

**Estrategia productiva y económica de
agricultores de pequeña escala de acuerdo al
sistema de riego utilizado: El caso de
Honduras**

Liliana Yamileth Fuentes Portillo

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

ZAMORANO
CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE AGRONEGOCIOS

Estrategia productiva y económica de agricultores de pequeña escala de acuerdo al sistema de riego utilizado: El caso de Honduras

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniera en Administración de Agronegocios en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Liliana Yamileth Fuentes Portillo

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

Estrategia productiva y económica de agricultores de pequeña escala de acuerdo al sistema de riego utilizado: El caso de Honduras

Presentado por:

Liliana Yamileth Fuentes Portillo

Aprobado:

Fredi Arias García, Ph.D.
Asesor principal

Ernesto Gallo, M.B.A. M.Sc.
Director
Carrera de Administración de
Agronegocios

Francisco Alvarez, M.A.E.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Fuentes Portillo, L.Y. 2011. Estrategia productiva y económica de agricultores de pequeña escala de acuerdo al sistema de riego utilizado: El caso de Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Administración de Agronegocios, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 58 p.

Es conocido que los sistemas de riego son un componente necesario y muy importante porque generan bienestar y crecimiento económico en la agricultura. En los últimos años el área irrigada en el mundo ha aumentado considerablemente, el mayor uso de agua para riego ha beneficiado a los agricultores, sobre todo, a los agricultores de pequeña escala, impulsando sus economías y mejorando sus medios de subsistencia. El objetivo de este estudio es definir el sistema de producción de agricultores de pequeña escala a partir del sistema de riego empleado, para lo cual, se analizó la conducta productiva y económica de agricultores hondureños de pequeña escala procedentes de los departamentos de Comayagua, El Paraíso, Copán, Santa Bárbara, Intibucá, Olancho y Ocotepeque. Se analizó las siguientes variables: área sembrada, número de cultivos sembrados, total de jornales por ciclo productivo, total de quintales de fertilizante aplicados por ciclo, acceso a crédito, tamaño de familia, número de hijos participando de las actividades productivas, edad y escolaridad del agricultor. Para el análisis estadístico se generaron análisis de regresión con niveles de significancia de $P \leq 0.05$. Los resultados obtenidos muestran que utilizar sistemas de riego permite diversificar los cultivos, incrementar la producción y generar mayores ingresos. Los agricultores que utilizan sistemas de riego presurizados hacen uso intensivo del área de siembra disponible, mano de obra y fertilizantes. Los agricultores de pequeña escala independientemente del sistema de riego utilizado, presentan similares problemas en producción. Los principales problemas encontrados son plagas, enfermedades, altos costos de fertilizantes, altos costos de agroquímicos y el acceso al financiamiento.

Palabras clave: Diversificación, productos hortícolas, regresión, secano, sistemas de cultivos.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
4. CONCLUSIONES.....	40
5. RECOMENDACIONES.....	41
6. LITERATURA CITADA.....	42
7. ANEXOS.....	43

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Promedios de cultivos, jornales y quintales de fertilizante por hectárea en el ciclo productivo de agricultores con riego por goteo.....	13
2. Promedios de cultivos, jornales y quintales de fertilizante por hectárea en el ciclo productivo de agricultores con riego por aspersión.....	18
3. Promedios de cultivos, jornales y quintales de fertilizante por hectárea en el ciclo productivo de agricultores con riego por gravedad.....	24
4. Promedios de cultivos, jornales y quintales de fertilizante por hectárea en el ciclo productivo de agricultores con secano.....	30
5. Problemas técnicos encontrados en producción.....	32
6. Problemas económicos encontrados en la producción.....	33
7. Problemas climáticos encontrados en la producción.....	34
8. Problemas de mercado que enfrentan los agricultores de pequeña escala.....	34
9. Inversión promedio para la instalación de un método de aplicación de agua en una hectárea de cultivo.....	36
10. Costos de producción e ingresos netos promedio por hectárea en un ciclo productivo.....	37
11. Proporción de los costos de producción para una hectárea según el método de aplicación de agua utilizado.....	38
Figuras	Página
1. Departamentos de origen de agricultores de pequeña escala entrevistados.....	4
2. Origen de agricultores con sistemas de riego por goteo.....	9
3. Distribución de cultivos sembrados por agricultores con sistema de riego por goteo.....	10
4. Origen de agricultores con sistemas de riego por aspersión.....	15
5. Distribución de cultivos sembrados por agricultores con riego por aspersión.....	16
6. Origen de agricultores utilizando riego por gravedad.....	21
7. Distribución de cultivos sembrados por agricultores con riego por gravedad.....	22
8. Origen de agricultores utilizando secano.....	27
9. Cultivos sembrados por agricultores con secano.....	28

Anexos	Página
1. Factores productivos que inciden en la producción con riego por goteo, análisis de regresión 1.	43
2. Factores productivos que inciden en la producción con riego por goteo, análisis de regresión 2.	44
3. Factores que limitan la producción en agricultores con sistema de riego por goteo, análisis de regresión 1.	45
4. Factores que limitan la producción en agricultores con sistema de riego por goteo, análisis de regresión 2.	46
5. Factores productivos que inciden en la producción con riego por aspersión, análisis de regresión 1.	47
6. Factores productivos que inciden en la producción con riego por aspersión, análisis de regresión 2.	48
7. Factores que limitan la producción en agricultores con sistema de riego por aspersión, análisis de regresión 1.	49
8. Factores que limitan la producción en agricultores con sistema de riego por aspersión, análisis de regresión 2.	50
9. Factores productivos que inciden en la producción con riego por gravedad, análisis de regresión 1.	51
10. Factores productivos que inciden en la producción con riego por gravedad, análisis de regresión 2.	52
11. Factores que limitan la producción en agricultores con sistema de riego por gravedad, análisis de regresión 1.	53
12. Factores que limitan la producción en agricultores con sistema de riego por gravedad, análisis de regresión 2.	54
13. Factores productivos que inciden en la producción con secano, análisis de regresión 1.	55
14. Factores productivos que inciden en la producción con secano, análisis de regresión 2.	56
15. Factores que limitan la producción en agricultores con secano, análisis de regresión 1.	57
16. Factores que limitan la producción en agricultores con secano, análisis de regresión 2.	58

1. INTRODUCCIÓN

En Honduras existe escasa información sobre el impacto que la utilización de sistemas de riego genera en los ingresos de los productores de pequeña escala. Además, pocos son los datos que respaldan cual ha sido el factor más determinante para el éxito de la implementación, es decir, podría tratarse de la introducción de un cultivo, expansión del cultivo ya empleado o facilidad de financiamiento. Adicionalmente, se desconoce el destino del ingreso extra generado por la implementación de tecnología, no hay información que respalde hacia que rubro son orientados, dado que podrían ser invertidos en educación, salud, vivienda, ahorro, expansión o mejoramiento de sus fincas.

Es conocido que la agricultura con riego es más productiva que la de secano. En el siglo XX las tierras agrícolas bajo sistemas de riego aumentaron más de cinco veces, pasando de 40 millones a 270 millones de hectáreas (FAO 2011). Durante los años 70's y 80's la cantidad de hectáreas bajo sistemas de riego tuvo sus mayores incrementos. Este aumento se relacionó directamente con la alta inversión por parte de instituciones internacionales financieras como el Banco Mundial.

El riego ha pasado a ser un componente necesario y muy importante para la población mundial porque genera bienestar y crecimiento económico. La población mundial ha crecido a 6500 millones de personas, el área irrigada se ha aumentado considerablemente y la extracción de agua se ha triplicado. El mayor uso de agua para riego ha beneficiado a los agricultores, sobre todo, a los productores de pequeña escala, impulsando sus economías y mejorando sus medios de subsistencia. En varios de los países en desarrollo el agua para riego representa aproximadamente el 95% del total de agua extraída y juega un papel determinante en la producción de alimentos (FAO 2011).

Considerando que los sistemas de riego generan bienestar económico, surgió el interés por parte de "International Development Enterprises" (IDE) de llevar a cabo un estudio para monitorear la situación de los agricultores hondureños de pequeña escala. IDE es una organización internacional sin fines de lucro que promueve la creación de oportunidades para mejorar los ingresos de los agricultores de pequeña escala. Además, se consideró importante conocer los sistemas de producción empleados por agricultores de pequeña escala y conocer el impacto que la utilización de sistemas de riego genera en el ingreso de los agricultores.

Los resultados de este estudio son aplicados solamente a los agricultores de pequeña escala entrevistados con similares condiciones geográficas, climáticas y sistemas de producción, porque el ingreso por ciclo productivo puede variar en función del productor y de otras variables no consideradas en el estudio.

En el año 2000 la FAO clasificó el territorio hondureño por tipo de productores, zonas agroecológicas y sistemas de riego. Se definieron cinco tipos de productores, en este caso interesa el grupo conformado por agricultores del sector reformado (<5 hectáreas). La mayor parte de su agricultura es realizada en laderas donde se cultiva maíz, frijol sorgo, caña de azúcar, soja, arroz, papas, hortalizas y frutas.

El territorio hondureño cuenta con alrededor de 2.8 millones de hectáreas de vocación agrícola, de estas, se estima que cerca de 2.0 millones de hectáreas son aptas para la agricultura extensiva. En Honduras se calcula que 800,000 hectáreas son dedicadas a la agricultura y alrededor de 400,000 hectáreas son aptas para riego (FAO 2000). Por lo tanto, existe la oportunidad de explotarlas productivamente, incrementar la oferta de productos y mejorar los ingresos de los agricultores hondureños de pequeña escala. Sin embargo, según estimaciones de la “Central Intelligence Agency” de Estados Unidos, conocida como CIA por sus siglas en inglés, para el 2010 Honduras contaba solamente con 80,000 hectáreas bajo riego.

Los objetivos de este estudio se detallan a continuación:

- Caracterizar el sistema de producción de agricultores de pequeña escala basado en el método de aplicación de agua utilizado.
- Identificar los factores de producción que limitan la producción para cada método de aplicación de agua analizado.
- Identificar los factores demográficos que limitan la producción para cada método de aplicación de agua analizado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. El estudio se realizó entre los meses de junio a septiembre de 2011, con agricultores de pequeña escala de los municipios de La Esperanza, Intibucá; Güinope, El Paraíso; Lejamaní y Ajuterique, Comayagua; Catacamas, Olancho; La Entrada y Florida, Copán; Macuelizo, Santa Bárbara y San Marcos, Ocotepeque; Honduras.

Condiciones climáticas. Las condiciones climáticas varían de acuerdo a la ubicación del municipio, el Valle de Comayagua y Güinope, El Paraíso, tienen una precipitación anual media de 1,004 mm, la humedad relativa es cercana al 70% y se tienen aproximadamente 118 días de lluvia. La temperatura media anual varía según la altitud, cercanos a los 500 msnm ronda los 24.9°C y alrededor de los 1,000 msnm está cercana a los 21.5°C.

Los departamentos de Copán, Ocotepeque, Intibucá, Lempira y la región sur de Santa Bárbara comprenden la zona occidental de Honduras y se caracteriza por ser la zona más contrastada latitudinalmente. La mayoría de los agricultores entrevistados son originarios de municipios ubicados a alturas inferiores de 1,400 msnm, exceptuando a los agricultores de La Esperanza, Intibucá. Los municipios ubicados a menos de 1,400 msnm reciben anualmente alrededor de 1,395 mm en 144 días y su humedad relativa es cercana al 76%. La temperatura media anual de esta zona es de 20.2°C.

El municipio de La Esperanza, Intibucá se encuentra a 1,720 msnm, la temperatura promedio anual es de 18°C, reciben anualmente 1,323 mm de precipitación y la humedad relativa se aproxima al 76%.

El municipio de Catacamas, Olancho se ubica a 450 msnm, la temperatura promedio anual es cercana a los 23°C y recibe una precipitación anual de aproximadamente 650 mm.

Procedencia de agricultores de pequeña escala entrevistados. Para los fines del estudio se entrevistaron 111 agricultores de pequeña escala de los municipios mencionados anteriormente. Para seleccionar los agricultores a ser entrevistados partimos del área total sembrada y del método de aplicación de agua implementado. Se localizaron productores que utilizaran secano, riego por goteo, riego por aspersión y riego por gravedad, con áreas sembradas ≤ 5 hectáreas.

La agricultura bajo condiciones de secano es aquella en la cual el productor no aporta agua al cultivo, sino que este se nutre del agua proveniente de la lluvia o de aguas subterráneas. Es posible desarrollar procesos para utilizar de mejor manera el agua de la

lluvia con el fin de incrementar el almacenamiento de humedad en las raíces de los cultivos, algunos de los productores logran desviar el curso del agua para un mejor aprovechamiento de la misma. El secano es dependiente de las precipitaciones y no de los productores.

Existen variedades de cultivos que al ser producidos bajo secano se adaptan al medio para maximizar la humedad almacenada en las raíces. La producción bajo secano incrementa su productividad al utilizar cultivos con enraizamiento profundo, preparando el suelo para incrementar su capacidad de almacenar agua y a través de la reducción de la evaporación permitiendo que se desarrolle la materia orgánica sobre el suelo.

En el figura 1, se presentan los departamentos de donde son originarios los agricultores de pequeña escala entrevistados.

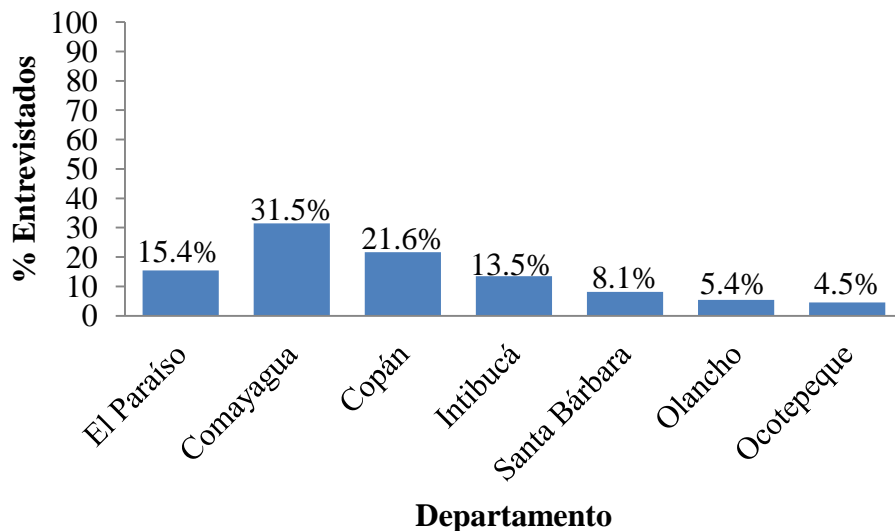


Figura 1. Departamentos de origen de agricultores de pequeña escala entrevistados.

En la figura 1, se pueden observar los departamentos de procedencia de los agricultores entrevistados, donde el 31.5% del total de los entrevistados proceden del departamento de Comayagua, los agricultores de esta zona utilizan básicamente riego por gravedad y riego por goteo. Los agricultores de El Paraíso utilizan sistemas de riego por goteo. Para el caso, los agricultores entrevistados originarios de Copán, Santa Bárbara y Ocotepeque producen en condiciones de secano. En Intibucá, los agricultores utilizan sistemas de riego por aspersión y los de Olancho producen bajo sistemas de riego por gravedad.

La producción agrícola de los agricultores hondureños de pequeña escala se realiza en su mayoría bajo condiciones de secano. La falta de sistemas de riego obliga al productor a planear sus cosechas de acuerdo a los ciclos climáticos, lo que genera productos de baja calidad, pocos rendimientos y una sola cosecha por año. Los productores que han implementado riego a sus cosechas se encuentran en una mejor posición productiva, pero

aún así tienen que enfrentar problemas como la disponibilidad de agua y financiamiento. Según la FAO (2001) los sistemas de riego incrementan sustancialmente la eficiencia en la producción (hasta un 60%), el principal objetivo de los mismos es maximizar los beneficios y minimizar los costos. Un sistema de riego diseñado y aplicado de la forma correcta genera máximos rendimientos (Holzapfel 2009).

El agua requerida por los cultivos es suministrada por la naturaleza en forma de precipitaciones, sin embargo, cuando el agua lluvia escasea o la distribución de la misma no sufre las demandas del cultivo entonces es necesario suplir el agua de forma artificial. Actualmente, hay una serie de sistemas de riego disponibles; la selección del adecuado depende de una serie de variables como ser la disponibilidad de agua, cultivo, el suelo, las características topográficas y los costos implícitos (Holzapfel 2009).

Un sistema de riego es una serie de estructuras que permiten suministrar agua de manera artificial al perfil del suelo, para su posterior utilización por los cultivos. Con estos sistemas es posible determinar la frecuencia de aplicación del agua y la cantidad de la misma de acuerdo a la etapa del cultivo. El objetivo principal es administrar el sistema de producción para generar ganancias sin comprometer el ambiente y en concordancia con la disponibilidad de agua.

El sistema de riego por goteo supone un importante avance tecnológico porque logra humedecer el sistema radicular de la planta aportando gota por gota. Difiere de los sistemas de riego tradicionales y de la aspersión porque libera las gotas justo en el lugar donde se ubica la planta. Existe un mejor aprovechamiento del terreno de siembra porque concentra la humedad en pequeños espacios y permite hacer un planteamiento del suelo más racional e intensivo (Palomino 2009).

Según Palomino (2009) el sistema de riego por aspersión, es aquel que utiliza una red de tuberías con aspersores acoplados a ellos, con el fin de distribuir el agua para riego simulando la lluvia. Al utilizar este sistema se reduce el problema de la erosión de los suelos y regar en terrenos con demasiada pendiente.

El riego por gravedad o también conocido como riego por flujo controlado, es en el cual no existe mayor preparación del terreno para guiar el agua, el agricultor hace surcos en forma de U o V para impedir el descontrol total del flujo de agua. Se requiere que el agricultor sea hábil para el manejo de este sistema y la eficiencia de aplicación se encuentra alrededor del 50% (Palomino 2009).

Aproximadamente, el 20% de la superficie mundial de cultivo se produce bajo sistemas de riego. Actualmente, superan los 300 millones de hectáreas, la producción de cultivos bajo regadíos genera alrededor del 40% del total de la producción agrícola. Esta productividad es dada por la combinación de la intensidad de cultivo y la obtención de un rendimiento medio mayor. El riego le permite concentrar los insumos para mejorar la productividad del suelo (FAO 2011).

Descripción de la investigación. La investigación se desarrolló para conocer los sistemas de producción y los factores demográficos responsables de incentivar y limitar la producción de agricultores de pequeña escala. Los datos obtenidos de las entrevistas permitieron caracterizar a los agricultores de pequeña escala partiendo del método de aplicación de agua utilizado. Además, se determinaron los problemas más comunes que enfrentan los agricultores de pequeña escala entrevistados. La investigación realizada servirá de apoyo para los proyectos que “International Development Enterprises” (IDE) ejecute para mejorar los sistemas productivos de agricultores hondureños de pequeña escala.

La investigación se dividió en dos fases: la fase de recolección de datos y la fase de análisis estadísticos y económicos.

Fase de recolección de datos. La recolección de los datos se realizó entre los meses de junio a agosto de 2011, se contactó con organizaciones que involucraran agricultores de pequeña escala en sus procesos. Posteriormente, se procedió a clasificar los agricultores de pequeña escala de acuerdo al método de aplicación de agua utilizado y que contaran con un área sembrada ≤ 5 hectáreas.

Una vez identificados los agricultores a entrevistar, se definieron las fechas y lugares para entrevistarlos y se crearon cuatro categorías: sistema de riego por goteo, riego por gravedad, riego por aspersión y secano. La recolección de los datos se hizo utilizando entrevistas semi- estructuradas con los agricultores.

Fase de análisis estadísticos y económicos. Se utilizó el programa “Statistics Package for the Social Sciences” (SPSS[®]) para la tabulación de las entrevistas. Posteriormente, se generaron cuatro archivos conteniendo cada uno los agricultores de un mismo método de aplicación de agua, esto con el fin de tener una base de datos de fácil interpretación y acceso. Una vez tabuladas todas las entrevistas, se procedió a exportar los archivos en versión Microsoft Excel para la generación de figuras y cuadros de apoyo para el estudio.

Las entrevistas tabuladas en SPSS[®] y divididas según la categoría de riego fueron la base para la generación de análisis de regresión, el nivel de significancia permitido $P \leq 0.05$. Dentro de cada categoría de riego, se generaron sub categorías con el fin de homogenizar las muestras, se dividieron los agricultores en productores de frutales, hortalizas, hortalizas exportables y cultivos extensivos. Se generaron modelos matemáticos para las sub categorías con el mayor número de agricultores, se consideró como variable dependiente el ingreso bruto por ciclo productivo, ya que está influenciada por los valores de las variables independientes, tales como: número de cultivos, cantidad de fertilizante aplicado por ciclo y número de jornales totales por ciclo. Además, se incluyó como variable dummy el acceso a crédito.

El modelo matemático es de la forma:

$$Y = x_0 + x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + e \quad [1]$$

Donde,

Y= Ingreso bruto por hectárea por ciclo productivo.

X₀= El valor de la ordenada donde la línea de regresión intercepta al eje Y

X₁ = Diversificación

X₂ = Jornales

X₃ = Fertilizante

X₄ = Crédito

Como variable dependiente se consideró el ingreso bruto por ciclo productivo, porque, el ingreso depende de la presencia o ausencia de una serie de factores que incentivan o limitan la producción. Es por esto, que incluimos en el modelo matemático como una de las variables explicativas, el número de cultivos sembrados en una hectárea de finca (x₁), considerando que la combinación de más de dos cultivos en la misma área de terreno podría generar mayores ingresos y también podría reducir el riesgo del mercado. Además, se incluyó una segunda variable explicativa determinada por la cantidad de jornales (x₂) (días/hombre) laborados por hectárea en un ciclo productivo, se considera que los jornales trabajados tienen impacto directo en la producción y según el tipo de sistema de riego representa el recurso más utilizado. La tercera variable explicativa es la cantidad de fertilizante (x₃) aplicado por hectárea en el ciclo productivo, dado que un cultivo con todos los requerimientos nutricionales es más productivo y considerando que de acuerdo al sistema de riego el fertilizante podría representar uno de los costos operativos de mayor relevancia. Como cuarta variable explicativa se consideró el acceso a crédito (x₄) porque representa una oportunidad de mejorar las condiciones productivas del agricultor.

Al determinar las variables mencionadas anteriormente, es posible definir el sistema de producción utilizado por los agricultores entrevistados. El sistema de producción es el conjunto de estrategias empleadas por los agricultores con el fin de maximizar el uso de los recursos disponibles para la producción. De acuerdo a la duración del ciclo productivo de estos agricultores, cada uno de los ciclos tiene una duración de tres a cuatro meses, ya que es el tiempo que transcurre desde la compra de los insumos necesarios para la producción hasta el momento en que se recibe el pago por la venta de la cosecha.

Las estrategias empleadas varían de acuerdo al sistema de riego utilizado por el agricultor, están determinadas por el sistema de cultivos del agricultor, la cantidad total de mano de obra necesaria para la producción, la cantidad total de fertilizante aplicado durante el ciclo productivo y si el agricultor tiene acceso al financiamiento.

Además, para complementar el sistema de producción, se analizaron las variables demográficas que limitan o incentivan la producción de los agricultores en estudio, se generó para cada sistema de riego un análisis de regresión, con un nivel de significancia permitido $P \leq 0.05$.

El modelo matemático para identificar los factores estructurales que limitan los ingresos, es de la forma:

$$Y = x_0 + x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + e \quad [2]$$

Donde,

Y= Ingreso bruto por hectárea por ciclo productivo

x_0 = El valor de la ordenada donde la línea de regresión intercepta al eje Y

x_1 = Edad

x_2 = Escolaridad

x_3 = Hijos participan del proceso productivo (Sí/No)

x_4 = Tamaño de familia

Se incluyeron las variables anteriormente descritas, porque se consideran como factores que podrían limitar la producción dependiendo del sistema de riego utilizado, las significancias y signos de las variables varían de un sistema a otro.

La edad es un factor determinante en la producción agrícola, los agricultores jóvenes (22-50 años) son considerados más productivos que los agricultores fuera de este rango. La significancia de la edad dependerá del tipo de sistema de riego que se esté utilizando.

El grado de escolaridad podría ser determinante para el éxito de las actividades agropecuarias, se considera que un agricultor con mayor educación o conocimientos técnicos hará uso eficiente de los recursos y tenderá a maximizarlos. Mientras el nivel educativo sea mayor, los agricultores tienen mayores posibilidades de acceder a información sobre precios, nuevos mercados, posibilidades de financiamiento y diversificación de cultivos.

En agricultores de pequeña escala la mano de obra familiar es el insumo más abundante, razón por la cual utilizan tecnología para maximizar la utilización de la misma. Se considera que un agricultor con menor disponibilidad de capital para contratar personal, hará un uso intensivo de este recurso. Generalmente, en agricultores de pequeña escala el tamaño de la familia es mayor y representa la principal fuente de mano de obra.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Agricultores de pequeña escala con sistema de riego por goteo. El sistema de riego por goteo busca la utilización óptima del agua porque logra un humedecimiento directo y constante del suelo. El agua se abastece a través de tuberías y se libera en gotas justo en el lugar donde está ubicada la planta. El agua es infiltrada en el suelo y se produce una zona húmeda, llamada bulbo de humedad. La ventaja de este sistema es que requiere menor cantidad de agua que el riego por aspersión, y, sobre todo que el agua aplicada es infiltrada directamente hacia las raíces del cultivo, por lo tanto, la distribución del agua es uniforme y genera mayor eficiencia de riego (Palomino 2009).

Generalidades de los agricultores entrevistados con sistemas de riego por goteo. En la figura 2, se presenta la procedencia de los agricultores de pequeña escala entrevistados que implementan sistemas de riego por goteo.

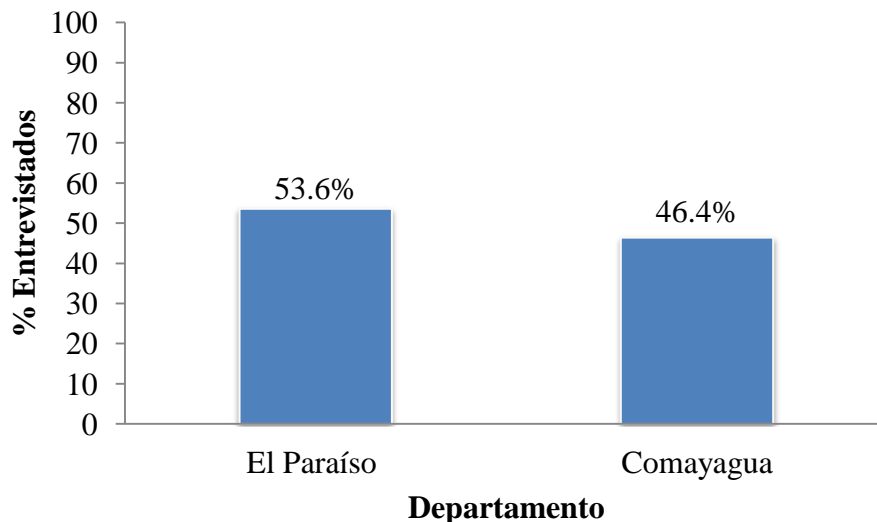


Figura 2. Origen de agricultores con sistemas de riego por goteo.

Se entrevistó a 28 productores con sistemas de riego por goteo, un 53.6% son originarios de Güinope, El Paraíso y un 46.4% de las zonas aledañas a Lejamaní y Ajuterique, Comayagua. En Comayagua, según la comunidad a la cual pertenezcan los productores están organizados en Distritos de Riego. Para formar parte del Distrito de Riego los productores deben inscribirse en las oficinas correspondientes y hacer un pago inicial de

L. 300.00 por cada hectárea a regar. Posteriormente, se compra una boleta de riego semanalmente, la misma tiene un costo de L. 50.00, mensualmente un agricultor promedio con una hectárea de cultivo invierte alrededor de L. 200.00 para regarla. El agua para riego proviene del río Ganso para el Distrito de Riego de Ganso y Tepanguare; en el caso de los productores del Distrito de Riego de Selguapa el agua proviene del río Tepanguare. Los Distritos de Riego fueron creados por el Gobierno, a través de la Unidad de Riegos y Drenajes de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras. Algunos de los Distritos fueron creados por los propios usuarios, pero la mayoría fueron construidos por el Gobierno. Los pagos hechos por los agricultores para tener acceso al agua, se denomina cuota de autosuficiencia (L. 50.00 por cada boleta), es la cantidad mínima que se requiere para cubrir los costos totales del Distrito. Todas las aportaciones son recaudadas por los Distritos de Riego o por la Municipalidad del Municipio.

En Güinope, El Paraíso, los agricultores están organizados en asociaciones coordinadas por FINTRAC (proyecto de USAID y Cuenta del Milenio MCC). FINTRAC tiene alianzas con el Gobierno y otras instituciones educativas y de investigación con el fin de brindar asistencia técnica a los agricultores a lo largo de toda la cadena de valor. También se les ofrece asesorías financieras, de planeación y se les enseña a realizar contratos de compra – venta con supermercados y proveedores de insumos. Las asesorías brindadas no tienen costo alguno porque el objetivo de FINTRAC es erradicar la pobreza a través del incremento en el ingreso agrícola.

Con la finalidad de homogenizar los agricultores que utilizan sistemas de riego por goteo, se dividieron en cuatro sub categorías, según, el tipo de cultivo, obteniendo las siguientes sub categorías: hortalizas, hortalizas exportables, frutales y cultivos extensivos. En la figura 3, se observa la distribución de los agricultores según el tipo de cultivo sembrado.

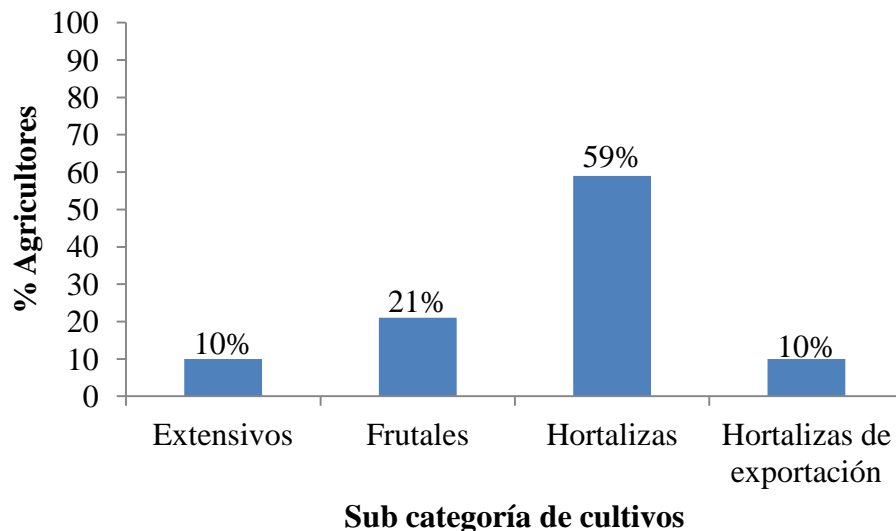


Figura 3. Distribución de cultivos sembrados por agricultores con sistema de riego por goteo.

En la sub categoría de cultivos extensivos se encuentran los productores de maíz y frijol. El 25% de estos agricultores vende directamente a los mercados de Tegucigalpa y San Pedro Sula y el 75% vende a los intermediarios. Estos productores son los que menor ingreso bruto por ciclo registran en la categoría de riego por goteo (L. 34,100.00).

En la sub categoría de frutales se encuentran productores de guayaba, plátano y mango haden. El promedio de ingresos brutos por ciclo ronda los L. 134,333.33, obtienen mejores precios porque venden directamente a mercados nacionales como el San Isidro, y Las Américas en Tegucigalpa y en el mercado El Dandy de San Pedro Sula.

En la sub categoría de hortalizas de exportación se encuentran los productores de vegetales orientales como bangaña, berenjena y cunde hindú. Los ingresos brutos promedio por ciclo se aproximan a L. 112,700.00, estos agricultores tienen contratos de producción y venta de sus vegetales con al menos diez agroexportadoras ubicadas en el Valle de Comayagua.

En la sub categoría de hortalizas se encuentran los productores de cebolla, chile y tomate, estos representan el 59% del total de entrevistados en la categoría de riego por goteo, por lo tanto, fueron seleccionados basar en ellos la caracterización del sistema productivo bajo utilizando riego por goteo.

Modelo de Ingresos por ciclo productivo para agricultores con riego por goteo. Para identificar los factores que afectan los ingresos de los agricultores de pequeña escala con sistemas de riego por goteo, se tomaron en cuenta solamente a los productores de hortalizas porque representan el 59% del total de agricultores. A partir, de los datos de estos agricultores se generaron dos modelos, el primero incluyendo todas las variables consideradas como independientes y en el segundo modelo solo se consideraron las variables con significancia estadística ($t \geq 1.96$).

El modelo matemático es de la forma:

$$Y = X_0 + X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + e \quad [3]$$

Donde,

Y= Ingreso bruto por hectárea por ciclo productivo

X₀= El valor de la ordenada donde la línea de regresión intercepta al eje Y

X₁= Diversificación

X₂= Jornales

X₃= Fertilizante

X₄= Crédito

Los modelos matemáticos son presentados a continuación:

Modelo matemático 1, considera todas las variables independientes

$$Y = -17,517.09 + 11,046.94 X_1 + 623.30 X_2 + 2,978.76 X_3 - 8,593.67 X_4 + e \quad [4]$$

(0.48) (2.01) (3.40) (0.245)

El modelo matemático de la ecuación 4 es aceptable, presenta un R^2 de 0.804, lo cual significa que todas las variables consideradas independientes explican el 80.4% de los cambios en los ingresos por ciclo productivo. Sin embargo, respecto al valor t (t estadístico) encontramos que las variables X_4 (Diversificación) y X_4 (Crédito) no son significativas ($t \leq 1.96$). La variable Diversificación no es significativa porque todos los agricultores con goteo han diversificado sus cultivos, además, no necesariamente indica que a mayor número de cultivos en la misma área, será mayor el ingreso percibido, porque los rendimientos de los cultivos pueden disminuir. La variable Crédito no es significativa para el modelo porque el 50% de los agricultores no tiene acceso a crédito. Los agricultores de este sistema tienen limitado el acceso a crédito porque la banca hondureña considera el sector agrícola de alto riesgo; por otro lado, los agricultores prefieren no hacer uso de crédito porque no están en capacidad de pagar las altas tasas de interés y además prefieren no correr con el riesgo de perder sus propiedades por falta de pago. De tener acceso a crédito estos agricultores podrían incrementar el tamaño de finca y/o dedicarse a productos agrícolas de alto valor. Si existiera la oportunidad de crédito y con una buena administración, los agricultores incrementarían sus ingresos por ciclo. Por lo tanto, la diversificación y el crédito al no ser significativos, se excluyeron del segundo modelo matemático.

Las variables X_2 (Jornales) y X_3 (Fertilizante) que son significativas al modelo ($t \geq 1.96$) son explicadas en el siguiente modelo reducido:

Modelo matemático 2

$$Y = -5,365.14 + 607.95 X_2 + 2,931.49 X_3 + e \quad [5]$$

(2.12) (4.02)

El modelo matemático de la ecuación 5 es aceptable, presenta un R^2 de 0.800, lo cual significa que la cantidad de jornales por hectárea por ciclo productivo y la cantidad de quintales de fertilizante por hectárea por ciclo productivo explican un 80% la variabilidad en los ingresos brutos por ciclo. A continuación, se profundiza en cada una de las variables:

El tipo de sistema de riego define el sistema productivo. De acuerdo al modelo matemático planteado anteriormente, el incremento de un jornal adicional en el ciclo productivo genera un impacto positivo en el ingreso bruto promedio de L. 607.95. La mayoría de los sistemas de riego por goteo requieren poca mano de obra para su mantenimiento. Sin embargo, la intensidad de la mano de obra es determinante para esta categoría porque las tareas de encamado, trasplante de plántulas o siembra, desmalezado y cosecha, no son automatizadas y se hace necesario contratar la mano de obra suficiente para desarrollar estas tareas.

Según el modelo anterior, por cada quintal adicional de fertilizante aplicado durante el ciclo, el ingreso bruto promedio se incrementa en L. 2,931.49. La cantidad aplicada de fertilizante es determinante para los agricultores produciendo bajo estas condiciones, ya que el sistema por goteo, facilita la aplicación de fertilizantes a través del sistema, existe un mejor control de las aplicaciones, lo cual genera, ahorros sustanciosos en los costos. En el cuadro 1 se presentan los promedios, la desviación estándar y los valores máximos y mínimos del número de cultivos, jornales y quintales de fertilizante aplicados a una hectárea en el ciclo productivo.

Cuadro 1. Promedios de cultivos, jornales y quintales de fertilizante por hectárea en el ciclo productivo de agricultores con riego por goteo.

Detalle	Unidad	Promedio	Coeficiente de variación	Valor	
				Mín.	Máx.
Área de siembra	Hectárea	1.3	56.40%	0.3	2.65
Cultivos	Unidad	2.0	50.00%	1.0	3.00
Jornales	Día	242.0	29.00%	150.0	360.00
Fertilizante	Quintal	63.0	44.00%	34.0	120.00

Los agricultores de esta categoría cuentan con un promedio de 1.3 hectáreas disponibles para la producción, el coeficiente de variación indica que el área de siembra puede variar hasta en un 56.40% de un agricultor a otro. Lo anterior se debe a que el rango de áreas sembradas oscila entre 0.30-2.65 hectáreas. Estos agricultores hacen uso intensivo del área disponible para producción, han logrado diversificarse y suelen sembrar de uno a dos cultivos en el área disponible. El coeficiente de variación para la diversificación es de 50%, es decir, encontramos productores que solamente siembran un cultivo, pero también encontramos quienes siembran dos o tres cultivos en la misma área, siendo los cultivos más comunes chile, tomate y cebolla.

Por cada hectárea en producción, los agricultores de este sistema, en promedio requieren de 242 jornales en el ciclo productivo. El coeficiente de variación indica que la cantidad de jornales utilizados puede variar hasta un 29.00%, es un porcentaje medio de variación y esto se debe a que muchos de los agricultores en esta categoría hacen también uso intensivo de la mano de obra familiar (63%), los agricultores de pequeña escala cometen el error de no contabilizar los jornales aportados por miembros de la familia porque consideran que no es importante ya que los ingresos son distribuidos entre ellos y orientados a satisfacer las necesidades principales de la familia.

La cantidad de fertilizante aplicada durante el ciclo productivo es determinante para obtener altos rendimientos y productos de mayor calidad. En promedio, estos agricultores aplican en total 63 quintales de fertilizante por cada hectárea en producción. A lo largo del ciclo productivo realizan tres fertilizaciones, por lo tanto, alrededor de 20 a 21 quintales de fertilizante por hectárea son aplicados en cada proceso de fertilización. El coeficiente de variación indica que las cantidades de fertilizante aplicadas por ciclo varían hasta en un 44% de un agricultor a otro.

En resumen, estos agricultores hacen uso intensivo de la tierra, aumentando el número de cultivos por área e incrementando el uso de los insumos más relevantes como ser fertilizante y mano de obra.

Factores limitantes en la producción con riego por goteo. Bajo las condiciones del modelo matemático antes descrito parece que calculando los factores mencionados se aumentan los ingresos; sin embargo, esto no necesariamente es cierto, porque existen factores estructurales que limitan el uso del modelo. Es por esto, que con el fin de identificar los factores limitantes en la producción, se generó otro modelo matemático tomando las variables demográficas como independientes del ingreso por ciclo.

$$Y = X_0 + X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + e \quad [6]$$

Donde,

Y= Ingreso bruto por hectárea por ciclo productivo

X₀ = El valor de la ordenada donde la línea de regresión intercepta al eje Y

X₁ = Edad

X₂ = Escolaridad

X₃ = Hijos participan del proceso productivo (Sí/No)

X₄ = Tamaño de familia

El primer modelo matemático determinado es el siguiente:

$$Y = -12,134.10 + 3,427.31 X_1 + 18,780.10 X_2 + 25,745.57 X_3 + 7,039.63 X_4 + e \quad [7]$$

(1.318) (2.444) (0.440) (0.421)

El modelo matemático de la ecuación 7 presenta un R² de 0.369, lo cual significa que todas las variables consideradas independientes explican el 36.9% de los cambios en los ingresos por ciclo productivo. Sin embargo, respecto al valor t (t estadístico) encontramos que las variables X₃ (Hijos participan de la producción) y X₄ (Tamaño de familia) no son significativas (t ≤ 1.96). La variable X₁ tampoco es significativa pero se considera que la edad de estos agricultores, dependiendo del rango en que se encuentren podría ser una limitante. Por lo tanto, se incluyó y definió el siguiente modelo reducido:

$$Y = -126,858.00 + 5,132.67 X_1 + 18,800.55 X_2 + e \quad [8]$$

(2.231) (2.763)

El modelo matemático reducido presenta un R² de 0.381, lo cual significa que todas las variables consideradas independientes explican el 38.1% de los cambios en los ingresos por ciclo productivo. Las variables demográficas que inciden en los ingresos brutos son la edad y la escolaridad del agricultor. Ambos presentan signos positivos en los coeficientes, lo cual significa que un aumento de una unidad, incrementan en L. 5,132.67 y L. 18,800.55 respectivamente los ingresos en el ciclo.

El rango de edad para estos agricultores es de 24 a 48 años, la población productiva es joven y por esta razón la variable X₁ (Edad) presenta signo positivo. Dado el rango de

edad (24 a 48 años) cada año de edad genera en los ingresos un incremento de L. 5,132.67. Es importante considerar que a una edad fuera de este rango, la significancia puede disminuir e incluso presentar un coeficiente negativo, lo cual afectaría negativamente los ingresos, porque los agricultores fuera de este rango podrían ser ineficientes en la utilización de este sistema.

En concordancia, con el modelo descrito anteriormente, los agricultores son más exitosos a medida que aumentan su escolaridad. La escolaridad es una variable determinante porque se considera que a mayor escolaridad, el agricultor estará mejor preparado para hacer un uso eficiente de los recursos y tenderá a diversificarse. El rango de escolaridad encontrado es de 1 a 12 años de escolaridad, es importante mencionar que los agricultores de esta categoría son los que mayor grado de escolaridad presentan. Dado el rango de escolaridad (1 a 12 años) cada año de escolaridad genera en los ingresos un incremento de L. 18,800.55. Es probable, que un mayor grado de escolaridad también pueda afectar negativamente los ingresos, porque no necesariamente a mayor estudio, mejores producciones y, por lo tanto, mayores ingresos. Al introducir nuevas tecnologías como los sistemas de riego por goteo debe considerarse la edad y el grado de escolaridad del agricultor.

Agricultores con sistemas de riego por aspersión. El sistema de riego por aspersión intenta imitar a la lluvia, el agua llega al cultivo a través de una serie de tuberías y de aspersores. El cultivo no se ve afectado porque no existe presión directa sobre la planta, el agua lluvia es más o menos intensa y se debe buscar su distribución uniforme para lograr que el agua se infiltre en el punto donde cae (Palomino 2009).

Generalidades de los agricultores con sistemas de riego por aspersión. En la figura 4, se presentan los departamentos de procedencia de los agricultores de pequeña escala entrevistados que implementan sistemas de riego por aspersión.

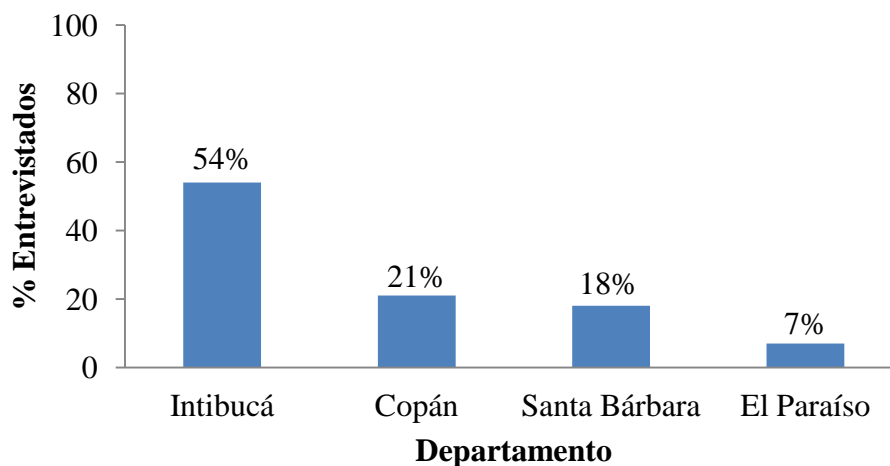


Figura 4. Origen de agricultores con sistemas de riego por aspersión.

En la categoría de productores con riego por aspersión, se entrevistó un total de 27 agricultores de pequeña escala. Los agricultores entrevistados son originarios de los departamentos de Intibucá, Copán, Santa Bárbara y El Paraíso. Estos agricultores son en su mayoría productores de hortalizas y en su minoría de cultivos extensivos, los cuales son utilizados en la rotación de cultivos. Los sistemas de riego presurizados, como el de aspersión, permiten al agricultor obtener mayores rendimientos en la producción de hortalizas.

Los agricultores de estos departamentos están organizados en asociaciones de productores o cooperativas. Estas organizaciones les facilitan insumos a precios menores que los de mercado. Además, permiten a los agricultores tener mayor poder de negociación al momento de hacer los contratos para la venta de sus productos.

Con el objetivo de homogenizar la muestra de estos agricultores, se dividió la categoría sistema de riego por aspersión en dos sub categorías, agrupadas de acuerdo al tipo de cultivo, obteniendo así: hortalizas y cultivos extensivos.

En la figura 5, se muestra la distribución del tipo de cultivos sembrados por estos agricultores.

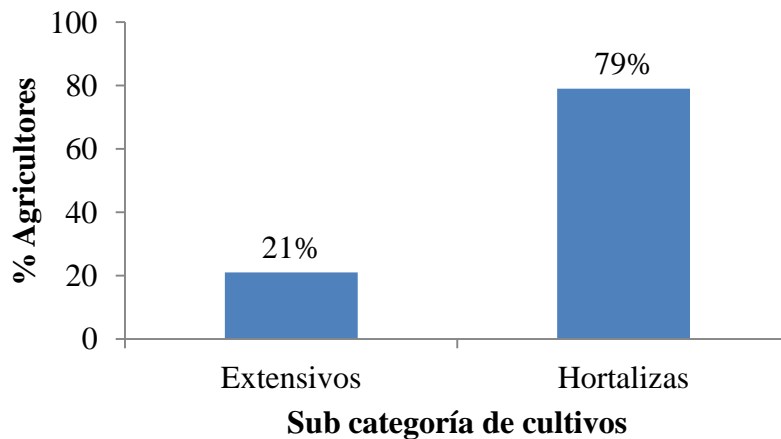


Figura 5. Distribución de cultivos sembrados por agricultores con riego por aspersión.

La mayoría de los agricultores con cultivos extensivos utilizando riego por aspersión, son productores de tabaco. Ellos trabajan bajo contrato con una empresa manufacturera del occidente de Honduras, no corren con el riesgo de las fluctuaciones de los precios y la empresa misma les brinda toda la asesoría técnica, insumos necesarios y otras facilidades para mejorar su producción. Considerando que el ciclo del tabaco son aproximadamente seis meses, los ingresos de estos agricultores al finalizar el ciclo rondan los L. 123,500.00 por hectárea cosechada.

Modelo de ingresos por ciclo productivo para agricultores con riego por aspersión. Con el objetivo de identificar los factores productivos que afectan los ingresos de los

agricultores utilizando riego por aspersión, se tomó la muestra de los productores de hortalizas, porque es la más representativa del grupo, comprendiendo el 79% del total de agricultores. Utilizando análisis de regresión, se generaron dos modelos matemáticos, el primer modelo incluye todos los factores productivos considerados explicativos del ingreso, y un segundo modelo resumido conteniendo las variables con significancia estadística ($t \geq 1.96$). El modelo utilizado es de la forma:

$$Y = X_0 + X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + e \quad [9]$$

Donde,

Y= Ingreso bruto por hectárea por ciclo productivo

X₀ = El valor de la ordenada donde la línea de regresión intercepta al eje Y

X₁ = Diversificación

X₂ = Jornales

X₃ = Fertilizante

X₄ = Crédito

Los modelos son presentados a continuación:

Modelo matemático 1

$$Y = 121,971.1 - 111,261.00 X_1 + 578.19 X_2 + 2,764.88 X_3 - 44,700.50 X_4 + e \quad [10]$$

(0.12) (2.24) (7.61) (1.478)

El modelo presentado en la ecuación 10 presenta un $R^2 = 0.904$, lo cual indica que todas las variables consideradas independientes explican el 90.4% de los cambios en los ingresos del agricultor. Sin embargo, respecto al valor t (t estadístico) encontramos que las variables X₁ (Diversificación) y X₄ (Crédito) no son significativas ($t \leq 1.96$). La diversificación no es significativa para este modelo porque todos los agricultores han diversificado sus cultivos. El signo negativo del coeficiente de esta variable indica que el incremento de un cultivo más en la misma área no contribuye al incremento de los ingresos, por el contrario, disminuye los ingresos del agricultor. Sin embargo, es importante considerar que la utilización de riego por aspersión, le facilita al agricultor diversificar sus cultivos. Este sistema al sectorizar el riego, dosifica la cantidad de agua en función de los diferentes cultivos que se encuentren en la zona. Con este sistema es posible controlar la temperatura ambiente de los cultivos, enfriándolos cuando el calor es excesivo. El crédito en este modelo no es significativo porque los agricultores de este sistema, tienen acceso limitado al financiamiento. El 64% de los agricultores no tiene acceso a crédito, quienes cuentan con el financiamiento han logrado cubrir los costos de los equipos de un sistema de riego por aspersión. Los agricultores con crédito limitado no tienen opciones de mejora y sus niveles tecnológicos están limitados. Por lo tanto, las variables X₁ y X₄ se excluyeron del siguiente modelo.

Modelo matemático 2

$$Y = -65,397.3 + 565.10 X_2 + 2,773.91 X_3 + e \quad [11]$$

(2.12) (7.30)

El modelo reducido para riego por aspersión, presenta un R^2 de 0.882, el R^2 nos indica que un 88.2% de la variabilidad en los ingresos por ciclo, se explica por las variables X_2 (Jornales) y X_3 (Fertilizante).

La cantidad de fertilizante aplicada a los cultivos con riego por aspersión es determinante para los ingresos a obtener en el ciclo, el aumento de un quintal adicional de fertilizante genera un impacto de L. 2,773.91 en los ingresos. El riego por aspersión ha generado cambios en la aplicación de fertilizantes, ya que pueden ser mezclados con agua y distribuidos a través del sistema de riego, con esta nueva forma de aplicar fertilizantes se ahorra mano de obra.

Con la implementación de este sistema, se reduce la necesidad de mano de obra para la aplicación de riego y fertilizantes. Sin embargo, es necesario contar con personal que participe de las otras actividades productivas como ser encamado, trasplante de plántulas o siembra de semillas, desmalezado, aplicación de agroquímicos y cosecha. Cada jornal (día/hombre) adicional tiene un impacto positivo en los ingresos de L. 565.10. Los agricultores de esta categoría no utilizan maquinaria agrícola para sus actividades porque en la zona la prestación de este servicio está limitado o no existe. Para la preparación de suelos utilizan bueyes o caballos, incrementando el requerimiento de mano de obra para el desarrollo de estas tareas.

Con el fin de profundizar en la caracterización de los agricultores de este sistema, el cuadro 2 muestra los promedios, desviaciones estándar y los valores máximos y mínimos del número de cultivos sembrados, jornales y fertilizante aplicado.

Cuadro 2. Promedios de cultivos, jornales y quintales de fertilizante por hectárea en el ciclo productivo de agricultores con riego por aspersión.

Detalle	Unidad	Promedio	Coeficiente de variación	Valor	
				Mín.	Máx.
Área de siembra	Hectárea	1.44	74.75%	0.30	5.00
Cultivos	Unidad	2.00	50.00%	1.00	3.00
Jornales	Día	160.00	46.32%	0.00	320.00
Fertilizante	Quintal	55.00	87.60%	1.00	150.00

Los agricultores de esta categoría cuentan con un promedio de 1.44 hectáreas disponibles para la producción. El coeficiente de variación es de 74.75% e indica que el área disponible para un agricultor de pequeña escala puede ir desde 0.30 ha hasta 5 ha. La mayoría de estos agricultores han logrado diversificar sus cultivos y siembran de uno a dos cultivos en el área disponible, el coeficiente de variación es de 50%, lo que cual indica que el número de cultivos en la misma área productiva puede incrementarse o disminuirse en una unidad, siendo los cultivos más comunes papa y fresa.

Por cada hectárea en producción, los agricultores de este sistema, en promedio requieren de 160 jornales en el ciclo productivo. El coeficiente de variación es de 87.60% para esta

variable e indica el porcentaje en el cual puede variar la cantidad de jornales utilizados por estos agricultores. En parte la variación en el requerimiento de jornales es debido a que existen agricultores que hacen mayor uso de mano de obra, existen algunos agricultores que requieren hasta 160 jornales por ciclo y algunos otros que no contratan personal porque sus áreas son pequeñas (0.30 ha) y las atienden ellos mismos. Los agricultores que contratan poco personal son porque suplen los requerimientos de jornales con mano de obra familiar. Además, existe esta diferencia en los jornales porque los productores de fresa hacen uso intensivo de los jornales, ya que, se trata de un cultivo que exige minuciosas labores. Del total de agricultores, en un 66% de los casos, sus hijos participan de las actividades productivas.

La cantidad de fertilizante promedio aplicada en el ciclo productivo es de 55 quintales, el coeficiente de variación es de 87.60%. A pesar de que el sistema de riego por aspersión facilita la aplicación de fertilizantes a través de las tuberías, la mayoría de los agricultores no utilizan esta ventaja por ignorar los beneficios incrementales que les podría generar. Además, en esta categoría existen productores que tienen poca disponibilidad de capital para invertir en fertilizante, tal es el caso de productores que aplican tan solo 1 quintal de fertilizante a lo largo de todo el ciclo productivo.

Tomando en consideración los parámetros analizados anteriormente, en resumen, los agricultores de esta categoría han logrado diversificar sus cultivos, porque hacen uso intensivo de los factores de producción como jornales, fertilizante y área en producción.

Factores limitantes en la producción con riego por aspersión. El modelo mencionado anteriormente, sugiere que calculando los factores de producción mencionados se incrementan los ingresos; sin embargo, no necesariamente es verdadero, porque no se consideran otros factores estructurales que podrían limitar la producción. Por lo tanto, con el fin de identificar los factores limitantes de la producción, se generó otro modelo a partir de variables demográficas como explicativas del ingreso.

El modelo es de la forma:

$$Y = X_0 + X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + e \quad [12]$$

Donde,

Y= Ingreso bruto por hectárea por ciclo productivo

X₀ = El valor de la ordenada donde la línea de regresión intercepta al eje Y

X₁ = Edad

X₂ = Escolaridad

X₃ = Hijos participan del proceso productivo (Sí/No)

X₄ = Tamaño de familia

El primer modelo matemático determinado es el siguiente:

$$Y = 49,323.61 + 771.63 X_1 + 4,777.87 X_2 - 6,459.46 X_3 + 17,806.52 X_4 + e \quad [13]$$

(0.75) (1.42) (0.34) (2.67)

El modelo matemático de la ecuación 13 presenta un R^2 de 0.451, lo cual significa que todas las variables consideradas independientes explican el 45.1% de los cambios en los ingresos por ciclo productivo. Sin embargo, respecto al valor t (t estadístico) encontramos que las variables X_1 (Edad) y X_3 (Hijos participan de la producción) no son significativas ($t \leq 1.96$), la variable X_2 tampoco es significativa pero se considera que la escolaridad del agricultor, según, los años de escolaridad podría ser una limitante para la producción. Por lo tanto, se incluyó y definió el siguiente modelo reducido:

$$Y = 73,048.54 + 4,689.73 X_2 + 18,122.24 X_4 + e \quad [14]$$

(1.52) (3.12)

El modelo matemático anterior presenta un R^2 de 0.432, lo cual significa que todas las variables consideradas independientes explican el 43.2% de los cambios en los ingresos por ciclo productivo. Las variables demográficas que inciden en los ingresos brutos son: escolaridad del agricultor y el tamaño de familia. Los signos de los coeficientes de las variables son positivos, lo cual significa que contribuyen al aumento de los ingresos. A continuación se detalla la importancia de estas variables para el modelo:

Bajo las condiciones del modelo anterior, los agricultores son más exitosos a medida que aumentan su escolaridad. El rango de escolaridad es de 2 a 9 años, un agricultor con mayor educación hace uso intensivo y eficiente de los recursos, cada año adicional de escolaridad genera un impacto positivo en los ingresos de L. 4, 689.73. Además, un grado mayor de escolaridad permite buscar mejores opciones de producción, y generalmente, tienden a la diversificación.

Los agricultores de esta categoría dependen de la mano de obra familiar. El tamaño de la familia genera un incremento de L. 18,122.24 en los ingresos de estos agricultores. Las familias de estos agricultores se componen de 1 a 5 miembros, la mano de obra familiar es un factor relevante en la producción utilizando sistemas de riego por aspersión porque los miembros de la familia representan parte de la mano de obra requerida para las actividades productivas, razón por la cual presenta signo positivo en el modelo anterior.

Sistema de riego por gravedad. El riego por gravedad es aquel en donde el agua pasa por debajo de la superficie del cultivo, esto se logra abriendo surcos en forma de V o de U en el suelo. La distancia entre surcos depende del suelo, el cultivo y la maquinaria utilizada. El sistema de riego por gravedad es el menos eficiente y menos uniforme que el riego presurizado. Este sistema suele ser atractivo para productores de pequeña escala porque la inversión es baja, sin embargo, se requiere el productor sea hábil en el manejo del mismo para lograr una operación eficaz (Palomino 2009).

Generalidades de los agricultores entrevistados con sistemas de riego por gravedad. En la figura 6, se presenta la procedencia de los agricultores de pequeña escala entrevistados que implementan sistemas de riego por gravedad.

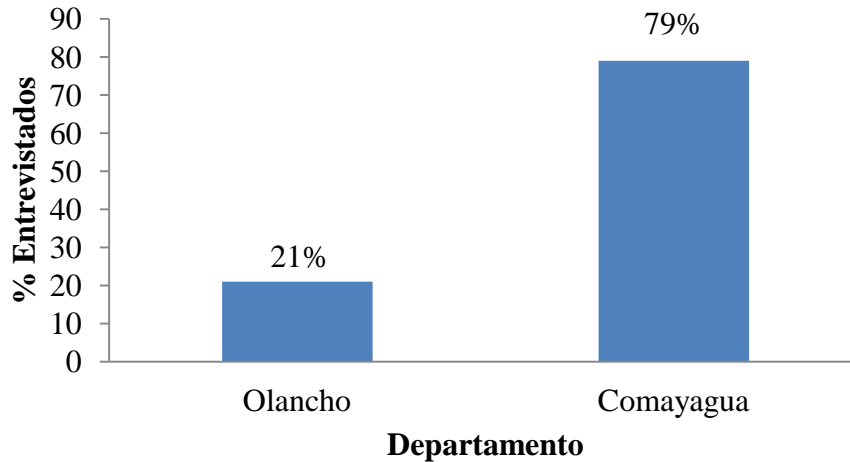


Figura 6. Origen de agricultores utilizando riego por gravedad.

En esta categoría se entrevistaron 28 agricultores de pequeña escala. De ellos, los agricultores de Olancho (21%) son netamente productores de subsistencia, el total de su producción es para autoconsumo y no se encuentran asociados. El área disponible para producción es ≤ 0.3 hectáreas, sus rendimientos por hectáreas son menores a comparación con los sistemas de riego presurizados.

En Comayagua, los agricultores provienen de las zonas aledañas a los municipios de Ajuterique y Lejamaní, estos agricultores pertenecen al Distrito de Riego de la localidad. Cada agricultor hace una aportación al Distrito basada en el área a regar, ésta asciende a L. 50.00 por cada boleta comprada semanalmente, permitiéndosele disponer de agua para riego por 12 horas, mensualmente se invierten alrededor de L. 200.00 por cada hectárea bajo riego.

Estos agricultores son en su mayoría productores de cultivos extensivos como maíz y frijol. Algunos agricultores se dedican a la producción de frutales, la minoría de estos productores se dedican a las hortalizas y a los vegetales orientales. Sin embargo, este sistema es el menos eficiente, factor que les impide dedicarse enteramente a la producción de cultivos de alto valor.

Con el objetivo de homogenizar la muestra de estos agricultores, se dividió la categoría sistema de riego por gravedad en cuatro sub categorías, agrupadas de acuerdo al tipo de cultivo, obteniendo así: cultivos extensivos, hortalizas, hortalizas exportables y frutales.

En la figura 7, se presenta la distribución de las categorías de cultivos sembrados por agricultores con sistemas de riego por gravedad.

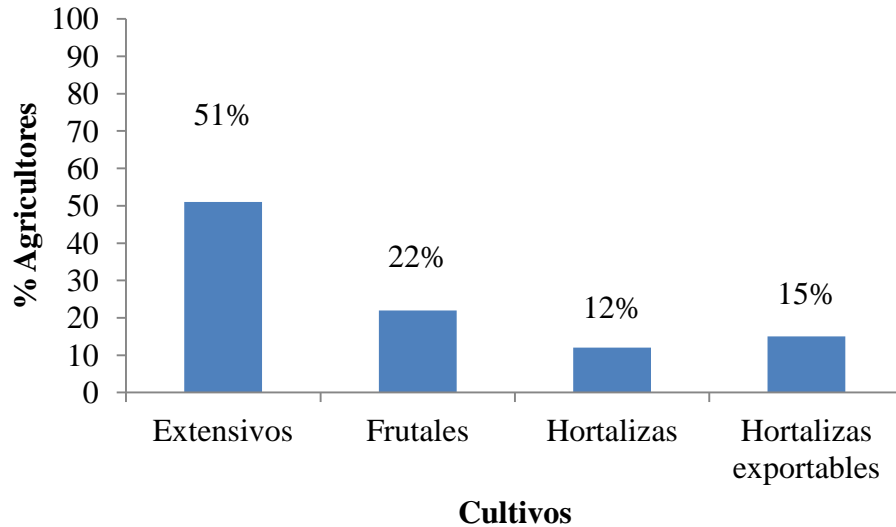


Figura 7. Distribución de cultivos sembrados por agricultores con riego por gravedad.

La sub categoría de hortalizas la sustituyen productores de Olancho, ellos son agricultores de subsistencia (≤ 0.30 ha), toda la producción es para consumo familiar y en escasas ocasiones venden parte de sus cosechas.

En la sub categoría de frutales, encontramos productores de maracuyá, guayaba, limón persa y mango haden. Ellos venden su producción a intermediarios quienes comercializan los cultivos en los mercados de Tegucigalpa. La producción generada no compensa la movilización de los agricultores hasta los mercados para vender directamente sus productos. Es probable que al sustituir el riego de gravedad por un sistema presurizado (goteo o aspersión), sus producciones se incrementen y les genere mayores ingresos.

Es interesante encontrar productores de hortalizas exportables (vegetales orientales) en este sistema de riego, considerando que el riego por gravedad es ineficiente. Estos agricultores aún lo utilizan porque no cuentan con capital para sustituirlo por riego por goteo. Los cultivos en esta sub categoría son bangaña, thai okra y cunde hindú, los cuales son vendidos a las agroexportadoras ubicadas en el Valle de Comayagua.

En la sub categoría de cultivos extensivos, se encuentran los productores de maíz y frijol, ellos representan el 51% del total de agricultores de riego por gravedad, por lo tanto, fue la sub categoría seleccionada para generar el modelo de ingresos y determinar los factores que limitan la producción.

Modelo de ingresos para agricultores de pequeña escala utilizando riego por gravedad. Con el objetivo de identificar los factores que definen el ingreso en agricultores con riego por gravedad, se utilizó la sub categoría de cultivos extensivos para generar el análisis de regresión lineal, a partir de los datos se obtuvo dos modelos matemáticos. El primer modelo incluye todas las variables consideradas explicativas del

ingreso y un segundo modelo reducido donde se incluyeron solamente las variables con significancia estadística (≥ 1.96). El modelo utilizado es de la forma:

$$Y = X_0 + X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + e \quad [15]$$

Donde,

Y = Ingreso bruto por hectárea por ciclo productivo

X₀ = El valor de la ordenada donde la línea de regresión intercepta al eje Y

X₁ = Diversificación

X₂ = Jornales

X₃ = Fertilizante

X₄ = Crédito

Los modelos son presentados a continuación:

Modelo matemático 1

$$Y = -20,815.80 + 27,781.81 X_1 + 369.44 X_2 + 664.80 X_3 - 1,422.87 X_4 + e \quad [16]$$

(3.306) (2.066) (0.607) (0.292)

El modelo matemático 1 es aceptable, presenta un $R^2 = 0.691$, lo cual indica que todas las variables consideradas independientes explican el 69.1% de los cambios en los ingresos, el restante 30.9% es explicado por otras variables no incluidas en el estudio. Las variables significativas se explican con mayor detalle en el siguiente modelo matemático. Con respecto al valor t (t estadístico) las variables X₃ (Fertilizante) y X₄ (Crédito) no son significativas ($t \leq 1.96$), a continuación se detallan las razones del por qué estas variables no contribuyen al modelo:

La variable fertilizante presenta signo positivo porque con el aumento de un quintal aplicado se incrementa en L. 664.80 el ingreso del agricultor, pero no es significativa para el modelo porque los productores aplican cantidades menores de las sugeridas, incluso existen agricultores que no aplican ningún quintal de fertilizante en el ciclo, esto se debe a que sus cultivos son de bajo valor y el cuidado brindado es mínimo. La variable X₄ (Crédito) no es significativa porque no tienen acceso a la cartera crediticia, además sus cultivos son de bajo valor y no les motiva buscar financiamiento para mejorar su producción actual. Si estos agricultores tuvieran acceso al financiamiento, podrían ser capaces de mejorar las condiciones actuales de producción y diversificar hacia cultivos de alto valor que les genere mayores ingresos. Por lo tanto, las dos variables mencionadas anteriormente se excluyeron del siguiente modelo:

Modelo matemático 2

$$Y = -20,772.70 + 28,904.38 X_1 + 349.25 X_2 + e \quad [17]$$

(4.394) (2.215)

El modelo reducido para agricultores con riego por gravedad, presenta un $R^2 = 0.681$, esto nos indica que el 68.1% de la variabilidad en los ingresos es explicada por las variables X₁

(Diversificación) y X_2 (Jornales), sin embargo, el restante 31.9% es explicado por otras variables no tomadas en consideración para el estudio. A continuación se detallan las razones por las cuales estas variables contribuyen directamente a incrementar los ingresos del agricultor:

La diversificación de cultivos se refiere a hacer múltiple y diverso lo que antes era único, en producción, se interpreta como que el agricultor antes sembraba un solo cultivo y ahora ha incrementado el número de cultivos. Estos agricultores son productores de cultivos extensivos como maíz y frijol, antes solamente se dedicaban a la producción de uno de ellos, pero ahora rotan entre cultivos y alternan la siembra de maíz y frijol. Así se aprovecha la fijación de Nitrógeno que el frijol aporta al suelo. La introducción de un cultivo más en la misma área genera un incremento de L. 28,904. 38 por cada hectárea en producción.

Los agricultores de riego por gravedad hacen uso intenso de la mano de obra, esto es porque necesitan preparar continuamente los surcos para guiar el agua de riego y tener un flujo controlado de la misma, es necesario que el agricultor sea habilidoso para el manejo de este sistema. Por cada jornal (día/hombre) adicional en la producción se genera un incremento de L. 349.52

Con el fin de profundizar en la caracterización de los agricultores de este sistema, el cuadro 3 muestra los promedios, desviaciones estándar y los valores máximos y mínimos del número de cultivos sembrados, jornales y fertilizante aplicado.

Cuadro 3. Promedios de cultivos, jornales y quintales de fertilizante por hectárea en el ciclo productivo de agricultores con riego por gravedad.

Detalle	Unidad	Promedio	Coeficiente de variación	Valor	
				Mín.	Máx.
Área de siembra	Hectárea	1.50	72.00%	1.00	5.00
Cultivos	Unidad	1.00	100.00%	1.00	2.00
Jornales	Día	28.00	53.57%	15.00	63.00
Fertilizante	Quintales	5.00	40.00%	0.00	8.00

Los agricultores de esta categoría disponen en promedio de 1.5 hectáreas disponibles para la producción. El coeficiente de variación es de 72% e indica que el área disponible para un agricultor de pequeña escala puede estar entre 1 y 5 hectáreas. La mayoría de estos agricultores han diversificado sus cultivos y siembran de uno a dos cultivos en el área disponible, el coeficiente de variación es de 100%, lo cual indica que el número de cultivos en la misma área puede incrementarse en una unidad, los cultivos más comunes en esta categoría son maíz y frijol.

Por cada hectárea en producción, los agricultores con riego por gravedad, en promedio requieren de 28 jornales a lo largo del ciclo productivo. El coeficiente de variación es de 53.57% e indica el porcentaje en el cual puede variar el requerimiento de mano de obra

por parte de estos agricultores. Al tratarse de cultivos de bajo valor (maíz y frijol) el cuidado de las parcelas no es siempre el recomendado. La variación en mano de obra también está relacionada con el hecho de que estos agricultores utilizan de forma intensiva la mano de obra familiar. Los requerimientos en mano de obra se deben al tipo de sistema de riego y al cultivo sembrado, esto es porque, el riego por gravedad necesita de una constante acomodación de los canales o surcos utilizados para regar.

La cantidad de fertilizante promedio aplicada en el ciclo productivo es de 5 quintales, el coeficiente de variación es de 40%. Estos agricultores no fertilizan según los requerimientos del cultivo, lo hacen de acuerdo al capital disponible que tengan para la compra del fertilizante, existen algunos productores que ni siquiera aplican 1 quintal de fertilizante durante el ciclo porque consideran que producir maíz aplicando fertilizante no es rentable.

Los agricultores de esta categoría requieren hacer un uso intensivo de la mano de obra para desarrollar sus actividades productivas, los requerimientos de jornales se deben al tipo de sistema de riego utilizado y no al tipo de cultivo sembrado.

Factores limitantes en la producción con riego por gravedad. Anteriormente, se sugirió un modelo que permite calcular algunos de los factores de producción que incrementan los ingresos por ciclo del agricultor; sin embargo, no significa que necesariamente estos factores son los únicos que tienen efecto directo en los ingresos, existen otra serie de factores estructurales que podrían limitar la producción y disminuir los ingresos. Por lo tanto, con el objetivo de identificar estos factores limitantes de la producción, se generó otro modelo a partir de variables demográficas como explicativas del ingreso.

El modelo es de la forma:

$$Y = X_0 + X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + e \quad [18]$$

Donde,

Y= Ingreso bruto por hectárea por ciclo productivo

X₀= El valor de la ordenada donde la línea de regresión intercepta al eje Y

X₁= Edad

X₂= Escolaridad

X₃= Hijos participan del proceso productivo (Sí/No)

X₄= Tamaño de familia

El primer modelo generado es el siguiente:

$$Y = -66,419.90 + 698.29 X_1 + 3,947.63 X_2 + 24,769.69 X_3 + 13,981.75 X_4 + e \quad [19]$$

(2.65) (1.17) (2.76) (4.31)

El modelo matemático anterior presenta un $R^2 = 0.564$, lo cual significa que todas las variables consideradas independientes explican el 56.4% de la variabilidad en los ingresos del agricultor. Sin embargo, respecto al valor t (t estadístico) encontramos que la variable

X_2 (Escolaridad) no es significativa ($t \leq 1.96$). El grado de escolaridad de estos agricultores, se encuentra en el rango de 1 a 4 años de escolaridad, su nivel educativo es bajo, razón por la cual no es significativa para el modelo. Esta variable se excluyó del siguiente modelo reducido:

$$Y = -49,030.50 + 643.29 X_1 + 21,647.80 X_3 + 12,331.52 X_4 + e \quad [20]$$

(2.46) (2.50) (4.17)

El modelo reducido tiene un $R^2 = 0.537$, es decir, las variables X_1 (Edad), X_3 (Hijos producen) y X_4 (Tamaño de familia) explican en un 53.7% los cambios en los ingresos del agricultor. Los signos de los coeficientes de las variables mencionados son positivos, lo cual significa que contribuyen positivamente al aumento de los ingresos.

Basado en el modelo anterior, la edad del agricultor es significativa (rango 22-55 años), cada año de edad del agricultor representa un incremento en los ingresos de L. 643.29, ya que el sistema de riego por gravedad exige que el agricultor tenga experiencia en el manejo del sistema y sea hábil, a mayor edad del agricultor, mayor experiencia en la implementación de este sistema.

Las variables X_3 (Hijos participan de las actividades productivas) y X_4 (Tamaño de familia) están muy relacionadas entre ellas, esto es porque a mayor tamaño de familia, mayor número de hijos, por lo tanto, mayor número de hijos participan de las actividades productivas. La participación de los hijos en las actividades productivas sugiere un incremento de L. 21,647.80 en los ingresos del agricultor durante el ciclo productivo. Ambas variables son significantes al modelo y presentan signos positivos, porque la familia representa una fuente de mano de obra para estos agricultores. El rango del tamaño de familia para estos agricultores oscila entre 2 a 6 miembros, el tamaño de la familia sugiere un incremento de L. 12,331.52 en los ingresos del agricultor. Los agricultores de riego por gravedad hacen uso intensivo de la mano de obra familiar.

Agricultores en condiciones de secano. La agricultura bajo condiciones de secano es aquella en la cual el productor no aporta agua al cultivo; este se nutre del agua proveniente de la lluvia o de aguas subterráneas. Es posible desarrollar procesos para utilizar de mejor manera el agua de la lluvia, con el fin de incrementar el almacenamiento de humedad en las raíces de los cultivos algunos de los productores desvían oportunamente el curso del agua. Sin embargo, este método es dependiente de las precipitaciones y no de los productores.

Existen variedades de cultivos que al ser producidos bajo secano se adaptan al medio para maximizar la humedad almacenada en las raíces. La producción bajo secano incrementa su productividad al utilizar cultivos con enraizamiento profundo, preparando el suelo para incrementar su capacidad de almacenar agua y a través de la reducción de la evaporación permitiendo que se desarrolle la materia orgánica sobre el suelo.

Generalidades de los agricultores entrevistados utilizando secano. En la figura 8, se presenta la procedencia de los agricultores de pequeña escala entrevistados que utilizan secano.

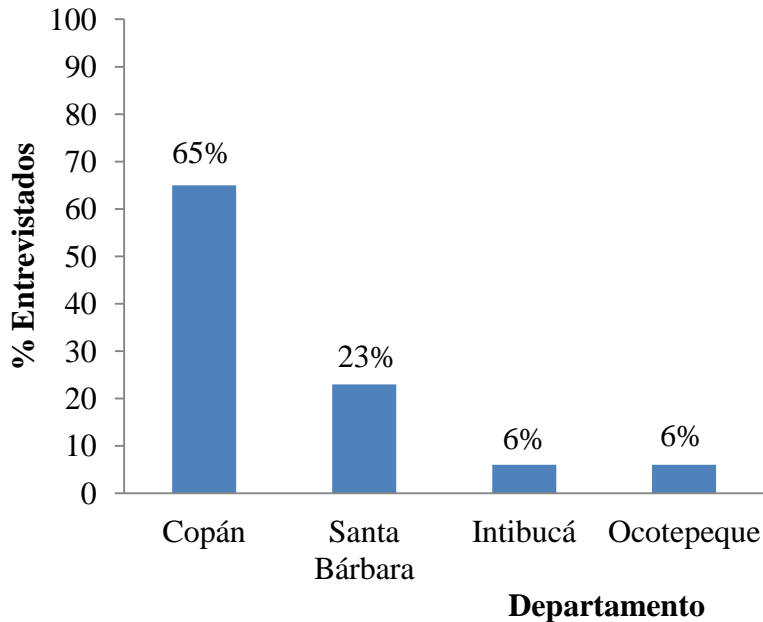


Figura 8. Origen de agricultores utilizando secano.

En esta categoría se entrevistaron 28 agricultores de pequeña escala. Todos los agricultores entrevistados que utilizan secano son originarios del Occidente de Honduras. Se contactó con la Cooperativa COAGRICSAL de San Antonio, Copán para entrevistar a parte de sus asociados. Los socios de esta cooperativa se dedican a la siembra de café y están diversificando sus cultivos hacia cacao. También hay productores que se dedican a la siembra de cultivos extensivos como maíz y frijol.

Para el estudio se dividieron los agricultores en sub categorías como cultivos extensivos (maíz y frijol), café y frutales. Se decidió separar el café de cultivos extensivos, porque el café es un cultivo de alto valor, al contrario, de maíz y frijol. Sin embargo, los agricultores productores de café no se incluyeron en el estudio porque solo representan el 10% del total de agricultores entrevistados con menos de ≤ 5 hectáreas.

En la figura 9, se presentan los cultivos sembrados por agricultores utilizando secano y el porcentaje de los agricultores que los siembran.

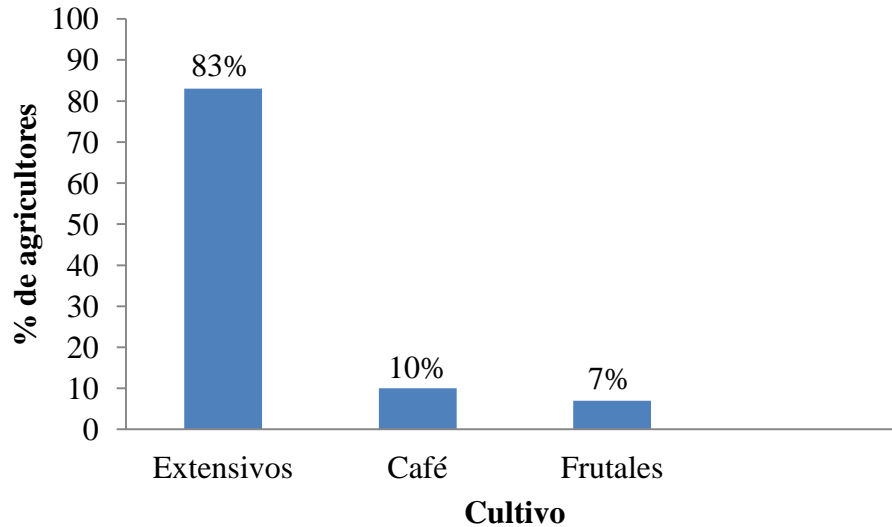


Figura 9. Cultivos sembrados por agricultores con secano.

La sub categoría de cultivos extensivos fue la seleccionada para analizar los factores de producción y determinar las limitantes en producción para agricultores con secano porque representan el 83% de los agricultores entrevistados.

Modelo de ingresos por ciclo productivo para agricultores de pequeña escala en condiciones de secano. Con el objetivo de identificar los factores que definen el ingreso en agricultores implementado secano, se utilizó la sub categoría de cultivos extensivos para el análisis de los factores de producción, se generó un análisis de regresión. A partir, de los datos se obtuvo dos modelos matemáticos. El primer modelo generado incluye todas las variables que se consideran explicativas del ingreso y el segundo modelo reducido solamente incluye las variables con significancia estadística (≥ 1.96). El modelo utilizado es de la forma:

$$Y = X_0 + X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + e \quad [21]$$

Donde,

Y= Ingreso bruto por hectárea por ciclo productivo

X₀ = El valor de la ordenada donde la línea de regresión intercepta al eje Y

X₁ = Diversificación

X₂ = Jornales

X₃ = Fertilizante

X₄ = Crédito

Los modelos son presentados a continuación:

Modelo matemático 1

$$Y = 8,099.00 + 5,346.48 X_1 + 463.37 X_2 + 1,335.08 X_3 - 4,514.14 X_4 + e \quad [22]$$

(2.16) (3.019) (1.93) (1.03)

El modelo matemático 1 es aceptable, presenta un $R^2 = 0.842$, lo cual indica que todas las variables consideradas independientes explican el 84.2% de los cambios en los ingresos, el restante 15.8% es explicado por otras variables no incluidas en el estudio. Sin embargo, con respecto al valor t (t estadístico) las variables X_3 (Fertilizante) y X_4 (Crédito) no son significativas ($t \leq 1.96$). Sin embargo, se consideró incluir X_3 en el modelo reducido porque para estos agricultores la aplicación de fertilizante aún en cantidades mínimas contribuye a explicar el ingreso percibido por el agricultor durante el ciclo productivo. El impacto de estas variables se explica con detalle en el modelo reducido.

La variable X_4 (Crédito) no contribuye a la explicación del modelo porque solamente el 6% de los agricultores asegura tener acceso a crédito. Los cultivos producidos son de bajo valor en el mercado y dada la limitante del crédito, no están en condiciones para diversificar hacia cultivos de alto valor. Si las condiciones climáticas y edáficas son adecuadas para producción de café, estos agricultores de contar con financiamiento podrían dedicarse a la producción de café. Por lo tanto, la variable X_4 (Crédito) se excluyó del siguiente modelo reducido:

$$Y = -1,463.46 + 6,235.84 X_1 + 420.67 X_2 + 1,310.49 X_3 + e \quad [23]$$

(2.68) (2.83) (1.88)

El modelo reducido para agricultores utilizando secano, presenta un $R^2 = 0.825$, esto nos indica que el 82.5% de la variabilidad en los ingresos es explicada por X_1 (Diversificación), X_2 (Jornales) y X_3 (Fertilizante). El 17.5% es explicado por otras variables no incluidas en el estudio.

La diversificación de cultivos en productores con secano es significativa para explicar los cambios en ingresos porque estos agricultores han implementado rotación de cultivos. Anteriormente, eran productores exclusivos de maíz y frijol, ahora alternan entre la producción de uno y otro. La introducción de un cultivo más en la misma área de producción sugiere un incremento de L. 6,235.84 en los ingresos del agricultor por cada ciclo productivo.

Los agricultores con secano hacen uso intensivo de la mano de obra porque no tienen acceso a maquinaria agrícola para el desarrollo de las tareas productivas. Para la preparación de suelos utilizan yuntas de bueyes o caballos, por lo tanto, requieren mano de obra adicional para esta operación, el incremento de un jornal (días/hombre) sugiere el aumento de L. 420.67 en los ingresos del agricultor. Las actividades productivas en este sistema no son automatizadas y exige mayor labor parte del agricultor.

El modelo anterior sugiere que el incremento de un quintal adicional de fertilizante genera un aumento de L. 1,310.49 en los ingresos del agricultor durante el ciclo productivo. El

fertilizante ($t=1.88$) es un factor productivo que no todos los agricultores de este sistema consideran importante para la producción.

En resumen, los agricultores con sistemas de riego por gravedad hacen uso intensivo del área disponible para producción y de la mano de obra, en menor escala algunos también consideran el fertilizante.

Con el fin de profundizar en la caracterización de los agricultores de este sistema, el cuadro 4 muestra los promedios, desviaciones estándar y los valores máximos y mínimos del número de cultivos sembrados, jornales y fertilizante aplicado por agricultores utilizando secano.

Cuadro 4. Promedios de cultivos, jornales y quintales de fertilizante por hectárea en el ciclo productivo de agricultores con secano.

Detalle	Unidad	Promedio	Coeficiente de variación	Valor	
				Mín.	Máx.
Área de siembra	Hectárea	2.09	47.84%	0.75	3.70
Cultivos	Unidad	1.00	100.00%	1.00	2.00
Jornales	Día	11.00	58.90%	3.00	24.00
Fertilizante	Quintal	7.00	57.14%	0.00	15.00

Los agricultores de esta categoría disponen en promedio de 2.09 hectáreas disponibles para la producción, son los agricultores que en promedio cuentan con mayor área disponible. El coeficiente de variación es de 47.84% e indica que el área disponible para la producción puede variar ese porcentaje a partir del promedio (2.09ha), el rango de área oscila entre 0.75 – 3.70 hectáreas. Estos agricultores son productores de cultivos extensivos como maíz y frijol, el número de cultivos en la misma área productiva puede variar hasta en un 100%, ya que existen agricultores que solamente siembran un cultivo y hay otros que siembran ambos cultivos.

Por cada hectárea en producción, los agricultores con secano, en promedio requieren de 11 Jornales (contratados) a lo largo del ciclo productivo, el coeficiente de variación es de 58.90%, es decir, pueden existir agricultores que utilicen hasta 24 jornales y otros que tan solo empleen 3 jornales. Los productos cosechados son considerados de bajo valor, así que el agricultor no invierte en todos los factores de producción como se debería. La variación en la mano de obra también se relaciona con el hecho de que estos agricultores utilizan intensivamente la mano de obra familiar.

La cantidad de fertilizante promedio aplicada en el ciclo productivo es de 7 quintales, el coeficiente de variación es de 57.14%. Los fertilizantes más comunes que son aplicados por estos agricultores son la Urea (46-00-00) y el DAP (18-46-00). Estos agricultores fertilizan de acuerdo al capital disponible para la compra de fertilizante, requieren de asesoría técnica que les indique los niveles adecuados de fertilización de acuerdo al cultivo y al tipo de suelo, o también algunas otras alternativas de fertilización como las orgánicas. Existen algunos productores que no aplican un tan solo quintal de fertilizante

porque consideran que el cultivo no lo paga. Los agricultores con secano requieren hacer uso intensivo de la mano de obra familiar para apoyar las actividades productivas.

Factores limitantes en la producción en condiciones de secano. Bajo las condiciones del modelo reducido antes descrito parece que calculando los factores mencionados se incrementa el ingreso. Sin embargo, es importante considerar que no solamente los factores analizados determinan los cambios en los ingresos, existen otros factores estructurales que intervienen en la determinación de los ingresos por ciclo. Es por esta razón que para identificar aquellos factores que podrían ser limitantes en la producción con secano, se generó el siguiente modelo de la forma:

$$Y = X_0 + X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + e \quad [24]$$

Donde,

Y= Ingreso bruto por hectárea por ciclo productivo

X₀= El valor de la ordenada donde la línea de regresión intercepta al eje Y

X₁ = Edad

X₂ = Escolaridad

X₃ = Hijos participan del proceso productivo (Sí/No)

X₄ = Tamaño de familia

El primer modelo generado es el siguiente:

$$Y = -66,905.30 + 709.168 X_1 + 4,413.203 X_2 + 20,876.415 X_3 + 6,586.89 X_4 + e \quad [25]$$

(0.865) (0.905) (1.695) (1.477)

El modelo anterior presenta un $R^2 = 0.525$, indicándonos que el 52.5% de la variabilidad en los ingresos por ciclo del agricultor están explicadas por las variables arriba descritas. Es importante reconocer que respecto al valor t (t estadístico) encontramos que todas las variables se encuentran por debajo de la significancia aceptable (≥ 1.96). Por lo tanto, se decidió elegir las dos variables con mayor significancia para desarrollar con ellas un modelo reducido que explique mejor el cambio en los ingresos.

El rango de edad de estos agricultores oscila entre 29 y 58 años de edad, es la categoría que concentra productores de mayor edad y considerando que su nivel de escolaridad es de 0 a 6 años, se resume que son agricultores con poca formación educativa. Son agricultores reacios al cambio y se les dificulta buscar mejores opciones de producción. Por lo tanto, las variables X₁ (Edad) y X₂ (Escolaridad) se excluyeron del siguiente modelo reducido:

$$Y = -33,597.50 + 21,619.068 X_3 + 8,413.347 X_4 + e \quad [26]$$

(1.805) (1.921)

El modelo reducido para este sistema presenta un $R^2 = 0.409$, el 40.9% del cambio generado en los ingresos es explicado por las variables X₃ (Hijos producen) y X₄ (Tamaño de familia). El 59.1% restante es explicado por variables no incluidas en el

estudio. A continuación se detalla la significancia de las variables X_3 (Hijos participan de las actividades productivas) y X_4 (Tamaño de familia) y su aporte al modelo.

La participación de los hijos en las actividades productivas sugiere un incremento de L. 21,619.06 en los ingresos del agricultor. Las limitantes en producción con secano son X_3 (Hijos participan de las actividades productivas) y X_4 (Tamaño de familia), estas variables se encuentran interrelacionadas, la mano de obra familiar es un factor crítico en la producción bajo secano porque representa un porcentaje considerable del total de jornales. Esta categoría de productores hace uso intensivo de la mano de obra familiar, dependiendo del tamaño de la familia, el aporte de la mano de obra familiar es de L. 8,413. 34 a los ingresos del agricultor.

Percepción de problemas encontrados en producción. En la producción agrícola es común encontrarse con problemas, a partir de las entrevistas realizadas a los agricultores de pequeña escala se determinaron trece de los principales problemas que ellos presentan y se categorizaron según la naturaleza del problema en técnicos, económicos, climáticos o de mercado. En los cuadros 5 al 8, se presentan los problemas encontrados más comunes según el método de aplicación de agua utilizado por el agricultor.

Cuadro 5. Problemas técnicos encontrados en producción.

Problema	Agricultores con riego por goteo (%)	Agricultores con riego por aspersión (%)	Agricultores con riego por gravedad (%)	Agricultores con secano (%)
Plagas	72	53	92	76
Enfermedades	75	21	71	11
Mano de obra	28	17	28	-
Bajos rendimientos	25	14	35	38
Tipo de suelo	10	3	14	-
Falta de maquinaria agrícola	10	32	10	-

-No presenta el problema

Los principales problemas técnicos encontrados para los cuatros sistemas de riego son las plagas y enfermedades. Estos problemas afectan directamente la producción y los ingresos durante el ciclo se disminuyen, por lo tanto, controlarlos es una de las tareas principales de todo productor.

La falta o poca asistencia técnica que reciben estos agricultores es una de las raíces de estos problemas, además, es importante considerar que el agricultor de pequeña escala no dispone de altas cantidades de capital para la compra de agroquímicos que les permitan combatir las plagas y enfermedades. Al mismo tiempo, la categoría de agricultores de

pequeña escala es la que tiene menor oportunidad de acceder a financiamientos. La banca financiera hondureña considera el sector agrícola como una actividad riesgosa y las tasas de financiamiento de préstamos son altas, además, solicitan una serie de requisitos para ser candidatos a crédito. Es necesario ejecutar proyectos que brinden asesoría técnica a agricultores de pequeña escala para evitar que estos problemas se agudicen y evitar se agrave la actividad productivo de los agricultores.

En el Cuadro 6, se presentan los problemas económicos encontrados en la producción de agricultores de pequeña escala según el método de aplicación de agua utilizado.

Cuadro 6. Problemas económicos encontrados en la producción.

Problema	Agricultores con riego por goteo (%)	Agricultores con riego por aspersión (%)	Agricultores con riego por gravedad (%)	Agricultores con secano (%)
Costo agroquímicos	75	64	64	52
Costo fertilizantes	64	67	67	82
Crédito restringido	50	64	80	94

Los agricultores de pequeña escala enfrentan problemas para cubrir los costos de fertilizantes y agroquímicos, estos problemas están altamente relacionados con los mencionados en el Cuadro 6, ya que, los problemas con plagas y enfermedades se generan de la falta de agroquímicos o incorrecto manejo de los mismos. Por lo tanto, reconocemos que se hace necesario y urgente brindar asesoría técnica a estos agricultores.

Además, tienen restringido el acceso a crédito. Los agricultores con menor acceso a crédito son los de secano porque son productores de cultivos de bajo valor, en su mayoría, producen maíz y frijol; si estos agricultores tuvieran acceso a crédito podrían diversificarse e incluso orientarse a la producción de café si las condiciones climáticas y edáficas lo permiten. Los agricultores que producen bajo riego por gravedad no están motivados a buscar nuevas opciones de financiamiento porque producen cultivos de bajo valor (maíz y frijol), estos agricultores si contaran con el acceso a crédito podrían diversificar hacia otro sistema de riego (goteo o aspersión) y ser más eficientes en la producción. Los agricultores con riego por aspersión que tienen acceso a crédito han utilizado esta oportunidad para mejorar sus condiciones productivas, hacer mejoras en el sistema de riego y diversificar hacia cultivos de mayor valor como las hortalizas. De las cuatro categorías de riego analizadas, los agricultores con riego por goteo son los que presentan mayor acceso a crédito, esto es debido a que sus cultivos son considerados de alto valor y son tomadores de riesgos.

En el Cuadro 7, se presentan los problemas climáticos encontrados en la producción de agricultores de pequeña escala y clasificados de acuerdo al método de aplicación de agua utilizado.

Cuadro 7. Problemas climáticos encontrados en la producción.

Problema	Agricultores con riego por goteo (%)	Agricultores con riego por aspersión (%)	Agricultores con riego por gravedad (%)	Agricultores con secano (%)
Escasez de agua	35	35	10	11
Clima	35	29	25	42

La mayoría de los agricultores se ubican en zonas donde el agua es abundante. Por lo general, el agua para riego la obtienen de ríos y quebradas cercanas, también existen agricultores que almacenan el agua en tanques o pequeñas lagunas. Los productores que pertenecen a los Distritos de Riego no tienen problemas con el abastecimiento de agua porque al pagar su boleta de derecho de agua tiene acceso a la misma. Los agricultores con secano al depender directamente del agua lluvia, solamente producen en la estación lluviosa del año. El clima no representa mayor problema para los agricultores porque los que utilizan sistemas de riego presurizados (goteo, aspersión) pueden regular la temperatura del cultivo y tienen la ventaja de sembrar en cualquier época del año.

En el cuadro 8, se presentan los problemas de mercado que enfrentan los agricultores de pequeña escala según el método de aplicación de agua utilizado.

Cuadro 8. Problemas de mercado que enfrentan los agricultores de pequeña escala.

Problema	Agricultores con riego por goteo (%)	Agricultores con riego por aspersión (%)	Agricultores con riego por gravedad (%)	Agricultores con secano (%)
Precios de venta	50	21	50	33
Falta mercado	39	35	46	-

Los agricultores de pequeña escala enfrentan problemas con los precios de venta y la falta de mercado. Los precios de mercado de los productos agrícolas son determinados según la oferta y demanda en el mercado, por lo tanto, los precios de los mismos varían constantemente. Es difícil asegurar un precio estable en la producción agrícola al menos que se cuente con contratos previos con supermercados, mercados o intermediarios. Los agricultores con secano aseguran no tener problemas con la falta de mercado porque aducen que aún a bajos precios sus productos (maíz y frijol) son comercializados. Los agricultores con riego por goteo que no tienen contratos presentan mayores problemas con la fluctuación de los precios de las hortalizas. En aquellos agricultores que tienen contratos la fluctuación de precios y la falta de mercado no es un serio problema para ellos, dado que estos agricultores han firmado contratos con supermercados como La Colonia y Hortifruti en Tegucigalpa.

En los cuadros anteriores observamos que los agricultores de pequeña escala independientemente del sistema de riego utilizado, presentan similares problemas en producción pero la magnitud de los mismos difiere de acuerdo al sistema utilizado.

Los principales problemas encontrados son plagas, enfermedades, altos costos de fertilizantes, altos costos de agroquímicos y el acceso al financiamiento. Los problemas con plagas y enfermedades son generados por el alto costo de los agroquímicos. El productor de pequeña escala limita el uso de los agroquímicos porque no está en capacidad de comprarlos y combatir las plagas y enfermedades. Por otro lado, el sector agrícola, y sobre todo el de menor escala, es el que dispone de menor acceso a crédito. La banca financiera considera el sector agrícola como una actividad riesgosa y las tasas de financiamiento de préstamos son altas, además solicitan una serie de requisitos para ser candidatos a financiamiento.

En resumen, el mayor problema de los agricultores de pequeña escala con riego por goteo son las plagas, enfermedades y altos costos de agroquímicos. Los productores con riego por aspersión presentan mayores problemas con los costos de fertilizantes y agroquímicos, así como también, el acceso limitado a créditos. Los agricultores utilizando sistemas de riego por gravedad presentan mayores problemas con las plagas, enfermedades y el crédito restringido. Los agricultores utilizando secano presentan problemas con el costo del fertilizante y el acceso a crédito. Las razones por las cuales estos problemas están presentes en la producción con cada sistema de riego ya fueron detallados en los cuadros anteriores.

Costos de producción e ingresos netos. Los costos de producción varían de acuerdo al sistema de riego utilizado, éstos dependen de la cantidad y precio de los factores productivos. Los costos también varían de acuerdo a la zona donde se ubique el agricultor, la oferta de factores productivos en la zona y de la capacidad de administrar los recursos por parte del agricultor.

Los costos incurridos para la producción no deberían de ser mayores al beneficio económico, es importante que el agricultor identifique sus costos de producción y busque alternativas para disminuirlos, cuando se logra ser eficiente en el uso de los factores de producción, el ingreso percibido se incrementa.

Inversión para instalar un método de aplicación de agua. El tipo de sistema de riego seleccionado es una decisión económica. Al hacer las consideraciones económicas es importante elegir el sistema que genere un mayor rendimiento en combinación con mano de obra, agua, área de terreno y capital disponible para invertir en la instalación del sistema. Los sistemas de riego han revolucionado la producción agrícola, el agua se está convirtiendo en un recurso escaso y por lo tanto se debe regar de forma eficiente, pero siempre teniendo en cuenta la inversión que cada sistema representa.

En el Cuadro 9 se presenta la inversión realizada por los agricultores entrevistados para la implementación de cada uno de los métodos de aplicación de agua en una hectárea de

producción. Los datos mostrados son aplicados solamente a los agricultores entrevistados, porque la inversión en cada uno de los sistemas varía de acuerdo al nivel tecnológico empleado.

Cuadro 9. Inversión promedio para la instalación de un método de aplicación de agua en una hectárea de cultivo.

Detalle	Goteo	Aspersión	Gravedad	Secano
Tuberías	L. 11,400.00	L. 6,200.00	L. 0.00	L. 0.00
Accesorios	L. 3,200.00	L. 1,044.76	L. 0.00	L. 0.00
Bomba	L. 10,000.00	L. 0.00	L. 0.00	L. 0.00
Instalación	L. 1,350.00	L. 900.00	L. 1,500.00	L. 0.00
Total	L. 25,950.00	L. 8,144.76	L. 1,500.00	L. 0.00

La inversión en tuberías incluye toda la red de tuberías primarias, secundarias y terciarias necesarias para el funcionamiento del sistema de riego. En los accesorios se incluyen todas las piezas utilizadas para pegar y ensamblar las tuberías, en el caso del sistema de riego por goteo se incluyen las cintas de goteo y los emisores; en el caso del sistema de riego por aspersión se incluyen los aspersores y demás accesorios.

El 84% de los agricultores con riego por goteo sustituyen la bomba por la caída directa del agua, así aprovechan las condiciones topográficas del terreno y ahorran la inversión en la bomba. Los agricultores de los otros sistemas de riego no utilizan sistemas de alimentación de agua porque acomodan las condiciones topográficas del terreno.

La instalación incluye el costo de la mano de obra para la instalación de cada uno de los sistemas de riego. En el caso del sistema de riego por gravedad, se incluye la mano de obra necesaria para realizar los surcos por donde se guía el agua para riego.

Los agricultores con riego por aspersión acomodan el sistema de aspersión a su presupuesto, podría decirse que se trata de un sistema tradicional. El tipo de sistema empleado es móvil, es decir, ninguna de sus partes es fija. Generalmente, lo hacen de esta forma por tratarse de áreas relativamente pequeñas (≤ 1.4 ha). Este tipo de riego es el más simple.

Los agricultores con secano no realizan inversión alguna porque ellos son dependientes del agua de lluvia. Los agricultores produciendo con sistemas de riego por aspersión no emplean la última tecnología para estos sistemas, en promedio la inversión realizada por estos agricultores ronda en promedio los L. 8,144.76 por cada hectárea en producción. Los agricultores con riego por gravedad realizan una inversión por hectárea de L. 1,500.00.

En promedio la inversión realizada por agricultores con riego por goteo asciende a L. 25,950.00 por cada hectárea en producción. El programa Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores (EDA), benefició al 25% de estos agricultores al donarles el sistema de riego por goteo. Este proyecto se desarrolló a partir del año 2005 cuando el Gobierno de

Honduras firmó un Acuerdo con la Corporación del Desafío del Milenio (MCC) de los Estados Unidos de América.

Costos de producción. En el Cuadro 10, se presentan los costos de producción y los ingresos netos promedio de los agricultores entrevistados, de acuerdo al tipo de sistema de riego utilizado por cada hectárea en producción.

Cuadro 10. Costos de producción e ingresos netos promedio por hectárea en un ciclo productivo.

Detalle	Goteo	Aspersión	Gravedad	Secano
Ingreso bruto	L. 220,044.00	L. 190,487.30	L. 22,387.04	L. 16,722.82
(-) Costos de producción				
Jornales	L. 24,723.69	L. 25,798.64	L. 2,800.00	L. 1,100.00
Fertilizantes	L. 29,018.42	L. 29,777.15	L. 3,368.15	L. 1,720.00
Agroquímicos	L. 23,924.38	L. 19,355.99	L. 117.59	L. 339.00
Maquinaria agrícola	L. 5,040.00	L. 1,584.63	L. 1,200.00	L. 250.00
Plántulas/semillas	L. 35,106.78	L. 12,049.06	L. 500.00	L. 450.00
Sub total	L. 117,813.27	L. 88,565.47	L. 8,345.93	L. 4,039.00
Ingreso neto	L. 102,230.73	L. 101,921.83	L. 13,901.30	L. 12,683.82

Los costos de producción mencionados anteriormente son los incurridos por los agricultores de pequeña escala entrevistados, los datos anteriores no se pueden generalizar para todos los de pequeña escala agricultores porque la relación de los costos cambia de un productor a otro.

El cuadro 11 presenta las proporciones de los costos de producción para cada uno de los sistemas analizados con el fin de facilitar la interpretación del cuadro anterior.

Cuadro 11. Proporción de los costos de producción para una hectárea según el método de aplicación de agua utilizado.

Detalle	Goteo	Aspersión	Gravedad	Secano
Ingreso bruto	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
(-) Costos de producción				
Jornales	11.24%	13.54%	12.51%	6.58%
Fertilizantes	13.19%	15.63%	15.05%	10.29%
Agroquímicos	10.87%	10.16%	0.53%	2.03%
Maquinaria agrícola	2.29%	0.83%	5.36%	1.49%
Plántulas/semillas	15.95%	6.33%	2.23%	2.69%
Suma	53.54%	46.49%	35.67%	23.08%
Ingreso neto	46.46%	53.51%	64.33%	76.92%
Suma	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

La contratación de personal en los sistemas presurizados representa alrededor del 12% del total de costos, esto es porque los agricultores de estos sistemas hacen uso intensivo de la mano de obra contratada para desarrollar las actividades productivas. En los sistemas por gravedad y secano, la mano de obra contratada representa en promedio el 9% del total de los costos, la diferencia existe porque los agricultores de estos últimos sistemas hacen uso intensivo de la mano de obra familiar. En los jornales se incluye el costo de mantenimiento, es decir, el costo de mantener el sistema de riego, incluye la limpieza de tuberías, reparación de las mismas, cambio de accesorios y otras tareas relacionadas.

El costo de los fertilizantes y agroquímicos representa alrededor de un 25% de los costos para los sistemas de riego presurizados. La aplicación de fertilizantes es un factor determinante en la producción con sistemas presurizados, no así, en los sistemas por gravedad y secano. Las proporciones de costos incurridos en fertilizantes y agroquímicos varían porque hay que considerar que los agricultores con riego por gravedad y secano aplican cantidades menores de este insumo por hectárea durante el ciclo productivo.

El costo de maquinaria agrícola incluye el alquiler de maquinaria (riego por goteo y gravedad) y el alquiler de bueyes (aspersión y secano). En zonas como el Valle de Comayagua existe el servicio de alquiler de maquinaria agrícola, los agricultores procedentes de esta zona son los que mayor uso de este servicio realizan. El costo de mecanizar una hectárea asciende a L. 5,040.00

El costo de las plántulas o semillas varía de acuerdo al sistema porque los cultivos sembrados son diferentes. Para el caso de sistemas presurizados, el costo es mayor porque los agricultores producen hortalizas, el precio en el mercado de las semillas varía y la inversión puede llegar hasta cerca de L. 35,106.78 por hectárea. En el caso de productores con riego por gravedad y secano, el costo de las semillas es menor porque se dedican a producir cultivos extensivos como maíz y frijol tradicionales.

La falta de financiamiento para invertir en sistemas de riego presurizados impide que los agricultores de pequeña escala tengan acceso a ellos. Han existido algunos proyectos ejecutados con el fin de proveer a agricultores de pequeña escala de sistemas de riego de bajo costo. En 2001, el programa “Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores” (EDA) promovió el uso de sistemas de riego por goteo entre los medianos y agricultores de pequeña escala, logrando introducir nuevas tecnologías a los sistemas de producción ya existentes. Con este proyecto, se beneficiaron alrededor de 80 productores para un total de 116 hectáreas. Los beneficiarios fueron productores de Comayagua, Choluteca, Valle, Copán, Ocotepeque y los municipios de La Esperanza, Intibucá y San Marcos de Colón.

Los cuadros anteriores mostraron la diferencia en ingresos por ciclo de acuerdo al sistema de riego utilizado por el agricultor. La implementación de sistemas de riego tiene un impacto positivo en los ingresos netos promedio. Los sistemas de riego presurizados, sean por goteo o aspersión, permiten obtener mayores productividades y generar mayores ingresos económicos.

4. CONCLUSIONES

- Los agricultores con sistemas de riego presurizados, ya sea por goteo o por aspersión, cuentan con 24% menos área disponible para producción, sin embargo, hacen un uso intensivo de la misma, ya que, siembran hasta dos cultivos en la misma área, y utilizan 90% más quintales de fertilizante y jornales durante el ciclo productivo.
- Los agricultores con riego por gravedad requieren hacer uso intensivo de la mano de obra para desarrollar sus actividades productivas, dado el tipo de sistema de riego utilizado y no al tipo de cultivo sembrado. Ellos hacen uso intensivo del área disponible para producción y de la mano de obra, en menor escala algunos también consideran el fertilizante.
- Los agricultores en condiciones de secano requieren hacer uso intensivo de la mano de obra familiar (78%) para apoyar las actividades productivas porque son agricultores de subsistencia.
- Los problemas enfrentados por agricultores con riego por goteo son plagas (72%), enfermedades (75%) y costos de agroquímicos (75%).
- Los problemas enfrentados por agricultores con riego por aspersión son costos de fertilizantes (67%) y agroquímicos (64%) y acceso a crédito (64%).
- Los problemas enfrentados por agricultores con riego por gravedad son plagas (92%), enfermedades (71%) y el acceso a crédito (80%).
- Los problemas enfrentados por agricultores en condiciones de secano son el costo de fertilizante (82%) y el acceso a crédito (92%).
- La implementación de sistemas de riego tiene un impacto positivo en los ingresos netos promedio. Los sistemas de riego presurizados, sean por aspersión o por goteo, permiten obtener mayores productividades y más ingresos económicos, hasta 87% más que con los otros sistemas analizados.

5. RECOMENDACIONES

- Se sugiere a “International Development Enterprises” (IDE) trabajar en conjunto con otras organizaciones sin fines de lucro, Cooperativas y/o Distritos de Riego para ubicar a los agricultores de pequeña escala a ser beneficiados con los proyectos que ellos ejecutan.
- Brindar asesoría técnica a agricultores de pequeña escala sobre el combate de plagas y enfermedades, así como también, de otras alternativas de fertilización.
- Considerar que los agricultores en condiciones de secano presentan aversión al riesgo, por lo tanto, el proceso de diversificarlos hacia un sistema de riego por goteo debe hacerse minuciosamente, es decir, instalar parcelas demostrativas con hortalizas en sus terrenos y permitirle al agricultor experimentar con un nuevo sistema de producción.
- Se recomienda IDE provea con sistemas de riego de baja presión a agricultores de pequeña escala que carecen de ellos. Estos sistemas de riego permiten obtener mayores productividades e ingresos económicos.
- Considerar los factores demográficos que limitan la producción al momento de fomentar el riego por goteo. En este tipo de sistema de riego, los factores que limitan la producción son la edad y la escolaridad del agricultor.
- Brindar asesoría a los agricultores de pequeña escala para obtener cultivos de calidad y realizar contratos de compra – venta con supermercados para reducir el riesgo por las fluctuaciones en precios.

6. LITERATURA CITADA

CIA. EEUU. 2010. World Fact Book 2010. Consultado el 29 de Agosto de 2011. Disponible en: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>

FAO. IT. 2001. Sistemas de Producción Agropecuaria y Pobreza: Cómo mejorar los medios de subsistencia de los pequeños agricultores en un mundo cambiante. US. Consultado el 27 de Mayo de 2011. Disponible en: http://www.fao.org/farmingsystems/index_es.htm

FAO. IT. 2000. Sistema de Información sobre el Uso del Agua en la Agricultura y el Medio Rural de la FAO. Consultado el 30 de Mayo de 2011. Disponible en: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries/honduras/indexesp.stm>

FAO. IT. 2011. Ahorrar para crecer. Guía para los responsables de las políticas de intensificación sostenibles. Consultado el 18 de Agosto de 2011. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/save-and-grow/es/5/index.html>

Holzapfel, E. et al. 2009. Design and management of irrigation systems. Chilean Journal of Agriculture Research 69(1). Consultada el 28 de Julio de 2011. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/chiljar/v69s1/AT03.pdf>

Palomino, K. España. 2009. Riego por Aspersión. España, Starbook Editorial. 154 p.

Palomino, K. España. 2009. Riego por Bombeo y Drenaje. España, Staborbook Editorial. 168 p.

Palomino, K. España. 2009. Riego por Goteo. España, Starbook Editorial. 153 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Factores productivos que inciden en la producción con riego por goteo, análisis de regresión 1.

Modelo	R	R ²	R ² corregida	Error típ. de la estimación
1	0.896(a)	0.804	0.748	64551.271

a Variables predictoras: (Constante), Jornales, Fertilizante, Diversificación, Crédito

b Variables explicada: Ingreso bruto

Modelo 1	Coeficientes no estandarizados		t	Sig.
	B	Error típ.		
(Constante)	-17517.09	79548.28	-0.22	0.8288
Diversificación	11046.94	22997.91	0.480	0.6384
Crédito	-8593.67	34976.41	-0.245	0.8094
Fertilizante	2978.76	875.85	3.400	0.0043
Jornales	623.30	309.66	2.012	0.0637

a Variable dependiente: Ingreso bruto

Anexo 2. Factores productivos que inciden en la producción con riego por goteo, análisis de regresión 2.

Modelo	R	R ²	R ² corregida	Error típ. de la estimación
2	0.894(a)	0.800	0.775	61011.24

a Variables predictoras: (Constante), Fertilizante, Jornales.

b Variable dependiente: Ingreso bruto por cosecha

Modelo 2	Coeficientes no estandarizados			
	B	Error típ	t	Sig.
(Constante)	-5365.14	51515.93	-0.10	0.918
Jornales	607.95	286.66	2.12	0.004
Fertilizante	2931.49	728.00	4.02	0.000

a Variable dependiente: Ingreso bruto por cosecha

Anexo 3. Factores que limitan la producción en agricultores con sistema de riego por goteo, análisis de regresión 1.

Modelo	R	R ²	R ² corregida	Error típ. de la estimación
1	0.608(a)	0.369	0.189	77, 802.92

a Variables predictoras: (Constante), Edad, Escolaridad, Hijos participan de la producción, Tamaño de familia.

b Variable dependiente: Ingreso bruto.

Modelo 1	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
	B	Error típ	Beta	t	Sig.
(Constante)	-121, 324.1	130, 479.67		-0.93 0	0.368
Edad	3, 427. 3	2, 601.28	0.373	1.318	0.209
Escolaridad	18, 780.1	7, 685.07	0.568	2.444	0.280
Hijos producen	25, 745.5	58, 541.50	0.940	0.440	0.667
Tamaño familia	7, 039.6	16, 717.26	0.112	0.421	0.680

a Variable dependiente: Ingreso bruto por cosecha

Anexo 4. Factores que limitan la producción en agricultores con sistema de riego por goteo, análisis de regresión 2.

Modelo	R	R ²	R ² corregida	Error típ. de la estimación
2	0.617a	0.381	0.303	72, 103.38

a Variables predictoras: (Constante), Edad, Escolaridad

Modelo 2	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		t	Sig.
	B	Error típ.	Beta	B		
(Constante)	-121324.10	107992.1			-1.175	0.257
Edad	5132.66	2301.0	0.459		2.231	0.040
Escolaridad	18800.55	6803.8	0.569		2.763	0.014

Variable dependiente: Ingreso bruto por cosecha

Anexo 5. Factores productivos que inciden en la producción con riego por aspersión, análisis de regresión 1.

Modelo	R	R ²	R ² corregido	Error típ. de la estimación
1	0.951(a)	0.904	0.880	64316.43

a Variables predictoras: (Constante), Diversificación, Jornales, Fertilizante, Crédito

b Variable dependiente: Ingreso bruto por cosecha

	Coeficientes no estandarizados		t	Sig.
	B	Error típ.	B	Error típ.
(Constante)	121971	102766.8	1.186	0.252
Diversificación	-111261	69153.6	-1.608	0.127
Jornales	578	257.2	2.247	0.039
Fertilizante	2764	363.2	7.612	0.000
Crédito	-44700	30243.8	-1.478	0.158

a Variable dependiente: Ingreso bruto por cosecha

Anexo 6. Factores productivos que inciden en la producción con riego por aspersión, análisis de regresión 2.

Modelo	R	R ²	R ₂ corregida	Error típ. de la estimación
2	0.939 ^a	0.882	0.869	67371.98

a Variables predictoras: (Constante), Jornales, Fertilizante

b Variable dependiente: Ingreso bruto por cosecha

Modelo 2	Coeficientes no estandarizados		t	Sig.
	B	Error típ.		
(Constante)	-65397.30	36065.46	-1.8132	0.008
Jornales	565.10	266.54	2.1201	0.048
Fertilizante	2773.91	379.70	7.3053	0.000

a Variable dependiente: Ingreso bruto por cosecha

Anexo 7. Factores que limitan la producción en agricultores con sistema de riego por aspersión, análisis de regresión 1.

Modelo	R	R ²	R ₂ corregida	Error típ. de la estimación
1	0.672 ^a	0.451	0.314	30878.97

a Variables predictoras: (Constante), Edad, Escolaridad, Hijos participan de la producción, Tamaño de familia.

Modelo 1	Coeficientes no estandarizados			
	B	Error típ	t	Sig.
(Constante)	49323.61	42882.35	1.15	0.26
Edad	771.63	1027.24	0.75	0.75
Escolaridad	4777.87	3356.09	1.42	1.42
Hijos producen	-6459.46	6646.53	-0.344	0.75
Tamaño de familia	17806.52	18755.92	2.67	0.01

a Variable dependiente: Ingreso bruto por cosecha

Anexo 8. Factores que limitan la producción en agricultores con sistema de riego por aspersión, análisis de regresión 2.

Modelo	R	R ²	R ₂ corregida	Error típ. de la estimación
2	0.657a	0.432	0.369	29624.4

a Variables predictoras: (Constante), Escolaridad, Tamaño de familia

Modelo 1	Coeficientes no estandarizados			
	B	Error típ	t	Sig.
(Constante)	73048.54	20817.28	3.50	0.00
Escolaridad	4689.73	3071.37	1.52	0.14
Tamaño de familia	18122.24	5806.01	3.12	0.00

a Variable dependiente: Ingreso bruto por cosecha

Anexo 9. Factores productivos que inciden en la producción con riego por gravedad, análisis de regresión 1.

Modelo	R	R ²	R ² corregida	Error típ. de la estimación
1	0.831 ^a	0.691	0.635	10340.29743

a Variables predictoras: (Constante), Diversificación, Jornales, Fertilizante, Crédito

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t		Sig.
	B	Error típ.	Beta	B	Error típ.	
(Constante)	-20815.8	10160.14		-2.049		0.053
Diversificación	27781.81	8403.85	0.588	3.306		0.003
Jornales	664.80	1095.46	0.085	0.607		0.550
Fertilizante	369.44	178.79	0.326	2.066		0.051
Crédito	-1422.87	4871.76	-0.040	-0.292		0.773

a Variable dependiente: Ingreso bruto por cosecha

Anexo 10. Factores productivos que inciden en la producción con riego por gravedad, análisis de regresión 2.

Modelo	R	R ²	R ² corregida	Error típ. de la estimación
2	0.825 ^a	0.681	0.655	10051.53

a Variables predictoras: (Constante), Diversificación, Jornales

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típ.	Beta	B	Error típ.
(Constante)	-20772.7	6549.73		-3.172	0.004
Diversificación	28904.38	6578.45	0.612	4.394	0.000
Jornales	349.25	157.65	0.308	2.215	0.036

a Variable dependiente: Ingreso bruto por cosecha

Anexo 11. Factores que limitan la producción en agricultores con sistema de riego por gravedad, análisis de regresión 1.

Modelo	R	R ²	R ₂ corregida	Error típ. de la estimación
1	0.751 ^a	0.5464	0.485	12267.65

a Variables predictoras: (Constante), Edad, Escolaridad, Hijos participan de la producción, Tamaño de familia.

Modelo 1	Coeficientes no estandarizados			
	B	Error típ	t	Sig.
(Constante)	-66419.90	24488.63	-2.71	0.01
Edad	698.29	262.66	2.65	0.01
Escolaridad	3947.63	3359.39	1.17	0.25
Hijos producen	24769.69	8959.61	2.76	0.01
Tamaño de familia	13891.75	3215.71	4.31	0.00

a Variable dependiente: Ingreso bruto por cosecha

Anexo 12. Factores que limitan la producción en agricultores con sistema de riego por gravedad, análisis de regresión 2.

Modelo	R	R ²	R ₂ corregida	Error típ. de la estimación
2	0.733 ^a	0.537	0.477	12368.80

a Variables predictoras: (Constante), Tamaño familia, Edad, Hijos producen

Modelo 1	Coeficientes no estandarizados			
	B	Error típ	t	Sig.
(Constante)	-49030.50	19762.60	-2.492	0.020
Edad	643.29	260.58	2.469	0.021
Hijos producen	21647.80	8627.23	2.509	0.020
Tamaño familia	12331.52	2952.95	4.176	0.000

a Variable dependiente: Ingreso bruto por cosecha

Anexo 13. Factores productivos que inciden en la producción con secano, análisis de regresión 1.

Modelo	R	R ²	R ² corregida	Error típ. de la estimación
1	0.918a	0.842	0.779	3879.89329

a Variables predictoras: (Constante), Diversificación, Jornales, Fertilizante, Crédito

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típ.	Beta	B	Error típ.
(Constante)	8099.00	9815.94		0.825	0.429
Diversificación	5346.48	2468.70	0.335	2.166	0.056
Jornales	463.37	153.47	0.481	3.019	0.013
Fertilizante	1335.08	692.21	0.307	1.929	0.083
Crédito	-4514.13	4370.88	-0.141	-1.033	0.326

a Variable dependiente: Ingreso bruto por cosecha

Anexo 14. Factores productivos que inciden en la producción con secano, análisis de regresión 2.

Modelo	R	R ²	R ² corregida	Error típ. de la estimación
2	0.908a	0.825	0.777	3891.62

a Variables predictoras: (Constante), Diversificación, Jornales, Fertilizante

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		t	Sig.
	B	Error típ.	Beta	B	Error típ.	
(Constante)	-1463.46	3269.20		-0.448		0.663
Diversificación	6235.84	2320.63	0.390	2.678		0.021
Jornales	420.67	148.24	0.437	2.838		0.016
Fertilizante	1310.49	693.89	0.301	1.889		0.086

a Variable dependiente: Ingreso bruto por cosecha

Anexo 15. Factores que limitan la producción en agricultores con secano, análisis de regresión 1.

Modelo	R	R ²	R ₂ corregida	Error típ. de la estimación
1	0.725a	0.525	0.336	22006.706666

a Variables predictoras: (Constante), Edad, Escolaridad, Hijos participan de la producción, Tamaño de familia.

Modelo 1	Coeficientes no estandarizados			
	B	Error típ	t	Sig.
(Constante)	-66905.3	40922.742	-1.635	0.133
Edad	709.168	819.906	0.865	0.407
Escolaridad	4413.203	4874.650	0.905	0.387
Hijos producen	20876.415	12313.16	1.695	0.121
Tamaño de familia	6586.894	40922.74	1.477	0.170

a Variable dependiente: Ingreso bruto por cosecha

Anexo 16. Factores que limitan la producción en agricultores con secano, análisis de regresión 2.

Modelo	R	R ²	R ₂ corregida	Error típ. de la estimación
2	0.639 ^a	0.409	0.310	22425.55105

a Variables predictoras: (Constante), Hijos producen, Tamaño de familia

Modelo 1	Coeficientes no estandarizados			
	B	Error típ	t	Sig.
(Constante)	-33597.50	25171.490	-1.335	0.207
Hijos producen	21619.06	11978.493	1.805	0.096
Tamaño de familia	8413.34	4379.330	1.921	0.079

a Variable dependiente: Ingreso bruto por cosecha