*. México: Quinta edición- McGraw-Hill.
- INEGI. (Octubre de 2017). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/default.html?init=2>
- Invernaderos, Riegos y Jardines GH, S.A. de C.V.* (Septiembre de 2017). Obtenido de <http://www.inrijagh.com/>
- Krugman Paul, R. W. (2007). *Fundamentos de economía*. España: Reverté.
- Maddala, G., & Miller, E. (1993). *Microeconomía*. McGraw-Hill.

- Meléndez Guzmán, R. (1984). *Mercadeo de productos agropecuarios*. México, D.F: LIMUSA.
- Mendoza, G. (1980). *Compendio de mercadeo de productos agropecuarios*. Costa Rica: IICA.
- Obando, D. E., Ladino, J. J., & Solano, O. I. (2016). *Estudio de factibilidad del diseño y montaje de sistemas de cultivos hidropónicos de lechuga en conjunto residencial Okapi II en la ciudad de Bogotá*. Bogotá, D.C: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Orozco González, I. G. (2011). *La aceptación de la hidroponía como "estrategia de marketing at retail"*. Baja California, México: XVI Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática. Universidad Autónoma de Baja California.
- Salvatore, D. (2009). *Teoría y problemas de microeconomía*. México: McGraw-Hill.
- Samuelson, P. A., & Nordhaus, W. D. (2006). *Economía*. México: Decimoctava Edición. McGraw-Hill.
- SEGOB. *Secretaría de Gobernación*. (Noviembre de 2017). Obtenido de Consejo Nacional de Población. México: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos
- Spencer, M. H. (1976). *Economía contemporánea. Trad. de la edición original inglesa por Juan Francisco Santacoloma*. Barcelona, España: Reverté.
- Varian, H. R. (2010). *Microeconomía intermedia: un enfoque actual*. Estados Unidos: Antoni Bosch.

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta final

INVESTIGACIÓN DE MERCADO DEL SISTEMA NFT (NUTRIENT FILM TECHNIQUE)

Instrucciones: Por favor subraye o complemente la respuesta según sea el caso.

Número de encuesta: _____	Encuestador: _____	Lugar de aplicación de encuesta: _____	
Lugar de residencia del encuestado: _____		Sexo: (H) (M)	Edad: _____
Número de integrantes en el hogar: _____			
Escolaridad: <ul style="list-style-type: none"> 1. Ninguna 2. Primaria 3. Secundaria 4. Preparatoria 5. Licenciatura 6. Posgrado 	Ocupación: <ul style="list-style-type: none"> 1. Ninguno 2. Estudiante 3. Ama de casa 4. Profesionista 5. Pensionado 6. Otro 	Estado civil: <ul style="list-style-type: none"> 1. Soltero 2. Casado 3. Divorciado 4. Viudo 	Ingreso familiar mensual _____

1. ¿Destina algún espacio de su domicilio al cultivo de plantas?

- a) Si (pase a la pregunta 2)
- b) No (pase a la pregunta 3)

2. ¿Qué tipo de plantas cultiva en su domicilio?

- a) Ornamentales
- b) Medicinales y/o condimentos
- c) Hortalizas

3. ¿Usted cree que es importante que los niños y jóvenes aprendan a cultivar algunas plantas?

- a) Si
- b) No

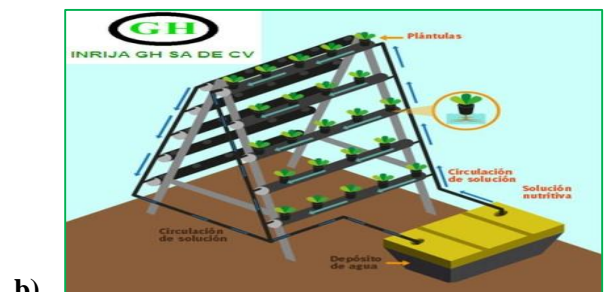
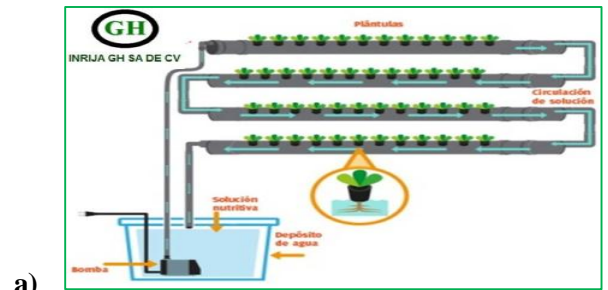
¿Porque? _____

4. ¿Sabe usted qué es un cultivo hidropónico?

- a) Si
- b) No (Explicación breve al encuestado)

5. ¿Estaría interesado en cultivar plantas en su domicilio bajo el sistema hidropónico?

- a) Si (pase a la pregunta 6)
 - b) No (concluir la entrevista)
6. ¿Qué tipo de plantas estaría interesado en producir bajo el sistema hidropónico?
- a) Ornamentales
 - b) Medicinales y/o condimentos
 - c) Hortalizas
7. De las siguientes estructuras, cual preferiría usted:

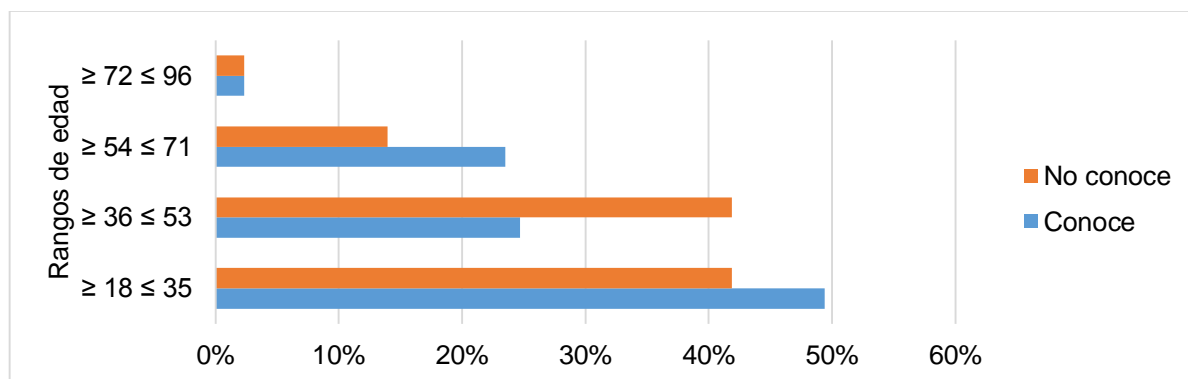


8. Si recibiera capacitación para utilizar la estructura de producción hidropónica ¿cuánto estaría dispuesto invertir en estructuras?
- a) Más de \$ 5,000.00
 - b) De \$ 4,001.00 a \$ 5,000.00
 - c) De \$ 3,001.00 a \$ 4,000.00
 - d) De \$ 2,001.00 a \$ 3,000.00
 - e) Menos de \$ 2,000.00
9. ¿Cuántas estructuras del sistema de producción hidropónica estaría dispuesto adquirir? _____
10. ¿Qué cultivos le gustaría producir?
- a) Lechuga
 - b) Hierbabuena
 - c) Romerito
 - d) Tomate
 - e) Otros. ¿Cuáles?_____
11. ¿Le gustaría recibir asistencia técnica para la producción en hidroponía?
- a) Si (continúa con la pregunta 12)
 - b) No (pasa a la pregunta 14)
12. ¿De qué forma prefiere recibir la asistencia técnica?
- a) Correo electrónico
 - b) Vía telefónica
 - c) Mediante una APP
 - d) A domicilio
13. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar cada vez que usted requiere asistencia técnica?
- a) 300-400
 - b) 400-500
 - c) 500-600
14. Indique **el principal** motivo por el cual le gustaría adquirir la infraestructura del sistema de producción hidropónica:
- a) Ahorro en el consumo de alimentos
 - b) Aprendizaje
 - c) Experimentación.
 - d) Entretenimiento.
15. ¿Qué espacio de su residencia ocuparía para la producción de hortalizas hidropónicas?
- a) Terraza
 - b) Jardín
 - c) En el Interior de la casa
 - d) Patio.

Muchas gracias por su tiempo y participación.

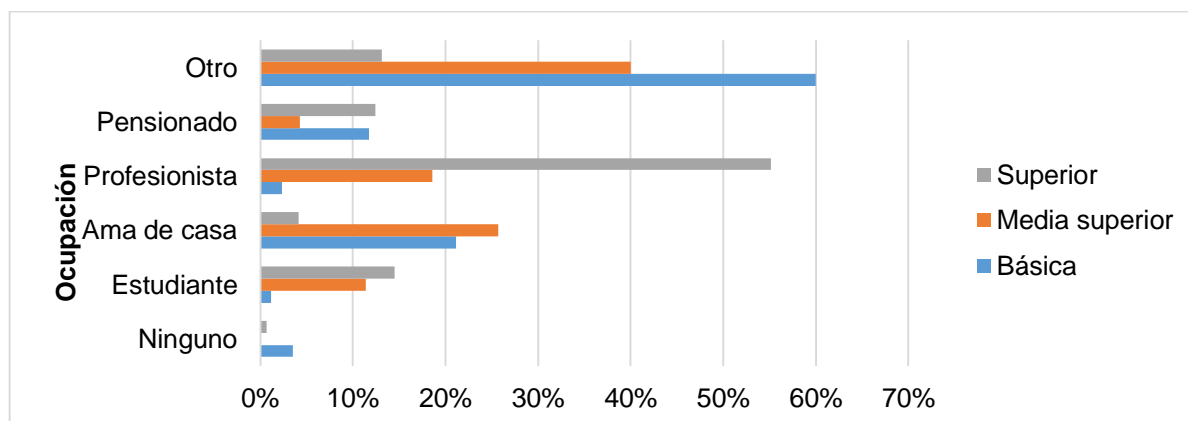
“Excelente día”

Anexo 2. Relación entre conocimiento y rangos de edad



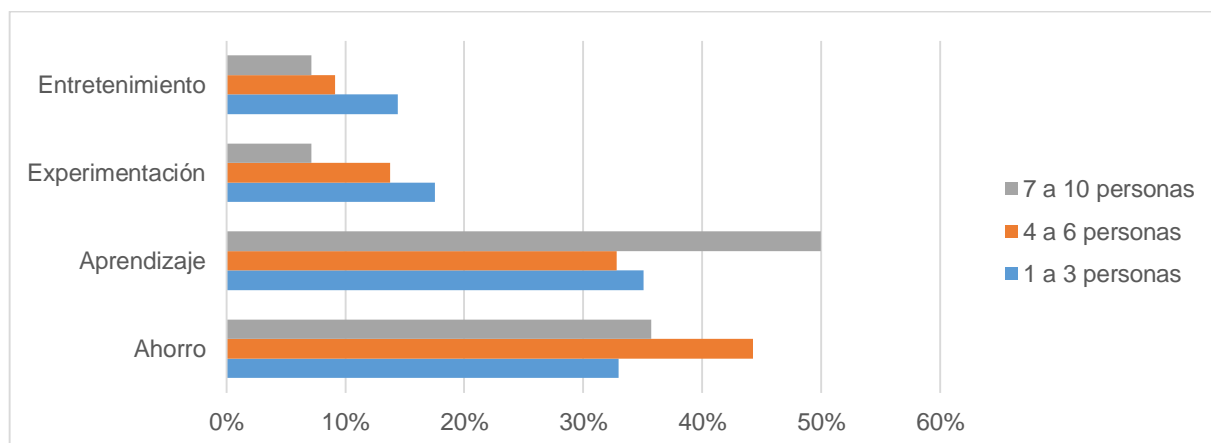
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Relación entre escolaridad y ocupación



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4. Relación entre tamaño de hogar con motivo de adquisición



Fuente: Elaboración propia.