

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS**

**UNIDAD DE TITULACIÓN**

**ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL  
SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN LA PRODUCTIVIDAD DEL  
SECTOR AGRÍCOLA EN LA ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES  
AGROPECUARIOS SAN RAFAEL, CANTÓN BOLÍVAR PROVINCIA  
DEL CARCHI**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE MAGISTER EN  
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS CON MENCIÓN EN OPERACIONES DE  
SECTORES ESTRATÉGICOS**

**ALVARO SEBASTIAN QUIJIA ESCOBAR**

sebastianq1987@hotmail.com

**Director: Ing. Pedro Enrique Buitrón Flores**

pedro.buitron@epn.edu.ec

**2020**

## **APROBACIÓN DEL DIRECTOR**

Como director del trabajo de titulación “ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN LA PRODUCTIVIDAD DEL SECTOR AGRÍCOLA EN LA ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS SAN RAFAEL, CANTÓN BOLÍVAR PROVINCIA DEL CARCHI” desarrollado por Alvaro Sebastian Quijia Escobar, estudiante de la Maestría en Administración de Empresas con mención en Operaciones de Sectores Estratégicos, habiendo supervisado la realización de este trabajo y realizado las correcciones correspondientes, doy por aprobada la redacción final del documento escrito para que prosiga con los trámites correspondientes a la sustentación de la Defensa oral.

---

**Ing. Pedro Enrique Buitrón Flores**

**DIRECTOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Yo, Alvaro Sebastian Quijia Escobar, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Alvaro Sebastian Quijia Escobar**

## **DEDICATORIA**

A mi esposa por ser el pilar fundamental en mi vida y apoyar todos y cada uno de los proyectos que hemos emprendido.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Ing. Pedro Buitrón por apoyar en la tutoría el presente trabajo y a las autoridades del Ministerio de Agricultura quienes facilitaron el acceso a la información.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS .....	i
LISTA DE TABLAS.....	ii
LISTA DE ANEXOS .....	iii
RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	v
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Pregunta de Investigación.....	2
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivo General .....	3
1.4 Objetivos Específicos.....	3
1.5 Hipótesis .....	4
1.6 Marco Teórico .....	4
1.6.1 El Riego en la Agricultura .....	4
1.6.2 Tipos de Riego.....	5
1.6.2.1 Riego por Superficie.....	5
1.6.2.2 Riego por Aspersión.....	6
1.6.2.3 Riego por Goteo.....	7
1.6.2.4 Riego Subterráneo de la Zona Radicular .....	8
1.6.2.5 Subirrigación .....	9
1.6.3 Definición de Productividad .....	10
1.6.4 La Productividad Agrícola.....	11
1.6.5 Factores que Afectan la Productividad Agrícola .....	12
1.6.5.1 La Tierra.....	13
1.6.5.2 El Capital.....	13
1.6.5.3 El Trabajo.....	14
1.6.5.4 La Tecnología .....	14

1.6.5.5	La Empresa.....	15
1.6.6	Las encuestas.....	15
1.6.6.1	Técnica de Likert para la construcción de escalas de actitud ....	16
1.6.7	Medición de la Productividad Agrícola.....	18
1.6.8	Medición de la Productividad de la Tierra.....	18
1.6.8.1	Datos necesarios para la medición de la productividad de la tierra	19
1.6.8.2	Medición de la Productividad de la Mano de Obra.....	20
1.6.8.3	Medición de la productividad del capital.....	21
1.7	Medición de la productividad Agrícola mediante el índice de productividad total de los factores.....	24
1.7.1	Construcción del índice de productividad total de los factores .....	25
1.7.1.1	Análisis de envoltante de datos (DEA) .....	26
1.7.1.2	Planteamiento matemático del modelo DEA.....	27
1.7.1.3	Eficiencia de escala .....	28
1.7.1.4	Tipos de orientación del método DEA.....	30
1.7.2	El índice de Malmquist.....	32
1.7.2.1	Cálculo del índice de Malmquist a partir de la metodología DEA	33
1.8	Evaluación de impacto .....	34
1.8.1	Métodos de evaluación de impacto .....	36
1.8.1.1	Asignación aleatoria.....	36
1.8.1.2	Las variables instrumentales.....	37
1.8.1.3	Diseño de regresión discontinua.....	37
1.8.1.4	Pareamiento.....	37
1.8.1.5	El método de diferencias en diferencias (DD).....	37
2.	Metodología .....	39
2.1	Enfoque del proyecto .....	39

2.2	Alcance del Proyecto de investigación .....	39
2.3	Diseño de la investigación.....	41
2.4	Herramientas de la investigación .....	41
2.5	Herramienta de análisis de datos.....	42
2.5.1	Técnica de Likert .....	42
2.5.2	Índice de análisis de datos (DEA).....	42
2.5.3	Índice de la productividad de Malmquist.....	43
2.5.4	Software DEAP 2.1 .....	43
3.	Resultados Y DISCUSIÓN .....	45
3.1	Análisis de resultados .....	45
3.1.1	Importancia de los factores de producción .....	45
3.1.2	Análisis de la eficiencia productiva de la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael antes de la implementación del riego tecnificado	46
3.1.3	Análisis de la eficiencia de la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael después de la implementación del riego tecnificado. ....	48
3.1.4	Resumen de resultados de cambio en la eficiencia.....	50
3.1.5	Análisis del índice de Malmquist en Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael .....	53
3.2	Discusión de resultados. ....	58
4.	Conclusiones y recomendaciones.....	62
4.1	Conclusiones.....	62
4.2	Recomendaciones.....	63
5.	Bibliografía .....	64
6.	ANEXOS .....	68



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Productividad y requerimiento de la agricultura bajo riego y de secano (FAO, 2002).....	5
<b>Figura 2</b> - Riego por superficie (Instituto de Investigación y Formacion Agraria y Pesquera, 2010).....	6
<b>Figura 3</b> - Riego por aspersion (Instituto de Investigación y Formacion Agraria y Pesquera, 2010).....	7
<b>Figura 4</b> - Riego por goteo (Mendoza, 2013).....	8
<b>Figura 5</b> - Sistema de riego subterráneo (Gunarathna, 2017, pág. 6). ....	9
<b>Figura 6</b> - Riego por infiltración (Bjorkman & Thomas, 2018). ....	9
<b>Figura 7</b> - Ejemplo Escala de Likert (Chica & Castejon, 2006). ....	17
<b>Figura 8</b> - CRS y VRS Para una entrada y una salida (Alvear, 2018). ....	29
<b>Figura 9</b> - Comparación entre medidas de producción orientadas al producto o a los insumos (Alvear, 2018). ....	30
<b>Figura 10</b> - Frontera con orientación al input (Alvear, 2018).....	31
<b>Figura 11</b> - Frontera con orientación al output (Alvear, 2018). ....	31
<b>Figura 12</b> – Importancia de los Factores de Producción. ....	45
<b>Figura 13</b> – Porcentajes de Eficiencia antes de la implementación del riego tecnificado. ....	48
<b>Figura 14</b> - Porcentajes de Eficiencia después de la implementación del riego tecnificado. ....	50
<b>Figura 15</b> – Variación en la eficiencia.....	52
<b>Figura 16</b> – Porcentaje de variación de eficiencia .....	53
<b>Figura 17</b> – Frontera de eficiencia antes de la implementación del riego tecnificado plano X1/Y- X2/Y.....	60
<b>Figura 18</b> - Frontera de eficiencia antes de la implementación del riego tecnificado plano X1/Y- X3/Y.....	60
<b>Figura 19</b> - Frontera de eficiencia antes de la implementación del riego tecnificado plano X2/Y- X3/Y.....	61

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> - Cuadro adaptación de (Chica & Castejon, 2006).....	16
<b>Tabla 2</b> - Características de los datos de trabajadores para la medición de la productividad laboral (FAO, 2017).....	20
<b>Tabla 3</b> – Eficiencia en la producción de la Asociación de productores Agropecuarios San Rafael antes de la implementación del riego tecnificado. ....	47
<b>Tabla 4</b> – Eficiencia en la producción de la asociación de Productores Agropecuarios San Rafael después de la implementación del riego tecnificado..	49
<b>Tabla 5</b> – Resumen de resultados de eficiencia y eficiencia promedio. ....	51
<b>Tabla 6</b> – Datos para el cálculo del índice de Malmquist, periodo 1. ....	54
<b>Tabla 7</b> - Datos para el cálculo del índice de Malmquist, periodo 2. ....	55
<b>Tabla 8</b> – Índice de Malmquist. ....	56
<b>Tabla 9</b> – Impacto en la productividad. ....	57

## LISTA DE ANEXOS

Anexo I - Formato de Encuesta.....	68
Anexo II - Padrón de Beneficiarios de la Asociación de Productores Agrícolas San Rafael.....	70
Anexo III - Superficies de Cultivo antes del Proyecto de Irrigación Tecnificada..	71
Anexo IV - Superficies de Cultivo después del Proyecto de Irrigación Tecnificada .....	72
Anexo V - Costos de Producción Pepinillo .....	73
Anexo VI - Costos de Producción de la Cebolla.....	74
Anexo VII - Costos de Producción del Aguacate.....	75
Anexo VIII - Costos de Producción de la Mandarina .....	76
Anexo IX – Ingresos por Producto.....	77

## RESUMEN

La presente investigación busca identificar el impacto en la productividad que tiene la implementación del sistema de riego por goteo en la Asociación de Productores Agrícolas San Rafael, de la provincia de Carchi, considerando que existe un programa gubernamental a nivel nacional que lleva adelante el Ministerio de Agricultura y Ganadería para dotar de riego a varias asociaciones agrícolas a nivel nacional. Para esta investigación primero se identificará los factores productivos más relevantes para la asociación de productores Agrícolas San Rafael con la ayuda de la técnica de Likert, también se calculará la eficiencia antes de la implementación del proyecto de riego tecnificado y después de la implementación de dicho proyecto, utilizando datos proporcionados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, como herramienta de análisis se usará el método DEA conjuntamente con el software DEAP 2.1. Finalmente se identificará la variación que ha sufrido la productividad tras la implementación del proyecto de riego por goteo con la ayuda del índice de Malmquist. Para lo cual se trabajará con datos de dos periodos consecutivos de tiempo con la ayuda del software DEAP 2.1. El resultado de este trabajo ayudara en la toma de decisiones por parte de las autoridades gubernamentales respecto a la implementación de futuros proyectos de riego tecnificado.

**Palabras clave:** Productividad, eficiencia, riego, metodología DEA, Índice de Malmquist

## **ABSTRACT**

The present investigation seeks to identify the impact on the productivity of the implementation of the drip irrigation system in the San Rafael Agricultural Producers Association, in the province of Carchi, considering that there is a national government program that will lead the Agriculture and cattle Ministry for endow of technified irrigation to various agricultural associations at national level. For this investigation first we will identify the most relevant production factors for the association of San Rafael Agricultural Producers with the help of the Likert technique, and also calculate the efficiency before the implementation of the technified irrigation project and after the implementation of the project, using data provided by the Agriculture and cattle Ministry, as a tool of analysis, the DEA method will be used in conjunction with the DEAP 2.1 software. Finally it will be identified the variation that has surpassed the productivity behind the implementation of the drip irrigation system with the aid of the Malmquist index. For this purpose, we will work with the data of consecutive periods of time with the aid of DEAP software 2.1. The result of this work will assist in the decision-making by the governmental authorities regarding the implementation of future technified irrigation project.

**Keywords:** Productivity, efficiency, irrigation, DEA methodology, Malmquist Index

## 1. INTRODUCCIÓN

En Ecuador *“La superficie agropecuaria que cuenta con riego es 989.637,67 ha, tal superficie regada representa el 31,56% de la superficie que podría ser regada”* (Unidad de Estadísticas Ambientales, 2016), es decir, la mayor parte de la superficie agropecuaria en Ecuador depende de las lluvias proporcionadas por la naturaleza, esto es determinante en la productividad, ya que según la (FAO, 2002) *“los mayores rendimientos de los cultivos que pueden obtenerse en regadío son más del doble que los mayores que pueden obtenerse en las que no disponen de riego”*.

La productividad del sector agrícola es uno de los pilares para lograr la seguridad alimentaria según el Plan Nacional del Buen Vivir. Ha existido un gran impulso al sector agropecuario con el Plan Nacional de Riego y Drenaje 2011-2026, sin embargo, se debe considerar que en el informe de consultoría realizado por el Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural en el año 2013, concluyó que: *“a nivel internacional se observa que la productividad del pequeño y mediano agricultor ecuatoriano necesita mejorar, con el fin de elevar su nivel de competitividad”* (Vélez & Castillo, 2013), a esto se suma que en Ecuador la mayor parte de los cultivos son producidos por pequeños agricultores.

Dentro de los problemas que se detectan en la agricultura ecuatoriana, el Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural describe como factor principal: *“El bajo capital disponible para inversión o reinversión, lo cual se relaciona en parte con la escasa visión empresarial de muchos agricultores”* (Vélez & Castillo, 2013), esto denota la importancia de canalizar las inversiones públicas y privadas a una mejora en la productividad, además se evidencia la necesidad de cambiar la visión con la que se maneja la agricultura en la actualidad a una visión empresarial.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) a través del Proyecto de Irrigación Tecnificada (PIT) busca invertir a nivel nacional más de *“128 millones de dólares en un plazo de 5 años”* (Subsecretaría de Riego, 2018). Dentro de esta inversión se encuentra el sub proyecto: Implementación del sistema de riego tecnificado en la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael, cantón Bolívar provincia del

Carchi, con un costo de “USD \$ 598.013,48” (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2016), beneficiando a 31 familias en una superficie cultivable con riego tecnificado de 40 ha (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2016)

### **1.1 Pregunta de Investigación**

Considerando que el riego es un factor determinante para la productividad en el sector agrícola y que existen recursos limitados para realizar inversión en esta área, este proyecto de investigación busca responder la siguiente pregunta:

¿Cómo impacta la implementación del sistema de riego por goteo en la productividad del sector agrícola en la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael, cantón Bolívar, provincia del Carchi?

### **1.2 Justificación**

El conocer el impacto de la implementación del sistema de riego por goteo en la productividad del sector agrícola en la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael, cantón Bolívar provincia del Carchi, ayudara a obtener datos precisos sobre la eficiencia agrícola, esto acogiendo la recomendación realizada por el Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural, que manifiesta que es necesario que se realice *“inversión en el mejoramiento y la recolección continua de información agrícola que permita la estimación adecuada de los rendimientos promedio por áreas productivas”* (Vélez & Castillo, 2013). Además, se busca correlacionar los resultados de esta investigación con los resultados planteados por el MAG en el Informe Técnico del Subproyecto: *“Implementación del sistema de riego por goteo en la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael, cantón Bolívar, provincia del Carchi”*, emitido en septiembre de 2016, para ayudar a la toma de decisiones en futuras inversiones considerando que el Proyecto de Irrigación Tecnificada (PIT) busca invertir más de 128 millones de dólares en un plazo de 5 años (Subsecretaria de Riego, 2018).

De acuerdo con el Plan Nacional del Buen Vivir:

*“...si la productividad en cultivos transitorios que integran buena parte de la canasta básica de alimentos continúa estancada o decreciente, Ecuador deberá*

*importar alimentos. Por ello, la producción agrícola se basará en principios agroecológicos y los cultivos asociados, permanentes o transitorios, tendrán una mayor representación que los monocultivos.”* (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013)

Según el comentario realizado por la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, es indispensable identificar y monitorear las variaciones en la productividad agrícola, con el objeto de tomar los correctivos necesarios en las inversiones realizadas y encaminar las decisiones políticas, para garantizar la seguridad alimentaria en el Ecuador.

Los resultados de esta investigación serán de uso inmediato, ya que ayudarán a las autoridades del gobierno central y a los empresarios a tomar decisiones respecto a la implementación de riego tecnificado, por esta razón la justificación de la investigación es de carácter práctico.

### **1.3 Objetivo General**

Analizar el impacto de la implementación del sistema de riego por goteo en la productividad del sector agrícola en la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael, cantón Bolívar provincia del Carchi.

### **1.4 Objetivos Específicos**

- Identificar las variables críticas que determinan la implementación del sistema de riego por goteo en la productividad del sector agrícola en la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael, cantón Bolívar provincia del Carchi.
- Determinar la productividad del sector agrícola en la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael, cantón Bolívar provincia del Carchi, antes de la implementación del riego por goteo.
- Determinar la productividad del sector agrícola en la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael, cantón Bolívar provincia del Carchi una vez implementado el riego por goteo.
- Analizar los resultados de la Investigación.



## **1.5 Hipótesis**

NO APLICA

## **1.6 Marco Teórico**

### **1.6.1 El Riego en la Agricultura**

Consiste en la aplicación de agua desde una fuente externa, con la finalidad de proporcionar al suelo la humedad que necesitan las plantas de cultivo para su desarrollo y producción (Leitón & Santiago, 1985), esta aplicación se la realiza en los lugares en los que el agua lluvia no alcanza a cubrir las necesidades de los cultivos.

Las necesidades de incrementar la producción en función de la demanda mundial y la escasez de agua, hacen que día a día se busque optimizar el recurso hídrico y a su vez buscar formas de incrementar la producción en los cultivos. El riego ha representado una gran herramienta para incrementar la producción, permitiendo realizar, en muchas ocasiones, varios periodos de cosecha en un mismo año, esto no se podría conseguir si únicamente se tuviera a disposición el agua de las lluvias, es decir si solo se practicaría la agricultura de secano (FAO, 2002). La producción agrícola de que puede obtenerse cuando un terreno dispone de riego es más del doble de la producción que puede obtenerse de los terrenos que no disponen de riego es decir que únicamente disponen de las aguas lluvias, sin embargo, también se puede identificar que el consumo de agua por metro cuadrado se incrementa en las superficies que se encuentran bajo riego, esto denota que el consumo del recurso hídrico mediante riego tradicional representa un gran consumo de agua, razón por la cual es necesario mejorar la eficiencia del riego (FAO, 2002).

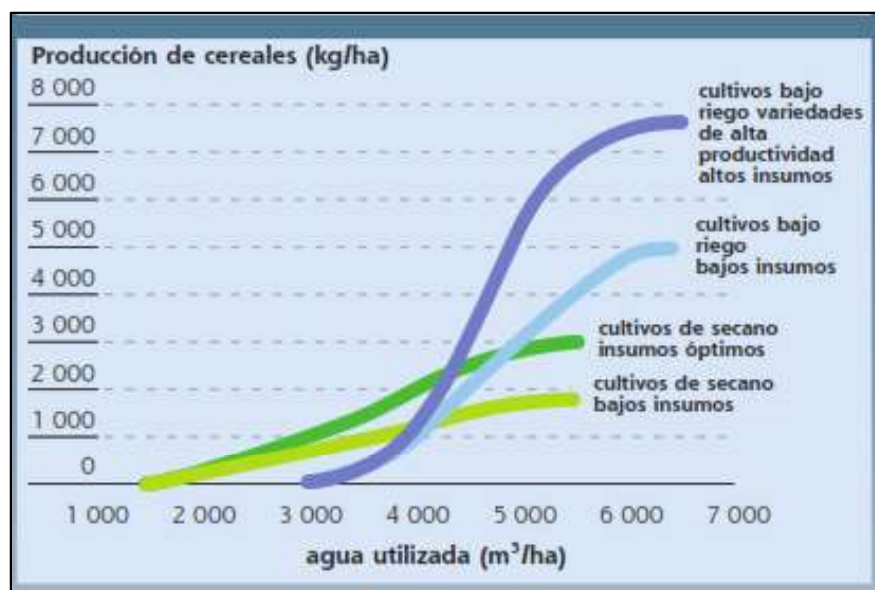


Figura 1 - Productividad y requerimiento de la agricultura bajo riego y de secano (FAO, 2002).

### 1.6.2 Tipos de Riego

A través de los tiempos la humanidad ha desarrollado diferentes tipos de riego, de acuerdo con la (FAO, 2002) se dividen en:

- Riego por superficie
- Riego por aspersión
- Riego por goteo
- Riego subterráneo de la zona radicular
- Subirrigación

#### 1.6.2.1 Riego por Superficie

Este método de riego es el más antiguo que se conoce, consiste en aplicar directamente el agua sobre el suelo beneficiándose de la gravedad o escurrimiento. La principal característica de este tipo de riego es, que el mismo suelo funciona como sistema de distribución desde el lugar del cual se suministra el agua denominado cabecera de la parcela, hasta el lugar de cada cultivo, a medida que el agua recorre el terreno cultivado, se infiltra en el suelo y alcanza la raíz del cultivo en donde será aprovechada por la planta. (Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2010).

El riego de superficie es recomendable en terrenos llanos o de poca pendiente. Es un sistema de bajo costo de instalación como de mantenimiento, ya que, cuando el agua llega al terreno de cultivo, no requiere de gastos energéticos ni económicos adicionales, para la aplicación del mismo, sin embargo, este método es el menos eficiente respecto al uso del agua.



Figura 2 - Riego por superficie (Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2010).

#### **1.6.2.2 Riego por Aspersión**

En el riego por aspersión el agua llega a los cultivos en forma de lluvia artificial, utilizando un sistema presurizado que a través de los aspersores pulveriza el agua en gotas, para la utilización de este sistema es necesario la instalación de sistemas de tuberías presurizadas hasta las parcelas, esto se logra con la instalación de sistemas de bombeo. Los sistemas pueden ser fijos o móviles y pueden ser automatizados.

Los sistemas de riego por aspersión son utilizados en topografías levemente accidentadas, el consumo del recurso hídrico es moderado además brinda una eficiencia aceptable. La aplicación del agua por aspersión o tipo lluvia están

condicionadas a las situaciones climáticas y al tipo de suelo, ya que, si la gota de agua es demasiado pequeña y el viento es considerable, estas gotas pueden no llegar al suelo a causa de la evaporación. Por otro lado, este sistema de riego es recomendable para aplicar riego ligero en los que se busca aportar cantidades mínimas de agua a los cultivos (Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2010)



Figura 3 - Riego por aspersión (Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2010).

### 1.6.2.3 Riego por Goteo

El riego por goteo o riego localizado supone la aplicación de agua en un lugar específico del suelo, por esta razón constituye una gran diferencia respecto a los métodos de riego antes mencionados. En este tipo de riego al igual que el riego por aspersión es necesario la instalación de un sistema de tuberías presurizadas, así como de un sistema de bombeo, con la diferencia que en este sistema debe instalarse hasta el sitio específico del riego en el cual se debe colocar el emisor de riego localizado.

Además del sistema de bombeo, es necesario la instalación de sistemas de filtrado y tratamiento del agua, para precautelar la obstrucción de los emisores de agua con la instalación de equipos apropiados, este sistema también permite la aplicación de sustancias nutritivas (fertilizantes) o sanitarias (herbicidas), las cuales van disueltas en el agua de riego.

Este método de riego es el más tecnificado y permite el uso del agua de manera más eficiente, siendo el uso del agua mucho menor a los métodos antes mencionados, y la importancia del suelo como agente de retención de humedad pierde importancia debido a que se puede programar un regadío diario de los cultivos. Sin embargo esto requiere de un buen diseño del sistema y una inversión alta tanto en equipos como en mantenimiento.



Figura 4 - Riego por goteo (Mendoza, 2013).

#### **1.6.2.4 Riego Subterráneo de la Zona Radicular**

Este tipo de riego consiste en aplicar el agua por debajo de la superficie del suelo, con esto se busca realizar un control del manto freático de manera artificial o a su vez busca crear un nivel freático artificial. En este tipo de riego se aplica agua en un horizonte subsuperficial por medio de orificios en una red de tuberías a presión (Moratiel, 2015, pág. 76). El riego subterráneo es aplicable cuando el subsuelo es impermeable a una profundidad de 1.8 m o a se crean las condiciones de impermeabilización de manera artificial. La característica que debe cumplir el terreno para la buena aplicación de este sistema de riego es que la topografía no debe ser pronunciada.

Las ventajas obtenidas en este riego se manifiestan respecto a la disminución de pérdida de agua por evaporación, favoreciendo la utilización económica del agua, brindando un elevado rendimiento de las cosechas y un bajo costo de mano de obra en el riego (Orson & Hansen, 2003).



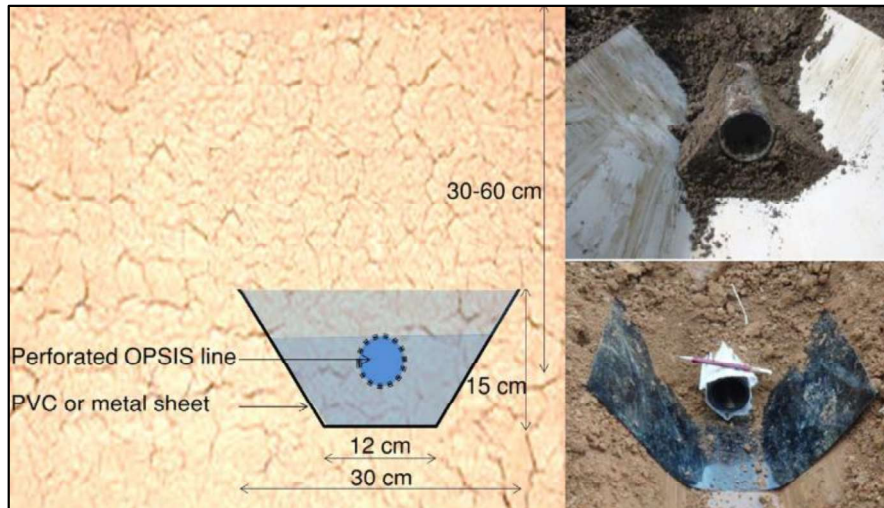


Figura 5 - Sistema de riego subterráneo (Gunarathna, 2017, pág. 6).

### 1.6.2.5 Subirrigación

La subirrigación o el riego por infiltración consiste en dejar que el agua se infiltre lateralmente en los cultivos, para esto es necesario construir canales intermedios entre los cultivos y llenar los canales hasta quince centímetros antes del borde superior del canal para que el agua pueda filtrar lateralmente al área radicular.

Este método se puede usar cuando se dispone de gran abundancia de agua, y cuando se dispone de terrenos con poca pendiente. Uno de los beneficios es que en este tipo de riego hay poca probabilidad de enfermedades a los cultivos debido a que el agua nunca toca directamente al cultivo (Bjorkman & Thomas, 2018).



Figura 6 - Riego por infiltración (Bjorkman & Thomas, 2018).

### 1.6.3 Definición de Productividad

La producción es el proceso por el cual se transforman los recursos en productos, en tal virtud el proceso productivo busca la agregación de valor con la modificación de los recurso en productos, esto buscando siempre producir lo máximo que sea posible utilizando la menor cantidad de recursos, a la correspondencia que existe entre los productos y recursos empleados se le denomina productividad (Saborido, 2013).

La medición de la productividad puede tener diferentes objetivos, sin embargo, para (Saborido, 2013) las razones por las cuales es necesario medir la productividad son:

- La relación existente entre productividad – rentabilidad y productividad – funcionamiento de la unidad productiva
- Es indispensable para la planificación estratégica, ya que su comportamiento histórico ayuda a identificar problemas como son los cuellos de botella.
- La medición de la productividad, ayuda a obtener conocimiento de las dimensiones organizacionales que posteriormente ayuda para la realización del benchmarking.

Para la medición de la productividad resulta complejo determinar cuáles son las salidas y las entradas de la unidad productiva, ya que a veces los productos y entradas no son cuantificables.

En el caso en el que la entrada y salida sea una sola, la productividad se define como:

$$P = \frac{S}{E} \quad [1]$$

Donde:  
P= Productividad  
S=Salida  
E=Entrada

Cuando existen varias entradas y varias salidas se deberá calcular la productividad con la siguiente expresión.

$$P = \frac{S'}{E'} \quad [2]$$

P= Productividad  
 S'=suma ponderada de salidas  
 E'=suma ponderada de entradas

Cuando es necesario medir la productividad de unos recursos dados, es necesario definir el factor de productividad total como la productividad que engloba a todos los factores de producción.

Se deberá considerar que, para el proceso de producción modificamos los productos representados por el vector de entradas que se muestra a continuación

$$S = \{(\vec{x}, \vec{y}): \vec{x} \text{ produce } \vec{y}\} \quad [3]$$

La función de producción posee la máxima relación posible para un grupo de insumos.

El vector output se está constituido por un vector de inputs  $\vec{x}$ . Las bases generadoras de inputs y outputs responden a:

$$P(\vec{x}) = \{\vec{y}: \vec{x} \text{ produce } \vec{y}\} = \{\vec{y} = \overline{(\vec{x}, \vec{y})} \in S\} \quad [4]$$

$$L(\vec{y}) = \{\vec{x}: \vec{x} \text{ produce } \vec{y}\} = \{\vec{x} = \overline{(\vec{x}, \vec{y})} \in S\} \quad [5]$$

#### 1.6.4 La Productividad Agrícola

La productividad en la agricultura está definida como la relación entre la producción y los factores productivos expresado en porcentaje, esto está relacionado con la eficacia y eficiencia que se usan los insumos. Calcular la productividad puede resultar complicado ya que si bien se usa el peso de los productos para el cálculo, los productos pueden tener diferente densidad, por esta razón se recomienda medir la producción en función del valor final del mercado, este valor puede ser comparado con cada uno de los factores utilizados en la producción, como son: maquinaria, horas de trabajo, fertilizantes etc. (FAO, 2007)

Otra manera de medir la productividad agrícola es mediante la eficiencia general con que los factores que se utilizan en la producción son utilizados. Esto se denomina la productividad total de los factores, este método realiza una



comparativa entre índices de producción con índices de factor, con esto se logra identificar cual es realmente el factor productivo que hace mejorar la productividad. Considerando que los cambios en la productividad total suelen estar relacionados a las mejoras tecnológicas e institucionales (FAO, 2007).

Uno de los objetivos básicos de la productividad es medir la cantidad producida de un grupo objetivo, dado un conjunto de recursos e insumos. La productividad agrícola se la puede medir a varias escalas geográficas, es decir, se puede medir la productividad tanto en una granja como en un país. Para esto es necesario definir cuál es el objetivo de medir la productividad, de acuerdo a (FAO, 2017) si el propósito es medir la productividad entre granjas, se requieren medidas basadas en microempresas; y si se requiere evaluar la política agrícola de una nación es necesario utilizar macro medidas.

La medición de la productividad de una finca u organización pequeña, según (FAO, 2017) puede requerir únicamente información básica sobre las cantidades de productos que se generan y las cantidades de insumos utilizados, para esto es necesario contar con los precios de los productos y los insumos.

(FAO, 2017) indica que la productividad nace con la teoría de la empresa, de la microeconomía, en el cual después de realizar ciertas simplificaciones se demuestra que los insumos pueden combinarse de una manera óptima, lo que permite que las organizaciones maximicen sus beneficios.

De acuerdo con (Zuñiga, 2011) la productividad mide la eficiencia del proceso productivo y de la administración de la explotación agrícola. Esta productividad puede ser medida en unidades físicas, así como en dinero y es el resultado de dividir el volumen de cosecha obtenida para la superficie de la cual se obtuvo esa cosecha, el principal problema para los productores es valorar si su productividad es mayor o menor a la productividad media, por esta razón es necesario identificar la productividad óptima de la parcela que se esté analizando.

### **1.6.5 Factores que Afectan la Productividad Agrícola**

Existen varios factores que afectan a la productividad agrícola, tales como: sociales, económicos, físicos y ambientales. De acuerdo con (Agro tecnología digital , 2018)

los factores de producción se los analiza desde los siguientes grupos: la tierra, el capital, el trabajo, la tecnología y la empresa. (Zuñiga, 2011) indica que los factores productivos en la agricultura son únicamente la tierra, el capital, la mano de obra y la tecnología dejando de lado el factor empresarial. Con la información recopilada, a continuación, se describe cada uno de los factores productivos relevantes.

#### **1.6.5.1 La Tierra**

La tierra como un factor de producción, se refiere a la capacidad de uso que se le puede dar a esta, considerando los atributos del suelo más los atributos del clima con lo cual se busca determinar las aptitudes de la tierra para el proceso productivo agrícola que se esté estudiando (Agro tecnología digital , 2018).

Dentro de los atributos del suelo se puede analizar: la pendiente del suelo, la acides, la fertilidad, la estructura, la profundidad, el contenido de materia orgánica, la textura, etc (Agro tecnología digital , 2018). Con el análisis de estas características se busca identificar las limitaciones que tiene el suelo para el uso agrícola, así como definir qué tipo de cultivo se podría adaptar mejor al tipo de suelo que se dispone.

Los atributos del clima son analizados dentro del factor tierra y se busca identificar: la duración del periodo lluvioso, intensidad de las lluvias, intensidad del viento y las temperaturas promedio, máximas y mínimas, (Agro tecnología digital , 2018).

El factor de producción tierra, a través de los tiempos ha venido evolucionando y se ha demostrado que puede mejorarse y hasta prescindir de ello. En la antigüedad el poseer tierras fue sinónimo de poder, mientras más tierra se tenía más se podía cultivar, siempre y cuando las tierras sean apropiadas para el cultivo. En la actualidad, no es necesario disponer de tierras para el cultivo, ya que existe la posibilidad de cultivar inclusive en el espacio, sin embargo, hay que considerar que el cultivar en el espacio implica disponer de tecnología y de un factor de producción importante, del que se hablara más adelante como es el factor capital.

#### **1.6.5.2 El Capital**

El capital como factor productivo es esencial, si se dispone de dinero suficiente, este factor puede comprar a cualquiera de los otros factores (Agro tecnología digital

, 2018), por ejemplo con el capital suficiente se puede comprar tierras de mayor tamaño y mejores características; se puede comprar mayor tecnología y se puede pagar la mano de obra necesaria para producir. Sin embargo, el capital en aspectos económicos y desde el punto de vista empresarial necesita generar la mayor utilidad posible, razón por la cual el capital necesita estar bien administrado y en cantidades suficientes.

### **1.6.5.3 El Trabajo**

El trabajo dentro de los factores de producción constituye a la mano de obra utilizada en la agricultura, al estar implícitamente atado a una remuneración, es necesario considerar: habilidades, rendimientos, horas laboradas. Esto permitirá cuantificar cual es la remuneración adecuada para ejecutar determinado trabajo. En la agricultura por lo general la mano de obra requerida no tiene que ser calificada, por esta razón las remuneraciones son bajas, sin embargo, hay que considerar que con los avances tecnológicos si bien es necesario realizar menos trabajo al mismo tiempo, se requiere personal con mayor calificación. Por ejemplo, si antes era necesario un grupo de cinco personas para cultivar cierta extensión de tierra al introducir tecnología como puede ser un tractor para cultivar la misma extensión de tierra, se requerirá talvez un máximo de dos operarios.

### **1.6.5.4 La Tecnología**

La tecnología como un factor de producción se lo entiendo como el conocimiento necesario para la agricultura en todos y cada uno de sus etapas. Puede llamarse tecnología a las destrezas y conocimientos desarrollados, por un agricultor al manipular un machete como al conocimiento requerido para la fabricación de nueva maquinaria. Hay que considerar que sin el conocimiento tecnológico no se puede conseguir una cosecha, pese a que se disponga de los factores productivos mencionados con anterioridad como son la tierra, el trabajo y el capital. (Agro tecnología digital , 2018).

#### **1.6.5.5 La Empresa**

Una vez analizados los factores de producción esenciales, como son: la tierra, el trabajo, el capital y la tecnología. Es necesario mencionar a un quinto factor de producción denominado empresa, el cual organizará a los otros factores para que funcionen en armonía y busquen generar el mayor beneficio. El factor de producción empresa está formado por los inversionistas y emprendedores, que a su vez son quienes contactaran a los trabajadores, proveedores y los clientes. Estos actores son los que conforman la empresa, se debe considerar que si alguno de ellos se ausenta no puede haber empresa (Agro tecnología digital , 2018).

#### **1.6.6 Las encuestas**

De acuerdo con (Chica & Castejon, 2006) la encuesta puede ser considerada como un elemento para la recolección de datos, así como un instrumento de investigación. En el caso de la recolección de datos se lo puede realizar mediante cuestionarios, entrevistas, escalas de opinión, inventarios, etc. Como instrumento de investigación se considera a este un proceso complejo que contempla la formulación del problema, implantar los objetivos, elegir los sujetos, el diseño y examen de los datos. Con los conceptos descritos con anterioridad, se puede caracterizar a las encuestas como una metodología no experimental cuya peculiaridad es la recolección de datos sin que estos hayan sido manipulados, intervenidos o como una alternativa al método selectivo, en el cual el estudio prioriza los aspectos como la extensión y representatividad de la muestra.

La realización de una investigación con encuesta de acuerdo a (Chica & Castejon, 2006) existen cinco fases: la formulación de los objetivos de la investigación, construcción de los elementos para la recolección de datos, preparación del trabajo de campo, preparación de los datos y análisis e interpretación de los resultados.

En la realización de las encuestas, un aspecto clave es seleccionar una muestra amplia y representativa de la población.

### 1.6.6.1 Técnica de Likert para la construcción de escalas de actitud

(Chica & Castejon, 2006) indica que la escala de Likert es un tipo de escalas de medición psicométrica, que se utiliza en la investigación de mercados para entender las opiniones y actitudes que tiene una persona hacia una marca, producto o mercado meta. Sirve principalmente para realizar mediciones y conocer sobre el grado de conformidad o inconformidad del encuestado en relación a la pregunta, oración afirmativa o negativa, que se le está formulando. Según (Chica & Castejon, 2006) los pasos para la construcción de una escala de Likert son:

1. Preparación de los ítems iniciales: se generan proposiciones que se refieran al tema de actitud que se quiera medir, por ejemplo: mucho, bastante, regular, poco o nada. Las preposiciones generadas en este paso deberán ser mayores a las preposiciones que se consideren en la escala final. También se debe considerar que, para evitar respuestas estereotipo, las preposiciones deberán combinarse de tal manera que el 50 % sea positivo y el otro 50% sea negativo (Chica & Castejon, 2006).
2. Administración de ítems a una muestra de sujetos: Los ítems fabricados se emplean en una muestra representativa. Según (Chica & Castejon, 2006) los enunciados que se utilizan en la técnica de Likert no se someten a aprobación de expertos, ya que estos son ensayados en la población que se desea evaluar. Los ítems deben ser presentados en una escala graduada de intensidad en función de lo que se desea evaluar, ya sea: el grado de acuerdo, la frecuencia, la importancia o la probabilidad, como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1** - Cuadro adaptación de (Chica & Castejon, 2006).

<b>ACUERDO</b>	<b>FRECUENCIA</b>
Totalmente de acuerdo	Muy frecuentemente
De acuerdo	Frecuentemente
Indeciso	Ocasionalmente
En desacuerdo	Raramente
Totalmente en desacuerdo	Nunca
<b>IMPORTANCIA</b>	<b>PROBABILIDAD</b>
Muy importante	Casi siempre verdad
Importante	Usualmente verdad
Moderadamente importante	Ocasionalmente verdad

De poca importancia	Usualmente no verdad
Sin importancia	Casi nunca verdad

- Asignación de los puntajes a los ítems: se busca clasificar a los ítems de acuerdo con su ubicación positiva o negativa en función de la actitud y ponderar las distintas alternativas de respuesta, ver figura 7.

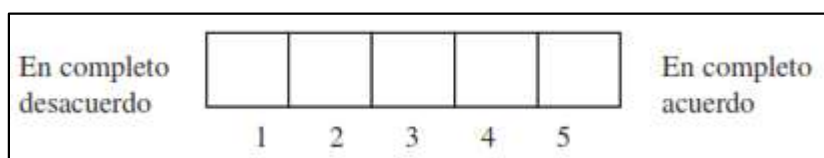


Figura 7- **Ejemplo Escala de Likert (Chica & Castejon, 2006).**

- Asignación de las puntuaciones a los sujetos: se define como la suma de las puntuaciones de cada ítem para cada uno de los sujetos encuestados (Chica & Castejon, 2006), por ejemplo si un sujeto se le consulto 20 ítems y si cada ítem tiene una puntuación que va de 1 al 5, el sujeto podrá obtener una puntuación máxima de 100 puntos
- Análisis y selección de los ítems: en este punto se busca analizar las respuestas y establecer que ítems son los más adecuados para la aplicación final de la encuesta y cuales se podrían descartar con el fin de simplificar la encuesta y evitar hacer preguntas que no están aportando a los fines de la investigación. Para esto se puede utilizar la metodología del Ítem-test, la cual busca calcular el coeficiente de correlación de cada ítem con respecto al total de la escala, este coeficiente nos indica si la integración del ítem es alta o baja, conforme al número indicado por el cálculo de la correlación (Chica & Castejon, 2006).
- Análisis de la fiabilidad de la escala: El análisis desarrollado en los ítems, busca una escala compacta donde todos los ítems estén integrados y contribuyan a la obtención de los resultados esperados. Este análisis busca también identificar ítems redundantes y eliminarlos de la aplicación en la prueba final. La fiabilidad de la escala se la puede calcular mediante la ecuación 6.

$$\alpha = \frac{nr}{1 + r(n - 1)} \quad [6]$$

Donde:

$\alpha$ = Fiabilidad de la escala

n= es el número de ítems

r= es la media de la correlación entre ítems

El valor  $\alpha$  oscila entre 0 y 1, siendo 1 el valor máximo, mientras el valor  $\alpha$  se aproxime a 1 se considera que la prueba es aceptable (Chica & Castejon, 2006).

7. Preparación de la aplicación de la versión final de la escala: posterior a de descartar o rechazar los ítems que no contribuyen con la investigación y una vez que se haya calculado el valor  $\alpha$ , se procede a realizar la aplicación final de la escala, si el valor  $\alpha$  es aceptable de acuerdo al criterio del investigador no es necesario realizar nuevamente la escala.

### **1.6.7 Medición de la Productividad Agrícola**

Existen varias metodologías descritas por diferentes autores para la medición de la productividad de la tierra. Los métodos planteados por la Organización de las Naciones Unidas para las Alimentos y la Agricultura detallados en (FAO, 2017) se consideran los de uso masivo.

Para la medición de la productividad es necesario conocer los productos que salen, así como los insumos utilizados. En el caso de la agricultura, el producto es único y este puede ser: tomates, cebollas, papas etc. A este producto se lo lleva a un valor monetario conocido como precio de mercado, así también los insumos se los cuantificara en valor monetario, clasificados en tres tipos: tierra, trabajo y capital.

### **1.6.8 Medición de la Productividad de la Tierra**

La productividad de la tierra se refiere a la productividad generada por una superficie determinada de suelo, este concepto es aplicado en actividades agrícolas, pudiendo extenderse a actividades ganaderas. Esta se calcula como la relación entre todos los productos de la agricultura, ya sean estos cultivos, o ganado dividido para la superficie total de tierra.

Acorde con la (FAO, 2017) la productividad de la tierra se define como:

$$P = \frac{Vp}{Ap} \quad [7]$$

Donde:

P= Productividad de la tierra

Vp= Volumen de Producción

Ap=Área plantada

Para el cálculo de la productividad es necesario considerar a todos los cultivos que se hayan sembrado en el espacio de tierra determinado, para el periodo que se encuentre en estudio.

Según (Zuñiga, 2011), en la medición de la productividad de la tierra se puede considerar el enfoque parcial de productividad, el cual considera únicamente la cantidad de cosecha obtenida por una determinada superficie de terreno.

#### **1.6.8.1 Datos necesarios para la medición de la productividad de la tierra**

En la productividad de la tierra se recomienda poner un valor monetario a la producción, debido a que, en una misma superficie se suelen cultivar varios tipos de productos.

Los requisitos para la medición de la productividad del suelo de acuerdo con (FAO, 2017), son los siguientes:

*Datos resultantes:*

- Producción de cultivos, incluidos cultivos secundarios y subproductos, en cantidades y valores.
- Número de animales por especie.
- Producción ganadera por producto en cantidades y valores.

*Datos de entrada:*

- El área total de tierra sembrada para cada cultivo.
- El promedio anual por costo unitario de la tierra.
- Área total de tierra disponible para cultivos, la suma de tierras cultivadas para todos los siembras y tierras en barbecho.



- La participación de la tierra utilizada para pastos
- Sistema de gestión del ganado.

### 1.6.8.2 Medición de la Productividad de la Mano de Obra

La productividad de la mano de obra en la agricultura, busca identificar el número de unidades producidas a partir de cada unidad de mano de obra y es considerado una medida de productividad parcial que se expresa en la fórmula 8.

$$PL = \frac{VP}{UM} \quad [8]$$

Donde:

PL= Productividad laboral

VP= Volumen de producción

UM=Unidades de mano de obra utilizada

Para la cuantificación de la mano de obra utilizada, se puede considerar el número de trabajadores activos, como también se puede considerar unidades de tiempo, la (FAO, 2017) recomienda que para la cuantificación de la mano de obra se utilice el número de horas efectivas trabajadas, esto permite realizar comparaciones. Considerando que existen diferentes sistemas de producción y que esto cambia entre las regiones y los diferentes países. Además, se sugiere realizar distinciones respecto a las edades, trabajo familiar, trabajo contratado, hombres y mujeres, así como el nivel educativo. (FAO, 2017), sugiere que es necesario realizar distinciones respecto a los trabajadores a tiempo parcial y tiempo completo.

**Tabla 2** - Características de los datos de trabajadores para la medición de la productividad laboral (FAO, 2017)

NRO.	SEXO	EDAD	EDUCACION	CLASE DE EMPLEO
(1)	HOMBRE	14-15 AÑOS	1-8 AÑOS DE GRADO DE ESCUELA	JORNAL/ SALARIO TRABAJADOR
(2)	MUJER	16-17 AÑOS	1-3 AÑOS DE COLEGIO	TRABAJADOR AUTONO/ TRABAJADOR FAMILIAR SIN PAGA
(3)		18-24 AÑOS	4 AÑOS DE COLEGIO	
(4)		25-34 AÑOS	1-3 AÑOS DE NIVERSIDAD	
(5)		35-44 AÑOS	4A AÑOS DE UNIVERSIDAD	
(6)		45-54 AÑOS	MAS DE 4 AÑOS DE UNIVERSIDAD	
(7)		55-64 AÑOS		
(8)		65 AÑOS O MAS		
(9)				
(10)				

La productividad laboral está vinculada directamente a los factores de producción, tales como: la tierra y el capital. En el caso de la tierra en los países donde la mano de obra es escasa y la tierra es abundante se opta por la utilización de sistemas de producción, donde se obtiene una alta productividad laboral; así también cuando el capital es abundante se identifica que la productividad laboral se vea incrementada a través del uso de mejores semillas, el aumento en el uso de fertilizantes, pesticidas, la intensificación del riego, la mecanización de la agricultura, etc. (FAO, 2017).

Para la medición de la productividad de la mano de obra en la agricultura se necesita información específica (FAO, 2017), que se detalla a continuación:

- Número de trabajadores por categoría de trabajadores, incluido el trabajo familiar no remunerado.
- Características de los trabajadores (Tabla 2).
- Número de horas trabajadas por producto por cada actividad agrícola.
- Salario neto (pago en efectivo y en especie) por categoría de trabajador, incluida una estimación de los salarios imputados por trabajo no pagado.
- El valor de cualquier tipo de compensación, beneficio pagado o proporcionado por el empleador, ya sea en efectivo o en especie, como las contribuciones de pensión a la seguridad social.

### **1.6.8.3 Medición de la productividad del capital**

La productividad del capital mide el grado de contribución, que ha logrado el recurso capital a la productividad agrícola. Para la medición del capital se centra en los activos como maquinaria, equipos y edificios (FAO, 2017), y se lo calcula con la fórmula 9.

$$PC = \frac{VP}{VC} \quad [9]$$

Donde:

PC= Productividad del capital

VP= Volumen de producción

VC=Volumen de entrada de capital

El volumen de la entrada de capital se estima considerando los flujos de servicio que provienen del capital empleado. Para estimar el servicio de capital, es necesario, primero estimar el stock de capital productivo que se utiliza en cada tipo de activo, luego es necesario determinar los precios de alquiler y finalmente se calcula los flujos de capital.

### **Capital social**

El capital social se consigue dando un valor a todos los activos fijos, como: edificios, equipos, maquinarias y demás activos que se utilizan en la actividad agrícola y proporcionan insumos en forma de servicio de capital en el proceso de producción. Para la medición del capital se pueden utilizar dos métodos: medición del capital de inventario perpetuo y el método del inventario actual (FAO, 2017).

### **Inventario perpetuo**

Consiste en agregar a los inventarios del año anterior la estimación de la nueva inversión del año en curso y considerar que envejece el capital productivo a medida que avanza el año, un proceso conocido como depreciación del capital. La depreciación del capital se estima con mayor frecuencia, para edificios de granja y estructuras de la finca depreciados en un horizonte de tiempo mucho más largo que la maquinaria agrícola, lo que refleja la vida útil real, con esta consideración el inventario perpetuo se puede calcular con la fórmula 10.

$$K_t = I_t + (1 - p)K_{t-i} \quad [10]$$

Donde:

$K_t$ =Capital social actual

$I_t$ =Inversión del año en curso

$p$ =factor de depreciación

### **Método de inventario actual**

El método del inventario actual se basa en un recuento y valoración, a veces ajustado por la edad promedio estimada de los bienes de capital que se utiliza en una granja. Sin embargo, el método de inventario perpetuo se usa principalmente para estimar el stock de capital, requiere un conjunto importante de datos, a diferencia del método de inventario actual.

## **Precio de alquiler**

Cuando se dispone del capital social, es necesario asignar un valor al capital que se utilizó en el año analizando, a este precio usualmente se lo denomina precio de alquiler, esto considerando que los bienes de capital usualmente son susceptibles de alquiler y que es más fácil visualizar el precio de alquiler que el precio real del activo.

## **Servicios del capital**

El servicio de capital cuantifica los servicios que pueden proporcionar un activo fijo, como puede ser el edificio de una granja. Si los flujos de servicios de capital no son directamente observables, como suele ser usualmente, pueden estimarse como una proporción del capital social. El flujo de servicios de capital se calcula como la tasa de alquiler multiplicada por el capital social.

$$CS = PA * SC \quad [11]$$

Donde:

CS= Capital de servicio

PA= Precio de alquiler

SC=Stock de capital

Datos para la medición de la productividad del capital en la agricultura.

Los datos necesarios para medir las existencias de capital dependen del tipo de medida de productividad que se debe calcular y es necesaria la siguiente información (FAO, 2017):

- Activos, tipos y precios.
- Tasas de reemplazo o tasas de depreciación.
- Una serie temporal de gastos de inversión en el activo.
- Patrón de jubilación: para saber si el activo se ha retirado del servicio, debe haber información disponible sobre el patrón de jubilación. Esta información es empírica y bastante compleja de determinar. Para simplificar, se recomienda elegir una distribución en torno a la vida útil promedio de un activo.
- Patrón de eficiencia de edad.

## **1.7 Medición de la productividad Agrícola mediante el índice de productividad total de los factores**

Además de los métodos de medición de productividad, se sugiere utilizar los índices de productividad, denominados productividad total de los factores (PTF) (Zuñiga, 2011), el avance del índice indica un avance en la tecnología y en la organización de producción, hay que considerar que los índices de la productividad total de los factores es ampliamente utilizado en la cuantificación del desarrollo agrario y la medición del cambio de tecnología. Así también en la comparación de mediciones intertemporales e intersectoriales y a su vez sirve para sustentar las políticas de precios y de mercados agrarios.

La productividad total de los factores es utilizada para identificar cual es el incremento de la productividad causada por el cambio de tecnología, el cambio en la eficiencia y los errores de medición, es decir, el método de la productividad total de los factores, identifica el incremento en la productividad causado por factores ajenos a los insumos principales de una actividad agrícola, que son: la tierra, la mano de obra y el capital (FAO, 2017).

Para la medición de la productividad es necesario cuantificar los productos resultado de la actividad agrícola, así como de cada uno de los factores productivos que se utilizan para la producción del bien agrícola. Además, es necesario identificar las relaciones que existen entre los factores productivos y los productos obtenidos, existen dos enfoques para cuantificar la productividad total de los factores: el enfoque econométrico y el enfoque de número de índice (Bacha & Dias, 1998). El enfoque econométrico está basado en la estimación econométrica de la tecnología de producción y el enfoque de número de índice requiere contabilizar información detallada de los insumos y productos.

La productividad total de los factores mide el incremento total de los productos derivados de la actividad agrícola, considerando que este incremento no es causado por el incremento de los factores productivos.

El índice de productividad total, es calculado como el porcentaje de un índice de los productos agregado a un índice de los factores productivos, en tal virtud el

crecimiento de la productividad total de los factores, es el porcentaje de crecimiento en las salidas totales, menos el porcentaje del crecimiento de los factores productivos iniciales.

### 1.7.1 Construcción del índice de productividad total de los factores

Para la medición de la productividad total de los factores a través de índices, se define que la PTF como la relación del índice de salida Q respecto de un índice de entrada P, como se expresa en la fórmula 12.

$$TPF = \frac{Q}{P} \quad [12]$$

Donde:

TPF= productividad total de los factores

Q= Índice de salida (índice del producto generado)

P= Índice de entrada (índice de factor de entrada)

Los números índices corresponden a funciones de producción específica, como es el caso del índice de divisa que funciona adecuadamente para funciones de producción continuas que son homogéneas en insumos y productos (Olavarría & Boris, 2004). Una aproximación discreta del índice de divisa, es el índice de Tornqvist, que se puede considerar exacto para funciones de producción translogarítmicas. El índice de Tornqvist supone que el nivel de eficiencia de producción es constante, hay que considerar que este método permite utilizar datos resumidos, que si se quisiera medir los cambios de eficiencia en el tiempo se requeriría datos de panel, es decir datos de múltiples fenómenos a lo largo de periodos temporales (Capalbo & Anthle, 1988).

El índice de Tornqvist se expresa en la fórmula 13 (Olavarría & Boris, 2004).

$$\ln\left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}}\right) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m (S_{it} + S_{it-1}) \ln\left(\frac{Y_{it}}{Y_{it-1}}\right) \quad [13]$$

Donde:

$S_{it}$ =es la proporción generada por el producto  $Y_i$  en el periodo t, valorado a precio del año anterior.

Con esta definición se puede indicar que  $S_{it}$  y  $S_{it-1}$  se expresan en la fórmula 14 y 15.

$$S_{it} = \frac{P_{it-1}Y_{it}}{\sum_{i=1}^m P_{it-1}Y_{it}} \quad y \quad [14]$$

$$S_{it-1} = \frac{P_{it-2}Y_{it-1}}{\sum_{i=1}^m P_{it-2}Y_{it-1}} \quad [15]$$

Así también el índice correspondiente para los factores es

$$\ln\left(\frac{X_t}{X_{t-1}}\right) = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m (C_{jt} + C_{jt-1}) \ln\left(\frac{X_{jt}}{X_{jt-1}}\right) \quad [16]$$

Donde:

C<sub>jt</sub>: es la proporción del costo total del factor j en el periodo t

Una vez que se ha definido el índice para el producto como para el factor de producción, la productividad total de los factores (PTF) se detalla en la fórmula 17 y 18 (Olavarría & Boris, 2004).

$$\ln\left(\frac{PTF_t}{PTF_{t-1}}\right) = \ln\left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}}\right) - \ln\left(\frac{X_t}{X_{t-1}}\right) \quad [17]$$

$$= \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m (S_{it} + S_{it-1}) \ln\left(\frac{Y_{it}}{Y_{it-1}}\right) - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m (C_{jt} + C_{jt-1}) \ln\left(\frac{X_{jt}}{X_{jt-1}}\right) \quad [18]$$

### 1.7.1.1 Análisis de envolvente de datos (DEA)

El modelo DEA (Data Envelopment Analysis) fue propuesto por M.J Farrell en el año de 1959 en un artículo llamado "*The measurement of productive efficiency*", en este artículo se exponía como optimizar la programación matemática con el objetivo de medir la eficiencia técnica, dado que se tenía una entrada simple y una salida; posteriormente Edwards – Rhodes realizaron una ampliación al método planteado por M.J Farrell, en el cual obtuvieron un modelo de optimización con varias entradas, varias salidas y una medida adecuada de eficiencia productiva.

Charnes y Rhodes en el año de 1978 utilizaron la programación lineal para medir la eficiencia técnica para el caso de múltiples entradas y múltiples salidas, con lo cual publicaron el "*Measuring the Efficiency of decision making units*", lo que se conoce formalmente como el origen del DEA (Saborino, 2013).

El método DEA es empleado en el análisis de la eficiencia de un número determinado de productores, para esto el método DEA compara cada producto con el mejor de ellos, en la metodología DEA se define DMU (unidades tomadoras de decisiones - Decision Making Unit) a cada producto o unidad de fabricación (Saborino, 2013).

### 1.7.1.2 Planteamiento matemático del modelo DEA

El desarrollo matemático del método DEA se fundamenta en la optimización de la función objetivo  $\theta$ , fórmula 19.

$$Max \theta = \frac{\mu_1 y_{1o} + \mu_2 y_{2o} + \dots + \mu_r y_{ro}}{v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \dots + v_m x_{mo}} = \frac{\sum_{r=1}^s \mu_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \quad [19]$$

La fórmula 19 está sujeta a:

$$\frac{\mu_1 y_{11} + \mu_2 y_{21} + \dots + \mu_r y_{r1}}{v_1 x_{11} + v_2 x_{21} + \dots + v_m x_{m1}} = \frac{\sum_{r=1}^s \mu_r y_{r1}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i1}} \leq 1 \quad [20]$$

$$\frac{\mu_1 y_{12} + \mu_2 y_{22} + \dots + \mu_r y_{r2}}{v_1 x_{12} + v_2 x_{22} + \dots + v_m x_{m2}} = \frac{\sum_{r=1}^s \mu_r y_{r2}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i2}} \leq 1 \quad [21]$$

$$\frac{\mu_1 y_{1o} + \mu_2 y_{2o} + \dots + \mu_r y_{ro}}{v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \dots + v_m x_{mo}} = \frac{\sum_{r=1}^s \mu_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \leq 1 \quad [22]$$

$$\frac{\mu_1 y_{1j} + \mu_2 y_{2j} + \dots + \mu_r y_{rj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_m x_{mj}} = \frac{\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad [23]$$

$$\mu_1, \dots, \mu_s > 0 \quad y \quad v_1, \dots, v_m \geq 0 \quad [24]$$

Donde

$j$ = el número de unidades que serán evaluadas con el método DEA

$\theta$ = función objetivo (medida de eficiencia)

$y$ = cantidad de salida genérica  $i$ -ésimo en la unidad organizativa  $j$ -ésima

$x$ = cantidad de entrada genérica  $i$ -ésimo en la unidad organizativa  $j$ -ésima

$i$ = número de entradas

$r$ = número de salidas generadas



$u_r$ =coeficiente o peso asignado por la DEA para las salidas  $r$   
 $v_i$ = coeficiente o peso asignado por la DEA para las entradas  $i$

Se trata de un modelo matemático de programación lineal en el cual las variables muestran los pesos más propicios para la unidad tomadora de decisión (DMU)  $j$ -ésima, en la cual se obtiene un número escalar que representara la mínima cantidad a lo que se puede disminuir los inputs (materia prima), considerando que la cantidad producida (productos) permanezca constante.

Con el uso del método DEA, se realizan simultáneamente dos procesos que son: la obtención de la frontera eficiente al maximizar los productos generados dado un nivel de materia prima, y la estimación de la ineficiencia la cual se calcula como la distancia a la frontera de cada empresa que está siendo parte del análisis, considerando que las dos tienen la misma tecnología.

El modelo DEA se puede clasificar en función de los rendimientos de escala, mismos que caracterizan a la tecnología de producción, así como también se los puede clasificar por la orientación de los modelos, los cuales pueden ser modelos orientados a los inputs y modelos orientados a los outputs.

Los modelos escritos a continuación son variaciones al modelo original

- El modelo ratio
- Modelo CCR- input
- Modelo CCR- output
- Modelo BBC-input
- Modelo BBC-output

El modelo BCC fue establecido por Banker, Charnes y Cooper, en 1984 y es considerado una actualización al modelo clásico CCR, la innovación planteada en el método BCC es la posibilidad de considerar inputs no constantes.

### **1.7.1.3 Eficiencia de escala**

El incremento simultaneo y proporcional de todos los inputs se conoce como rendimientos de escala, estos rendimientos pueden ser crecientes, decrecientes y constantes, esto dependerá del comportamiento de la producción. Cuando la

producción sufre cambios proporcionales a los cambios de los inputs son considerados como rendimientos de escala constante, si el aumento en porcentaje de la producción es mayor al crecimiento de los inputs, se considera eficiencia creciente y si por lo contrario el crecimiento porcentual de la producción es menor al crecimiento de los inputs, se considera de eficiencia decreciente.

Cuando se considera que las empresas pueden alcanzar su productividad independientemente de su tamaño y que todas las unidades de producción (DMU) tienen como punto de comparación a la unidad de mayor productividad, se dice que estamos ante una escala de rendimiento constante, esta escala de eficiencia se la representa como una recta similar a la mostrada en la figura 8.

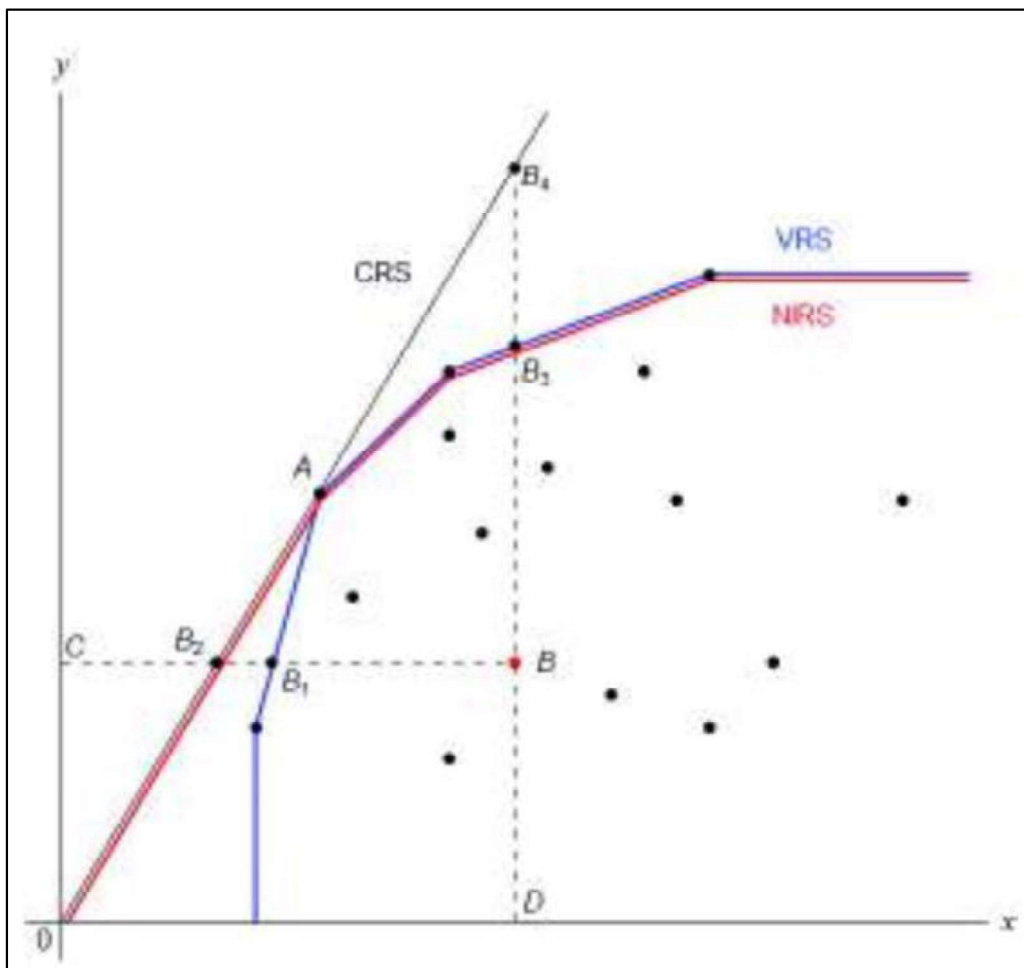


Figura 8 - CRS y VRS Para una entrada y una salida (Alvear, 2018).

En la figura 8 se puede identificar que la escala de rendimiento constante, como su nombre lo indica tiene una tendencia de crecimiento constante, sin embargo, la

eficiencia técnica no siempre es de crecimiento constante, la eficiencia puede cambiar a lo largo de los diferentes periodos e inclusive pueden decrecer, a esto se le conoce como escalas de retorno variable (VRS).

#### 1.7.1.4 Tipos de orientación del método DEA

Como se estableció con anterioridad el método DEA puede tener dos orientaciones, ya sea al input como al output. Las orientaciones hacia el input buscan reducir al máximo el vector de los inputs, mientras que la frontera de producción permanece constante, lo que sugiere que la productividad alcance los valores de la productividad de referencia (la mejor productividad de las DMU) con el menor consumo de materia prima, esto se puede ver representado en la figura 9.

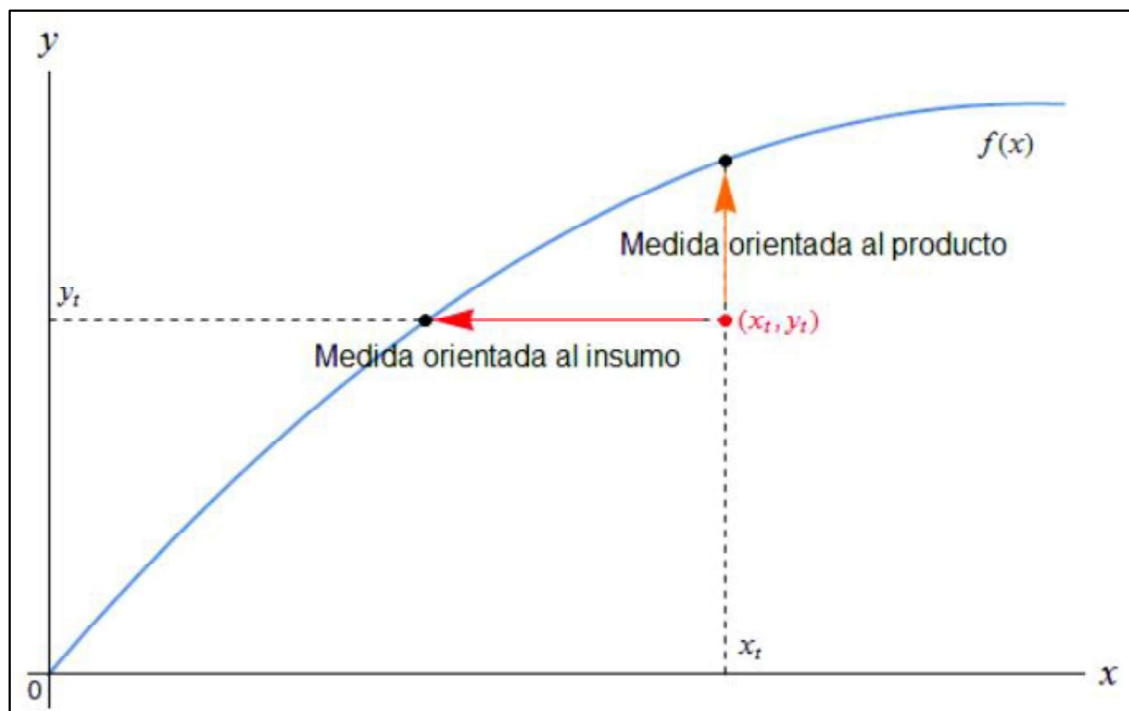


Figura 9 - Comparación entre medidas de producción orientadas al producto o a los insumos (Alvear, 2018).

En la figura 10 se identifica la frontera de la unidad de toma de decisiones (DMU) con orientación al input y está ubicada en la parte inferior considerando que los puntos de frontera son los que expresan la minimización de los inputs.

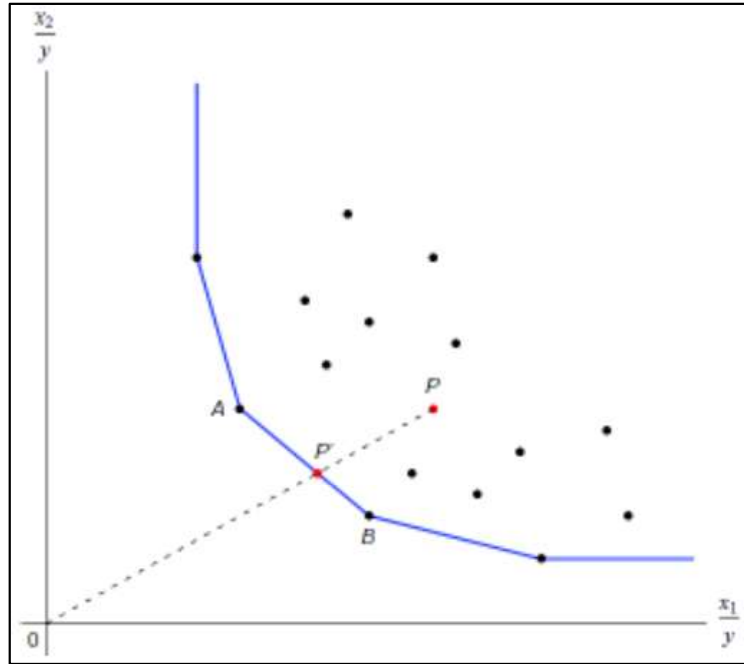


Figura 10 - **Frontera con orientación al input (Alvear, 2018).**

Los modelos orientados hacia el output buscan el incremento de los outputs, siempre y cuando se encuentren dentro de las fronteras de la producción, este modelo logra maximizar los outputs manteniendo el nivel de consumo de la materia prima (inputs), en la figura 11 se evidencia un modelo orientado a los outputs.

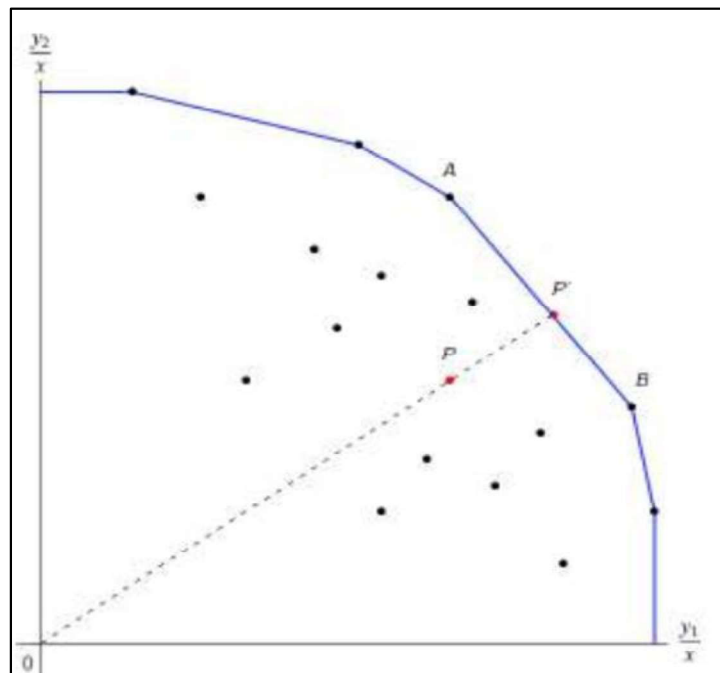


Figura 11 - **Frontera con orientación al output (Alvear, 2018).**

### 1.7.2 El índice de Malmquist

El índice de productividad de Malmquist (MPI), es un índice multilateral que refleja el incremento de la productividad total de los factores (PTF) considerando una sola unidad productiva (DMU), el índice de Malmquist indica el cambio en la eficiencia asociados a los cambios tecnológicos a través del tiempo (Caves, Chistensen, & Diewert, 1982).

El índice de Malmquist analiza los rendimientos a partir de la distancia relativa, esto asociado a su capacidad de identificar los cambios en la productividad, con esta consideración la distancia entre la frontera y los puntos de producción indican el grado de eficiencia técnica. El índice de Malmquist mide explícitamente el cambio productivo considerando que la tecnología se desarrolla en rendimientos constantes en todos sus puntos.

El índice de Malmquist mide la alteración en la productividad relativa de una organización entre dos periodos de tiempo, esto se basa en calcular la distancia entre la tecnología y la unidad productiva (DMU), en cada uno de los periodos que se esté analizando, si se considera la tecnología de producción para un tiempo  $t$  se puede definir las salidas como el vector outputs, que se produce a partir de un vector de entradas  $x$  como se muestra en la fórmula 25 (Caves, Chistensen, & Diewert, 1982).

$$P^t(x) = \{y^t: (x^t, y^t \text{ es posible})\} \quad [25]$$

Cuando  $P^t$  cumple con los principios definidos, se dice que la función de distancia para el output se expresa con la expresión 26

$$D^t(x^t, y^t) = \min\{\theta: (y^t/\theta) \in p^t(X)\} \leq 1 \quad [26]$$

Cuando el índice de Malmquist es analizada a distancias que están asociadas a dos lapsos de tiempo diferentes, es decir para un lapso de tiempo  $s$  posterior, se define en la fórmula 27.

$$D^t(x^s, y^s) = \min\{\theta: (y^s/\theta) \in p^t(X)\} \quad [27]$$

Con esta expresión se determina la variación proporcional de la distancia en el tiempo  $s$ , asociada directamente con la tecnología del momento.

Una vez que se ha desarrollado los índices de Malmquist, para los periodos de tiempo  $t$  y un tiempo posterior  $s$ , se puede establecer que el índice de productividad está definido con la fórmula 28.

$$M^t = \frac{D^t(x^s, y^s)}{D^t(x^t, y^t)} \quad [28]$$

Con el fin de establecer los parámetros de análisis respecto al índice de Malmquist, si se obtiene un índice superior a uno, significa que la productividad en el lapso de tiempo  $s$ , es mayor a la productividad en el lapso  $t$ , por lo tanto existe un incremento en la productividad, para el caso en que el índice de Malmquist sea menor a uno, se entiende que la productividad en el lapso de tiempo  $s$ , es menor a la productividad en el lapso  $t$ , por lo tanto se entiende que hay un retroceso en la productividad.

### 1.7.2.1 Cálculo del índice de Malmquist a partir de la metodología DEA

Cuando se dispone de un grupo de datos, tanto de entrada y de salida para periodos diferentes de tiempo, se puede calcular el índice de envolvente (DEA), utilizando la fórmula 29 (Jacome, 2018).

$$m_0(y_{t+1}, x_{t+1}, y_t, x_t) = \left[ \frac{d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^t(x_t, y_t)} * \frac{d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad [29]$$

Para esto se debe desarrollar cuatro funciones de distancia, las que indican los periodos en los cuales se está analizando el cambio en la productividad.

Para el análisis es necesario considerar un rendimiento de escala orientado a los outputs (CRS), como el presentado en la ecuación 30 (Jacome, 2018).

$$St \quad [d_0^t(x_t, y_t)]^{-1} = \max_{\phi, \lambda} \phi, \quad [30]$$

$$\begin{aligned}
-\phi y_{it} + y_t \lambda &\geq 0, \\
x_{it} - x_{it-1} \lambda &> 0 \\
\lambda &> 0
\end{aligned}$$

En la ecuación 31 se muestran variaciones de la ecuación 30, considerando la frontera de producción de otro periodo (Jacome, 2018).

$$\begin{aligned}
[do^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})]^{-1} &= \max_{\phi \lambda} \phi, \\
\text{St} \quad -\phi y_{it+1} + y_{t+1} \lambda &\geq 0, \\
x_{it+1} - x_{t+1} \lambda &> 0 \\
\lambda &> 0
\end{aligned} \tag{31}$$

$$\begin{aligned}
[do^t(x_{t+1}, y_{t+1})]^{-1} &= \max_{\phi \lambda} \phi, \\
\text{St} \quad -\phi y_{it+1} + y_{t+1} \lambda &\geq 0, \\
x_{it+1} - x_t \lambda &> 0 \\
\lambda &> 0
\end{aligned} \tag{32}$$

$$\begin{aligned}
[do^{t+1}(x_t, y_t)]^{-1} &= \max_{\phi \lambda} \phi, \\
\text{St} \quad -\phi y_{it} + y_{t+1} \lambda &\geq 0, \\
x_{it} - x_{t+1} \lambda &> 0 \\
\lambda &> 0
\end{aligned} \tag{33}$$

## 1.8 Evaluación de impacto

La evaluación de impacto permite cuantificar rigurosamente el efecto que se puede atribuir a una intervención específica. Aplicada a la política pública, también brinda la posibilidad de conocer el impacto de las iniciativas políticas. Existen 5 razones para realizar la evaluación de impacto las cuales son: mejorar la efectividad de una política, invertir mejor los recursos públicos, conseguir financiamiento, generar evidencia valiosa para los demás y rendir cuentas a la ciudadanía (Banco de desarrollo de América Latina, 2019).

El impacto es entendido como el cambio producido en una población, comparado con lo que habría sucedido si no hubiera intervenido en ella, a esto se le conoce como contrafactual. Para esto se asume que es posible medir los efectos netos de la aplicación de algún programa, para lo cual se recurre a la experimentación (Garcia & Cardozo, 2017).

La evaluación de impacto esta caracterizada por tres elementos que son: el marco temporal (el momento en el cual se está desarrollando la intervención del programa), la diferencia respecto al termino de resultados y el ámbito donde se producen los impactos (Garcia & Cardozo, 2017).

La evaluación de impacto busca apoyar las políticas basadas en la evidencia, busca valorar periódicamente dichas políticas o programas, ya sea que se encuentren en ejecución o no. Es utilizada para contestar preguntas características relacionadas con el diseño, la implementación y los resultados, estas se las realiza en instantes específicos de tiempo (Gunarathna, 2017), la formula básica para la evaluación de impacto es la siguiente:

$$\Delta = (Y|P = 1) - (Y|P = 0) \quad [34]$$

Donde:

$\Delta$ = impacto causal

P= programa

Y= resultado

Las preguntas que se puede responder una evaluación de impacto son (Gunarathna, 2017):

*Preguntas descriptivas:* señalan a lo que está sucediendo. Se enfocan en los procesos, las condiciones, las relaciones organizacionales y las opiniones de los sujetos de interés.

*Preguntas normativas:* contrastan lo que ocurre con lo que se esperaba que ocurra. Analizan las actividades e investigan el cumplimiento de los objetivos. las preguntas pueden utilizarse en: insumos, actividades y productos.

*Preguntas de causa y efecto:* se enfocan en las atribuciones. Buscan las diferencias que causa la intervención a los resultados.



### **1.8.1 Métodos de evaluación de impacto**

Existen varios métodos disponibles para la medición de impacto, la elección del método a utilizar dependerá de la pregunta que se busque responder, cabe indicar que cada uno de los métodos tienen sus ventajas y desventajas. (Gunarathna, 2017) propone los siguientes métodos.

- Asignación aleatoria
- Las variables instrumentales
- Diseño de regresión discontinua
- Pareamiento
- Diferencias en diferencias

Para poder describir en que consiste cada uno de los métodos indicados por (Gunarathna, 2017), es necesario definir el concepto de contrafactual. Contrafactual se define como el resultado (Y), que se habría esperado para un participante del programa(P), que se esté analizando, en ausencia de dicho programa (P), como este concepto de contrafactual no se puede observar, es necesario que se lo estime. Para la estimación del contrafactual, se requiere establecer un grupo de comparación, ya que sin el contrafactual no se puede establecer el impacto verdadero; sin embargo, este grupo de comparación debe tener las mismas cualidades del grupo de estudio.

#### **1.8.1.1 Asignación aleatoria**

Para la evaluación de impacto se busca que los grupos que se analicen representen a todos los grupos que se beneficiaron y que no haya existido un determinado sesgo en el programa que se requiere evaluar. En tal virtud el método de asignación aleatoria busca elegir a los grupos a beneficiarse mediante la selección aleatoria, tratando que el grupo seleccionado para la intervención haya sido elegido de manera imparcial, en este método se asume que la administración puede garantizar que los programas determinan quiénes son los participantes viables, dejando de lado a varios y afirmando que otros participen.

### **1.8.1.2 Las variables instrumentales**

Para las variables instrumentales se considera que en la realidad la administración no puede garantizar un cumplimiento pleno de que los participantes que salieron favorecidos efectivamente cumplan el programa y que también los participantes que fueron descartados no lo hagan, esto por situaciones financieras, organizacionales o de cualquier otra índole. Razón por la cual se considera que interviene un factor externo a los grupos de tratamiento.

### **1.8.1.3 Diseño de regresión discontinua**

El diseño de regresión discontinua se utiliza cuando los programas tienen un índice para calificar a los beneficiarios o no beneficiarios, por ejemplo, los programas de acceso a la universidad están destinados para los estudiantes que hayan sacado los puntajes más altos en los exámenes de ingreso, es decir al banco de elegibles para el ingreso a la universidad esta sesgado únicamente para los que hayan sacado un puntaje determinado.

### **1.8.1.4 Pareamiento**

Este método busca construir un grupo de cotejo que cumpla con las tipologías del grupo que se encuentra participando en el programa que se esté analizando, la construcción del grupo de comparación se lo realiza utilizando una base de datos y con la ayuda de herramientas estadísticas.

### **1.8.1.5 El método de diferencias en diferencias (DD).**

Este método a diferencia de los métodos antes mencionados utiliza la regla menos clara para seleccionar a los beneficiarios del programa, este método contrasta los resultados a lo largo del tiempo entre un grupo inscrito en el programa o proyecto (grupo de tratamiento) y de otro que no está inscrito (grupo de comparación), esto permite corregir las diferencias que existan en los grupos de tratamiento y comparación, considerando que estas diferencias permanezcan en el tiempo.

El cálculo del impacto para el método de diferencias en diferencias se la calcula con fórmula 35 (Gunarathna, 2017).

$$IDD = (B - A) - (D - C) \quad [35]$$

Donde:

IDD = Impacto de la diferencia en diferencias

B = El estado del grupo que si participo del programa después de la intervención del programa.

A = El estado del grupo que si participo del programa antes de la intervención del programa.

D = El estado del grupo que no participo del programa después de la intervención del programa.

C = El estado del grupo que si participo del programa antes de la intervención del programa.

Procedimiento de cálculo del impacto del método de diferencias en diferencias

- 1) Es necesario calcular el resultado entre los escenarios antes y después para el grupo de tratamiento, fórmula 36.

$$Y = B - A \quad [36]$$

Donde:

B = El estado del grupo que si participo del programa después de la intervención del programa

A = el estado del grupo que si participo del programa antes de la intervención del programa

- 2) Calcular el resultado entre los escenarios anterior y posterior para el grupo de comparación, fórmula 37.

$$Y' = D - C \quad [37]$$

Donde:

D = El estado del grupo que no participo del programa después de la intervención del programa

C = El estado del grupo que si participo del programa antes de la intervención del programa

- 3) Calcular la diferencia del resultado del grupo de tratamiento y la diferencia del grupo de comparación.

Impacto de DD= Y-Y'

## **2. METODOLOGÍA**

Esta investigación consta de cuatro objetivos específicos, los cuales se abordará en dos fases de carácter cuantitativo.

- La primera fase, está orientada a cumplir con el primer objetivo específico: Identificar las variables críticas que determinan la productividad del sector agrícola en la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael, cantón Bolívar, provincia del Carchi.
- La segunda fase de la investigación está orientada a cumplir con los objetivos específicos restantes: Determinar la productividad del sector agrícola en la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael, cantón Bolívar, provincia del Carchi, antes de la implementación del riego por goteo; Determinar la productividad del sector agrícola en la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael, cantón Bolívar, provincia del Carchi, una vez implementado el riego por goteo y finalmente, Comparar y correlacionar los resultados obtenidos.

### **2.1 Enfoque del proyecto**

La investigación busca recolectar datos mediante encuestas, que serán cuantificables y se llevarán a cabo a través de procesos estandarizados, resultando datos numéricos, que serán analizados con herramientas estadísticas. Se recalca, que las decisiones críticas sobre recolección y tipo de datos se las tomara previo a la recolección de datos. Por esta razón, se ha calificado el enfoque de esta investigación como cuantitativa (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 5).

### **2.2 Alcance del Proyecto de investigación**

Acorde al plan de trabajo planteado en la investigación, se procederá a recolectar la información y a buscar las propiedades específicas que caracterizan a la productividad y sus factores utilizando herramientas estadísticas, razón por la cual, se ha definido a la investigación con un alcance descriptivo, esto concuerda con el criterio de proyecto descriptivo:

*“Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren.”* (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

En la primera parte de la investigación se procederá a levantar información mediante encuestas utilizando la técnica de Likert, en el cual se busca identificar que factor de producción es el más importante para la organización analizada.

En la segunda parte de la investigación se utilizará el método DEA, para lo cual las variables de entrada serán: el activo fijo, los gastos y los sueldos; y las variables de salida para el caso serán los valores de venta de los productos.

*Variables de entrada:*

Activo Fijo: son los activos que se emplean en las operaciones de la empresa u organización, se caracterizan por tener una vida útil superior a un año, estos pueden ser: los inmuebles, el mobiliario y demás equipos de producción (Meza, 1996).

Gastos: es la cuantificación monetaria de los bienes y servicios que recibe y emplea una organización en un determinado periodo de actividad económica (Fullana & José, 2008).

Sueldos y salarios: son las remuneraciones otorgadas a los trabajadores de una organización a cambio de su colaboración, estos pueden ser fijos o variables.

*Variables de salida:* en una organización las variables de salida son las ventas, las cuales se definen como la transacción por la cual un individuo se obliga a transferir un bien, servicio o derecho a otro individuo, el cual en correspondencia se obliga a pagar una cantidad de dinero previamente establecida (Hernández G. , 2006).

El impacto en la productividad del sector agrícola en la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael se analizará mediante el índice de productividad de Malmquist (MPI), es un índice multilateral que refleja el incremento de la

productividad total de los factores (PTF). El índice de Malmquist mide el cambio en la productividad relativa de una organización entre dos periodos de tiempo, esto se basa en calcular la distancia entre la tecnología y la unidad productiva (DMU) en cada uno de los periodos que se esté analizando, esto nos permitirá obtener la variación en la productividad en dos instantes de tiempo distintas (antes de la implementación del proyecto PIT y después de la Implementación de dicho proyecto) (Caves, Chistensen, & Diewert, 1982).

### **2.3 Diseño de la investigación**

La investigación busca evitar la manipulación deliberada de variables y observará a los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos, por esta razón, el diseño de la investigación es de carácter no experimental (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Dentro del diseño no experimental se identifica, que, el primer objetivo de la investigación será no experimental-transversal-exploratorio, ya que buscará evaluar los factores que inciden en la productividad en un punto del tiempo, es decir, en el momento de la investigación. La investigación será de carácter exploratorio, ya que se busca conocer a la variable o conjunto de variables (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

En la segunda fase, el diseño de la investigación es de carácter no experimental-longitudinal de tendencia (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014), donde se analizará los sucesos en diferentes momentos, esto es: antes de la implementación del riego por goteo y después de este suceso. Así también se buscará realizar un análisis de la evolución y sus efectos en la productividad.

### **2.4 Herramientas de la investigación**

En la investigación se utilizarán dos herramientas de investigación: en la primera fase se utilizará cuestionarios y herramientas estadísticas; en la segunda fase se trabajará con datos primarios y secundarios proporcionados por la Subsecretaría de Irrigación Parcelaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería, buscando calcular la productividad de acuerdo a las metodologías establecidas por la teoría, en particular se utilizará el método DEA, para el cálculo de la eficiencia, así como el

índice de productividad de Malmquist (MPI), para el cálculo de la variación de la productividad.

Los datos a utilizar para el desarrollo de la segunda fase, son:

- Padrón de beneficiarios de la asociación de Productores Agropecuarios San Rafael.
- Superficies de cultivo de: mandarina, aguacate, pepinillo y cebolla colorada, de cada beneficiario antes de la implementación del proyecto PIT.
- Superficies de cultivo de: mandarina, aguacate, pepinillo y cebolla colorada de cada beneficiario después de la implementación del proyecto PIT.
- Gastos de producción de mandarina, aguacate, pepinillo y cebolla colorada
- Costos de mano de obra en la producción de: mandarina, aguacate, pepinillo y cebolla colorada.
- Precios de venta de la mandarina, aguacate, pepinillo y cebolla colorada.

Nota: El proyecto Implementación del sistema de riego por goteo en la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael, cantón Bolívar provincia del Carchi, de donde se tomaron los datos, se adjunta en los Anexos II al IX.

## **2.5 Herramienta de análisis de datos**

### **2.5.1 Técnica de Likert**

En la primera etapa de la presente investigación se desarrolló la encuesta utilizando la técnica de Likert, la cual se validará acorde a los parámetros establecidos en la teoría específicamente en el capítulo uno, numeral 1.6.6.1., ver Anexo I (formato de encuesta).

### **2.5.2 Índice de análisis de datos (DEA)**

El análisis de envolvente de datos, es una metodología de programación matemática que nos ayudara al cálculo de la frontera de eficiencia, utilizando la combinación idónea de entradas y salidas, con esto se busca obtener la eficiencia de cada una de las unidades tomadoras de decisiones (DMU), considerando que los productores que determinen la frontera son denominados productores eficientes

y los demás son denominados ineficientes, este análisis DEA se realizará para los dos periodos de interés, que son, antes de la implementación del riego por goteo y después de la implementación del riego por goteo, con la ayuda del Software DEAP 2.1.

Para la presente investigación se utilizó los rendimientos de escala constante, considerando que todos los miembros de la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael están en las mismas condiciones: físicas, económicas y además tienen las mismas oportunidades (todos fueron beneficiados con la implementación del riego tecnificado). La orientación de la presente investigación será a los outputs, debido a que se busca maximizar las salidas, manteniendo constantes los insumos utilizados (inputs) (Saborido, 2013), el desarrollo matemático del método DEA esta explicado en la ecuación 19.

### **2.5.3 Índice de la productividad de Malmquist**

El índice de Malmquist de acuerdo a lo manifestado por la teoría, refleja la variación de la productividad total de las DMU, acorde a las modificaciones asociadas a la tecnología, el análisis se lo fundamento en los rendimientos en función de la distancia. Este método es uno de los mejores en la obtención de la eficiencia y la productividad (Martinez, Brambilla, & Garcia, 2013), el fundamento matemático para el desarrollo del índice de Malmquist está fundamentado en lo expresado en la ecuación 31.

### **2.5.4 Software DEAP 2.1**

El software DEAP 2.1 fue desarrollado por Tim Coelli de la universidad de Queensland, como parte de sus actividades de investigación, este programa se utiliza para construir fronteras de la DEA, para el cálculo de eficiencias técnicas y de costos, también es utilizado para el cálculo del índice de Malmquist, este software consta de tres opciones principales para el desarrollo del DEA:

- Los modelos estándar de rendimientos constantes (CRS) y rendimientos variables (VRS), esto implica el cálculo de eficiencia técnica y de escalas según corresponda.



- La extensión de los modelos descritos con anterioridad con el fin de tener en cuenta el costo y la eficiencia de asignación, y
- La aplicación del índice de Malmquist DEA a los datos del panel, para calcular los índices de alteración en la productividad total de los factores (TPF), cambio tecnológico, cambio de eficiencia de escala y cambio de eficiencia técnica.

El programa está desarrollado en DOS, para lo cual hay que generar: un archivo con instrucciones, un archivo con los datos y se generara un archivo con los resultados.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Análisis de resultados

##### 3.1.1 Importancia de los factores de producción

Para el objetivo específico número uno, se procedió a realizar la encuesta a los 31 beneficiarios (toda la asociación) de la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael. Una vez realizadas las encuestas y luego de utilizar la técnica de Likert con su debida validación, se obtuvo que en la mencionada asociación, el factor de producción más importante es la tierra, seguido muy de cerca por el factor productivo trabajo, en tercer grado de importancia se encuentra la tecnología, y dejando como factores menos importantes según la apreciación de la asociación están el factor empresa y capital, esto se puede apreciar en el figura 12, resaltando que la valoración máxima posible para cada uno de los factores productivos es de 775 puntos .

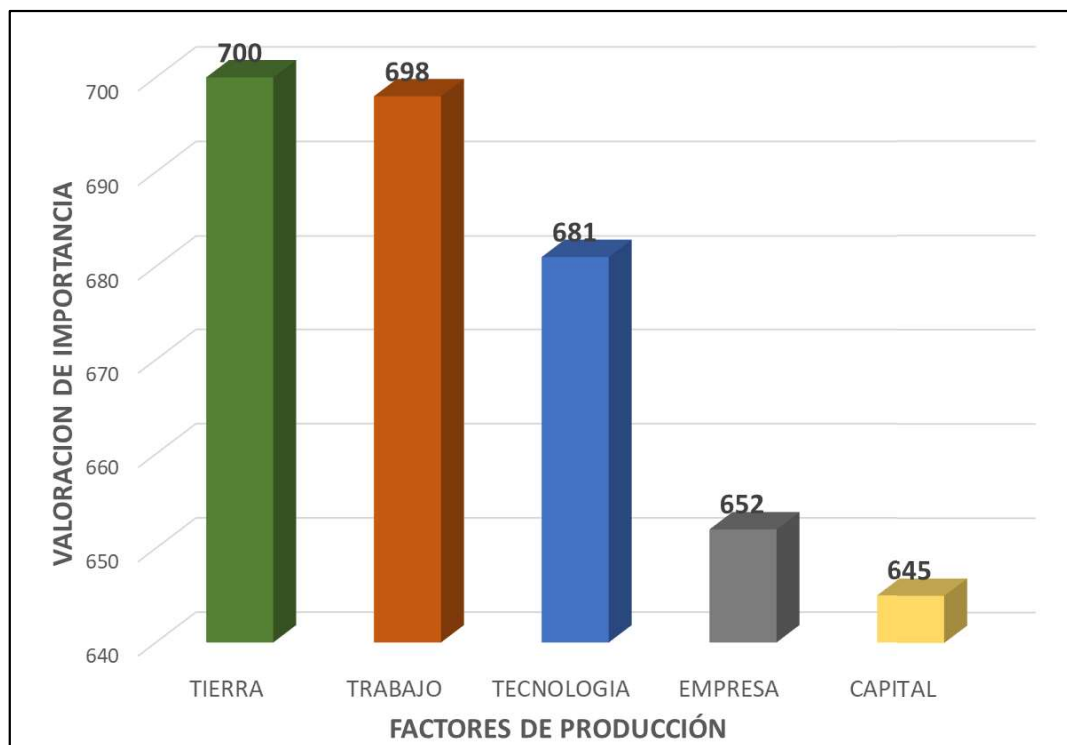


Figura 12 – Importancia de los Factores de Producción.

### **3.1.2 Análisis de la eficiencia productiva de la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael antes de la implementación del riego tecnificado**

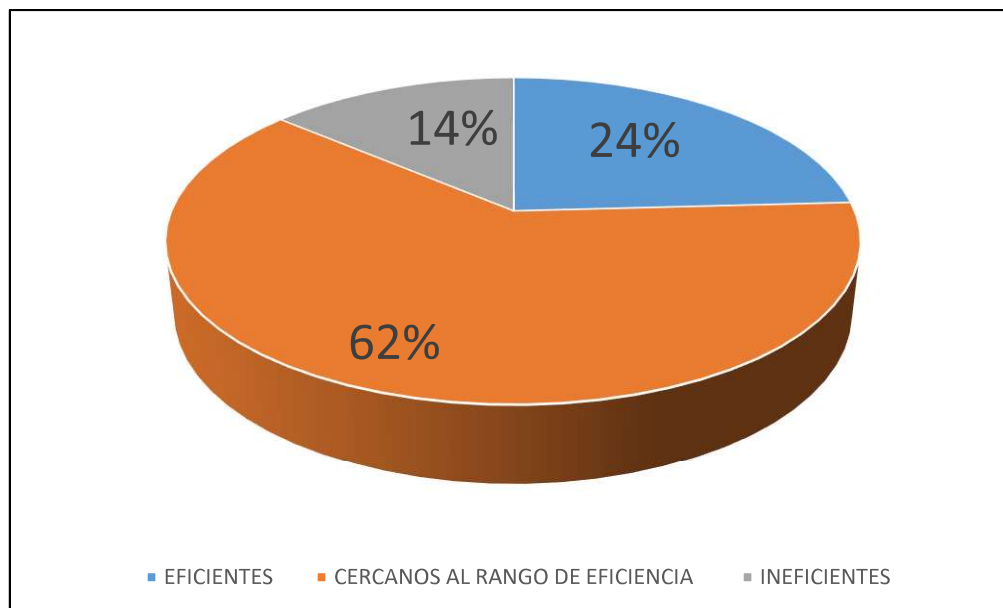
Con el fin de cumplir con los objetivos específicos dos y tres se procedió al cálculo de la eficiencia considerando que *“(..) el concepto de productividad técnicamente implica el producto promedio, es decir, por unidad de recurso. En el caso agrícola, la productividad usualmente se mide por unidad de tierra o de persona empleada. La productividad, en otras palabras, representa una medida de eficiencia al comparar la producción obtenida con los recursos utilizados en su obtención. También se la conoce como rendimientos...”* (Vélez & Castillo, 2013). Razón por la cual en el presente estudio, el cálculo de la eficiencia se la entiende como medida de la productividad.

Los datos utilizados tanto de inputs como de outputs, fueron tomados del informe técnico de Implementación del sistema de riego por goteo en la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael, cantón Bolívar, provincia del Carchi.

Se debe indicar que en la presente investigación, de los 31 beneficiarios de la asociación, se descartó al beneficiario 26 y 30 debido a que por razones personales, dichos beneficiarios no han realizado actividad agrícola ni antes ni después de la implementación del proyecto por parte del Ministerio de Agricultura.

**Tabla 3 – Eficiencia en la producción de la Asociación de productores Agropecuarios San Rafael antes de la implementación del riego tecnificado.**

Nº	NUM. BENEFICIARIO	TOTAL GASTOS	MANO DE OBRA	TOTAL ACTIVOS FIJOS	TOTAL INGRESOS ACTUAL	EFICIENCIA (PRODUCTIVIDAD) INICIAL
1	1	1.054,28	918,84	124.266,71	2.860,28	91,10%
2	2	824,78	828,33	124.266,71	2.076,89	84,60%
3	3	2.456,17	2.245,62	124.266,71	6.855,30	93,80%
4	4	2.569,09	1.670,31	124.266,71	5.551,07	86,10%
5	5	3.329,23	1.844,37	124.266,71	7.607,91	99,90%
6	6	2.405,61	1.461,84	124.266,71	5.804,89	100,00%
7	7	1.509,59	868,46	124.266,71	2.066,84	58,60%
8	8	1.807,29	1.755,40	124.266,71	4.731,86	88,00%
9	9	3.643,97	3.108,60	169.883,60	10.846,52	100,00%
10	10	2.655,26	2.452,59	150.483,31	7.335,34	92,80%
11	11	3.482,37	1.550,60	124.266,71	1.896,52	26,80%
12	12	3.933,64	1.897,60	124.266,71	6.276,07	75,20%
13	13	5.443,40	2.942,92	176.699,92	11.628,02	94,70%
14	14	3.768,89	3.785,12	168.834,94	9.490,53	84,60%
15	15	3.714,97	1.426,20	124.266,71	7.028,76	100,00%
16	16	935,07	939,09	124.266,71	2.354,61	84,60%
17	17	4.704,77	1.806,19	124.266,71	8.901,46	100,00%
18	18	4.870,91	2.840,18	124.266,71	10.883,01	96,60%
19	19	2.111,31	917,71	124.266,71	1.641,56	38,70%
20	20	2.696,60	2.385,29	122.169,38	7.769,28	96,80%
21	21	2.541,33	2.021,03	124.266,71	7.224,79	100,00%
22	22	1.879,73	1.784,98	176.699,92	5.045,16	90,20%
23	23	3.569,97	2.742,84	169.883,60	8.336,39	83,90%
24	24	2.037,01	1.947,50	124.266,71	5.427,37	89,50%
25	25	2.439,61	1.797,15	122.169,38	5.484,26	83,00%
26	27	1.183,87	904,23	124.266,71	3.279,53	100,00%
27	28	2.825,22	2.682,91	124.266,71	7.373,91	87,70%
28	29	4.642,00	3.960,00	124.266,71	13.817,22	100,00%
29	31	3.923,87	2.250,67	104.866,42	8.175,14	89,40%
<b>PROMEDIO</b>		2.860,68	1.990,92	132.656,02	6.474,84	87%



**Figura 13 – Porcentajes de Eficiencia antes de la implementación del riego tecnificado.**

De los resultados obtenidos en la tabla 3, se evidencia que: el 24% (7 beneficiarios) de las DMU`s correspondientes a los beneficiarios 6,9,15,17, 21, 26 y 28, se encuentran en la frontera de eficiencia; el 62% (18 beneficiarios) de las DMU`s se encuentran cercanas a la frontera de eficiencia y el 14% (4 beneficiarios) de las DMU`s son ineficientes, siendo la menos eficiente el beneficiario número 11.

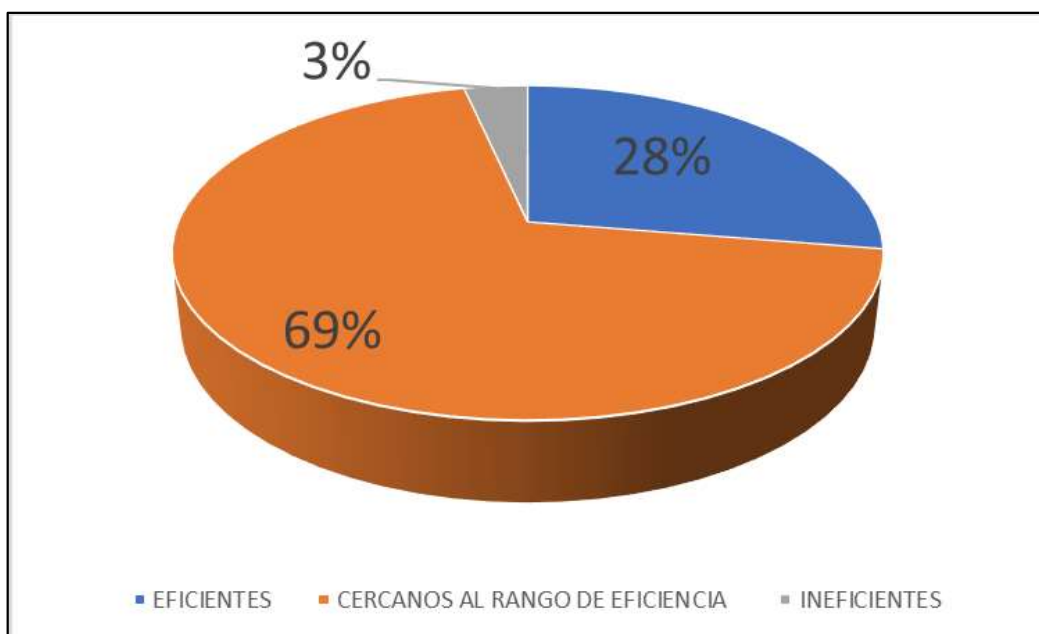
### **3.1.3 Análisis de la eficiencia de la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael después de la implementación del riego tecnificado.**

Los datos utilizados tanto de inputs como de outputs fueron tomados del informe técnico Implementación del sistema de riego por goteo en la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael, cantón Bolívar, provincia del Carchi y además fueron datos levantados en campo por el autor.

Tabla 4 – Eficiencia en la producción de la asociación de Productores Agropecuarios San Rafael después de la implementación del riego tecnificado.

Nº	Nº LOTE o predio	TOTAL GASTOS	MANO DE OBRA	TOTAL ACTIVOS FIJOS	TOTAL INGRESOS ACTUAL	EFICIENCIA (PRODUCTIVIDAD) FINAL
1	1	7.471,11	3.583,19	124.266,71	15.175,45	95,80%
2	2	7.362,24	3.294,92	124.266,71	14.233,03	94,50%
3	3	3.025,75	2.919,60	124.266,71	9.972,79	100,00%
4	4	9.575,23	3.948,22	124.266,71	18.745,75	100,00%
5	5	5.570,83	3.600,16	124.266,71	13.222,56	94,60%
6	6	7.585,49	3.456,59	124.266,71	15.610,44	99,60%
7	7	3.796,05	2.835,57	124.266,71	8.897,29	84,40%
8	8	9.460,85	3.660,66	124.266,71	17.272,31	98,60%
9	9	4.061,75	3.465,00	169.883,60	12.090,07	97,80%
10	10	1.160,50	2.232,49	150.483,31	6.569,64	99,30%
11	11	4.064,94	2.046,63	124.266,71	3.624,94	40,80%
12	12	7.145,63	3.121,89	124.266,71	12.341,23	85,50%
13	13	7.293,05	3.567,95	176.699,92	14.364,86	91,50%
14	14	10.279,98	3.946,54	168.834,94	19.449,82	100,00%
15	15	3.700,79	1.420,75	124.266,71	7.001,94	100,00%
16	16	5.481,36	3.618,67	124.266,71	13.361,81	95,90%
17	17	8.290,24	3.454,91	124.266,71	16.314,52	99,90%
18	18	6.486,84	3.046,25	124.266,71	13.280,70	97,40%
19	19	12.031,64	4.726,51	124.266,71	20.403,79	100,00%
20	20	15.198,18	3.794,87	122.169,38	16.080,83	89,00%
21	21	3.150,25	1.481,64	124.266,71	6.589,61	99,30%
22	22	8.383,08	3.534,11	176.699,92	16.590,86	99,70%
23	23	5.790,04	3.376,42	169.883,60	12.317,14	89,20%
24	24	649,88	1.947,50	124.266,71	5.427,37	100,00%
25	25	8.359,87	3.514,31	122.169,38	16.521,78	99,90%
26	27	6.091,60	2.785,07	124.266,71	12.557,44	99,50%
27	28	2.321,00	1.980,00	124.266,71	6.908,61	97,50%
28	29	4.642,00	3.960,00	124.266,71	13.817,22	100,00%
29	31	1.285,00	493,32	104.866,42	2.431,23	100,00%

<b>PROMEDIO</b>	<b>6.197,07</b>	<b>3.062,54</b>	<b>132.656,02</b>	<b>12.454,31</b>	<b>95%</b>
-----------------	-----------------	-----------------	-------------------	------------------	------------



**Figura 14 - Porcentajes de Eficiencia después de la implementación del riego tecnificado.**

De los resultados obtenidos en la tabla 4 se evidencia que: el 28% (8 beneficiarios) de las DMU`s correspondientes a los beneficiarios 3,4,14,15,19, 24, 28 y 29, se encuentran en la frontera de eficiencia; el 69% (20 beneficiarios) de las DMU`s se encuentran cercanas a la frontera de eficiencia y el 3 % (1 beneficiario) DMU`s es ineficiente, siendo el único ineficiente el beneficiario número 11.

#### **3.1.4 Resumen de resultados de cambio en la eficiencia**

Se ha procedió a comparar la eficiencia promedio para cada una de las DMU`s, así como la eficiencia promedio para cada uno de los periodos analizados, de lo cual se ha obtenido el siguiente cuadro de resultados.

Tabla 5 – Resumen de resultados de eficiencia y eficiencia promedio.

Nº	Nº LOTE o predio	EFICIENCIA INICIAL	EFICIENCIA FINAL	EFICIENCIA PROMEDIO	VARIACIÓN DE EFICIENCIA
1	1	91,10%	95,80%	93,45%	4,70%
2	2	84,60%	94,50%	89,55%	9,90%
3	3	93,80%	100,00%	96,90%	6,20%
4	4	86,10%	100,00%	93,05%	13,90%
5	5	99,90%	94,60%	97,25%	-5,30%
6	6	100,00%	99,60%	99,80%	-0,40%
7	7	58,60%	84,40%	71,50%	25,80%
8	8	88,00%	98,60%	93,30%	10,60%
9	9	100,00%	97,80%	98,90%	-2,20%
10	10	92,80%	99,30%	96,05%	6,50%
11	11	26,80%	40,80%	33,80%	14,00%
12	12	75,20%	85,50%	80,35%	10,30%
13	13	94,70%	91,50%	93,10%	-3,20%
14	14	84,60%	100,00%	92,30%	15,40%
15	15	100,00%	100,00%	100,00%	0,00%
16	16	84,60%	95,90%	90,25%	11,30%
17	17	100,00%	99,90%	99,95%	-0,10%
18	18	96,60%	97,40%	97,00%	0,80%
19	19	38,70%	100,00%	69,35%	61,30%
20	20	96,80%	89,00%	92,90%	-7,80%
21	21	100,00%	99,30%	99,65%	-0,70%
22	22	90,20%	99,70%	94,95%	9,50%
23	23	83,90%	89,20%	86,55%	5,30%
24	24	89,50%	100,00%	94,75%	10,50%
25	25	83,00%	99,90%	91,45%	16,90%
26	27	100,00%	99,50%	99,75%	-0,50%
27	28	87,70%	97,50%	92,60%	9,80%
28	29	100,00%	100,00%	100,00%	0,00%
29	31	89,40%	100,00%	94,70%	10,60%

<b>PROMEDIO</b>	<b>86,78%</b>	<b>94,82%</b>	<b>90,80%</b>	<b>8,04%</b>
-----------------	---------------	---------------	---------------	--------------



Se puede observar que la eficiencia en la asociación en términos generales se ha incrementado un 8,04%, pasando de una eficiencia promedio de 86,78% a una eficiencia de 94,82%.

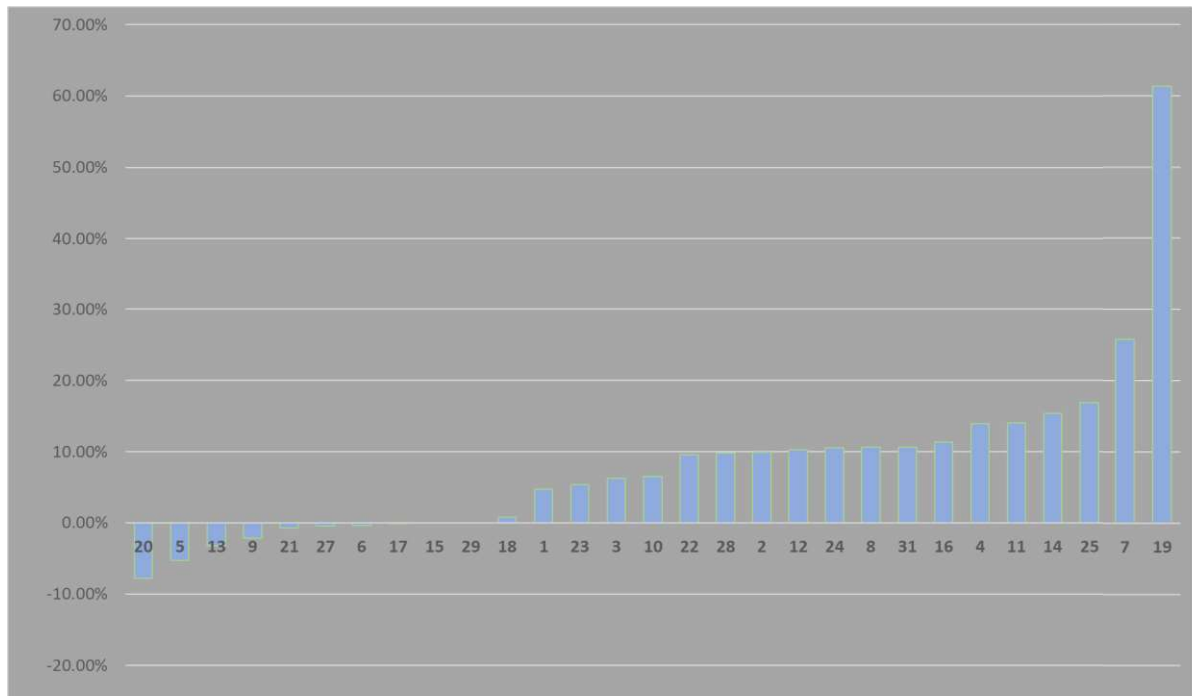
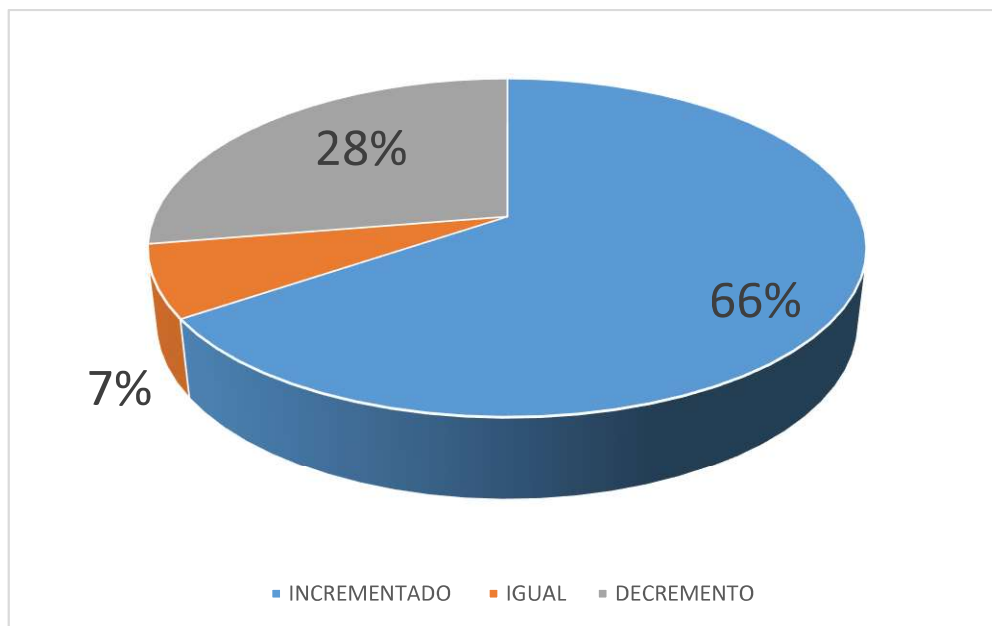


Figura 15 – Variación en la eficiencia

La eficiencia en los beneficiarios ha sufrido un cambio errático, ya que se reportan incrementos máximos de hasta un 61,30% en la productividad, reportado para el beneficiario 19, hasta un decremento de 7,8% reportado para el beneficiario 20.



**Figura 16 – Porcentaje de variación de eficiencia**

Se evidencia que el 66% (19 beneficiarios) de los beneficiarios ha incrementado su eficiencia, sin embargo, también se evidencia que el 7% (2 beneficiarios) de los beneficiarios no han tenido cambios en su eficiencia productiva, y además se evidencia que el 28% (8 beneficiarios) de los beneficiarios han sufrido un decremento en su eficiencia.

### **3.1.5 Análisis del índice de Malmquist en Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael**

En el cálculo del índice de Malmquist se utilizó los datos de inputs y outputs para los períodos antes y después de la implementación del riego tecnificado en la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael, como se muestra en la tabla 6 y 7.

Tabla 6 – Datos para el cálculo del índice de Malmquist, periodo 1.

DATOS AÑO	NUM. BENEFICIARIO	TOTAL GASTOS	MANO DE OBRA	TOTAL ACTIVOS FIJOS	TOTAL INGRESOS ACTUAL
1	1	1.054,28	918,84	124.266,71	2.860,28
1	2	824,78	828,33	124.266,71	2.076,89
1	3	2.456,17	2.245,62	124.266,71	6.855,30
1	4	2.569,09	1.670,31	124.266,71	5.551,07
1	5	3.329,23	1.844,37	124.266,71	7.607,91
1	6	2.405,61	1.461,84	124.266,71	5.804,89
1	7	1.509,59	868,46	124.266,71	2.066,84
1	8	1.807,29	1.755,40	124.266,71	4.731,86
1	9	3.643,97	3.108,60	169.883,60	10.846,52
1	10	2.655,26	2.452,59	150.483,31	7.335,34
1	11	3.482,37	1.550,60	124.266,71	1.896,52
1	12	3.933,64	1.897,60	124.266,71	6.276,07
1	13	5.443,40	2.942,92	176.699,92	11.628,02
1	14	3.768,89	3.785,12	168.834,94	9.490,53
1	15	3.714,97	1.426,20	124.266,71	7.028,76
1	16	935,07	939,09	124.266,71	2.354,61
1	17	4.704,77	1.806,19	124.266,71	8.901,46
1	18	4.870,91	2.840,18	124.266,71	10.883,01
1	19	2.111,31	917,71	124.266,71	1.641,56
1	20	2.696,60	2.385,29	122.169,38	7.769,28
1	21	2.541,33	2.021,03	124.266,71	7.224,79
1	22	1.879,73	1.784,98	176.699,92	5.045,16
1	23	3.569,97	2.742,84	169.883,60	8.336,39
1	24	2.037,01	1.947,50	124.266,71	5.427,37
1	25	2.439,61	1.797,15	122.169,38	5.484,26
1	27	1.183,87	904,23	124.266,71	3.279,53
1	28	2.825,22	2.682,91	124.266,71	7.373,91
1	29	4.642,00	3.960,00	124.266,71	13.817,22
1	31	3.923,87	2.250,67	104.866,42	8.175,14

Tabla 7 - Datos para el cálculo del índice de Malmquist, periodo 2.

DATOS AÑO	NUM. BENEFICIARIO	TOTAL GASTOS	MANO DE OBRA	TOTAL ACTIVOS FIJOS	TOTAL INGRESOS ACTUAL
2	1	7.471,11	3.583,19	124.266,71	15.175,45
2	2	7.362,24	3.294,92	124.266,71	14.233,03
2	3	3.025,75	2.919,60	124.266,71	9.972,79
2	4	9.575,23	3.948,22	124.266,71	18.745,75
2	5	5.570,83	3.600,16	124.266,71	13.222,56
2	6	7.585,49	3.456,59	124.266,71	15.610,44
2	7	3.796,05	2.835,57	124.266,71	8.897,29
2	8	9.460,85	3.660,66	124.266,71	17.272,31
2	9	4.061,75	3.465,00	169.883,60	12.090,07
2	10	1.160,50	2.232,49	150.483,31	6.569,64
2	11	4.064,94	2.046,63	124.266,71	3.624,94
2	12	7.145,63	3.121,89	124.266,71	12.341,23
2	13	7.293,05	3.567,95	176.699,92	14.364,86
2	14	10.279,98	3.946,54	168.834,94	19.449,82
2	15	3.700,79	1.420,75	124.266,71	7.001,94
2	16	5.481,36	3.618,67	124.266,71	13.361,81
2	17	8.290,24	3.454,91	124.266,71	16.314,52
2	18	6.486,84	3.046,25	124.266,71	13.280,70
2	19	12.031,64	4.726,51	124.266,71	20.403,79
2	20	15.198,18	3.794,87	122.169,38	16.080,83
2	21	3.150,25	1.481,64	124.266,71	6.589,61
2	22	8.383,08	3.534,11	176.699,92	16.590,86
2	23	5.790,04	3.376,42	169.883,60	12.317,14
2	24	649,88	1.947,50	124.266,71	5.427,37
2	25	8.359,87	3.514,31	122.169,38	16.521,78
2	27	6.091,60	2.785,07	124.266,71	12.557,44
2	28	2.321,00	1.980,00	124.266,71	6.908,61
2	29	4.642,00	3.960,00	124.266,71	13.817,22
2	31	1.285,00	493,32	104.866,42	2.431,23

Una vez procesados los datos en el software DEAP 2.1 para el índice de Malmquist se ha obtenido los resultados de la tabla 8.

Tabla 8 – Índice de Malmquist.

Nº	Nº LOTE o predio	FACTOR TOTAL DE CAMBIO DE PRODUCTIVIDAD
1	1	1,185
2	2	1,326
3	3	1,164
4	4	1,365
5	5	0,987
6	6	1,115
7	7	1,462
8	8	1,372
9	9	1,001
10	10	1,542
11	11	1,533
12	12	1,255
13	13	0,996
14	14	1,414
15	15	1,000
16	16	1,257
17	17	1,134
18	18	1,103
19	19	3,148
20	20	1,096
21	21	1,008
22	22	1,230
23	23	1,082
24	24	1,972
25	25	1,387
26	27	1,071
27	28	1,180
28	29	1,000
29	31	1,125

<b>PROMEDIO</b>	<b>1,293</b>
-----------------	--------------

Se puede evidenciar que el 83 % (24 beneficiarios) de las DMU's han sufrido un cambio positivo en la productividad, así también se identifica que el 14 % (4 beneficiarios) de las DMU's no han tenido cambios en la productividad y el 3% (1

beneficiarios) de la DMU's han tenido una disminución de la productividad. El impacto es entendido como el cambio producido en una población, comparado con lo que habría sucedido si no hubiera intervenido en ella (Garcia & Cardozo, 2017), y considerando que el índice de Malmquist mide el cambio en la productividad relativa de una organización entre dos periodos de tiempo (Caves, Chistensen, & Diewert, 1982), se concluye que el impacto en la productividad luego de la implementación del riego tecnificado para cada una de las DMU's es el detallado en la tabla 9.

Tabla 9 – Impacto en la productividad.

Nº	Nº LOTE o predio	MEDICION DEL IMPACTO
1	1	19%
2	2	33%
3	3	16%
4	4	37%
5	5	-1%
6	6	12%
7	7	46%
8	8	37%
9	9	0%
10	10	54%
11	11	53%
12	12	26%
13	13	0%
14	14	41%
15	15	0%
16	16	26%
17	17	13%
18	18	10%
19	19	215%
20	20	10%
21	21	1%
22	22	23%
23	23	8%
24	24	97%
25	25	39%
26	27	7%
27	28	18%
28	29	0%
29	31	13%

PROMEDIO	29,34%
----------	--------

### 3.2 Discusión de resultados.

La productividad del sector agrícola es uno de los pilares para lograr la seguridad alimentaria planteado en el Plan Nacional del Buen Vivir. Ha existido un gran impulso al sector agropecuario en el Plan Nacional de Riego y Drenaje 2011-2026, sin embargo, hay que considerar que en el informe de consultoría realizado por el Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural en el año 2013 se concluyó que: *“a nivel internacional se observa que la productividad del pequeño y mediano agricultor ecuatoriano necesita mejorar, con el fin de elevar su nivel de competitividad”* (Vélez & Castillo, 2013), a esto se suma que en Ecuador la mayor parte de los cultivos son producidos por pequeños agricultores.

El Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural manifiesta que es necesario que se realice *“inversión en el mejoramiento y la recolección continua de información agrícola que permita la estimación adecuada de los rendimientos promedio por áreas productivas”* (Vélez & Castillo, 2013), esta afirmación que la realiza a nivel país, debe echar raíces y plantearse, que, para manejar datos de productividad, así como de rendimientos agrícolas, es necesario construir la información desde el lugar donde se genera. Es decir, desde los pequeños agricultores, las asociaciones agrícolas, escalando a obtener datos a nivel de provincia y a nivel país. Además, se debe considerar, que la información sobre la productividad es independiente, para los cultivos dependiendo de la ubicación geográfica, organizaciones productivas, tipo de cultivo, etc.

El Proyecto de Irrigación Tecnificada (PIT) busca invertir más de 128 millones de dólares en un plazo de 5 años. (Subsecretaría de Riego, 2018) la información resultado de la presente investigación ayudará a la toma de decisiones para fortalecer las actividades dentro del proyecto manejado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

De los resultados obtenidos de la presente investigación se desprende que la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael en promedio, han experimentado un incremento en la productividad de 29 %, de acuerdo a la Consultoría sobre productividad del sector agropecuario ecuatoriano con énfasis en: banano, café, arroz y maíz duro, la productividad agrícola agregada en el

ecuador desde el año 2007, experimentó una disminución hasta el año 2011, en este año se evidencio un incremento en la productividad del 6% (Vélez & Castillo, 2013), la diferencia considerable de la productividad a nivel país, respecto a la productividad de la presente investigación está asociada a la implementación del riego tecnificado por parte del Ministerio de Agricultura, ya que se debe considerar que a nivel país las condiciones de producción se mantienen constantes y que la variación en la productividad es baja.

Los resultados esperados, que constan en el proyecto de Implementación del sistema de riego por goteo en la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael, se esperaba un incremento progresivo en el rendimiento del 5% anual (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2016), sin embargo de acuerdo a los datos obtenidos en la presente investigación se denota que se ha experimentado un incremento en los rendimientos, que en promedio asciende a 8,04% anual, es decir se ha incrementado 3.04% más de lo esperado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

La teoría desarrollada en el capítulo uno - figura 11 respecto a la frontera de eficiencia, para una orientación a los outputs indica que esta frontera se la puede obtener considerando una isocuanta no paramétrica lineal por tramos construida de manera que ninguna observación se quede fuera de ella. La eficiencia técnica es la desviación observada respecto de la frontera eficiente, en la figura 11 se ilustra la frontera para el caso que se tenga dos inputs y un solo output, en el caso de la presente investigación se cuenta con tres inputs y un output, razón por la cual la frontera de eficiencia estaría representada por una membrana en el espacio, considerando que dibujar la membrana en el espacio dificultaría el entendimiento de la frontera de eficiencia se ha procedido a representar dicha frontera antes de la implementación del riego tecnificado en sus diferentes planos con fines ilustrativos.



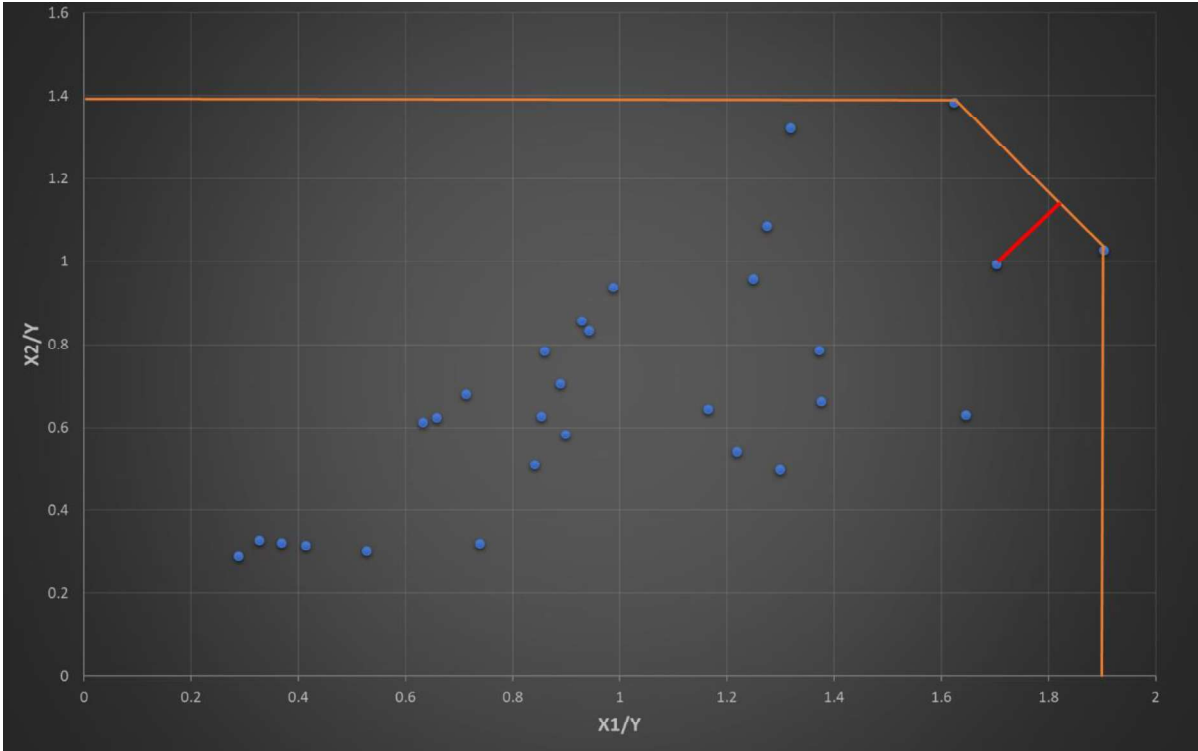


Figura 17 – Frontera de eficiencia antes de la implementación del riego tecnificado plano X1/Y- X2/Y

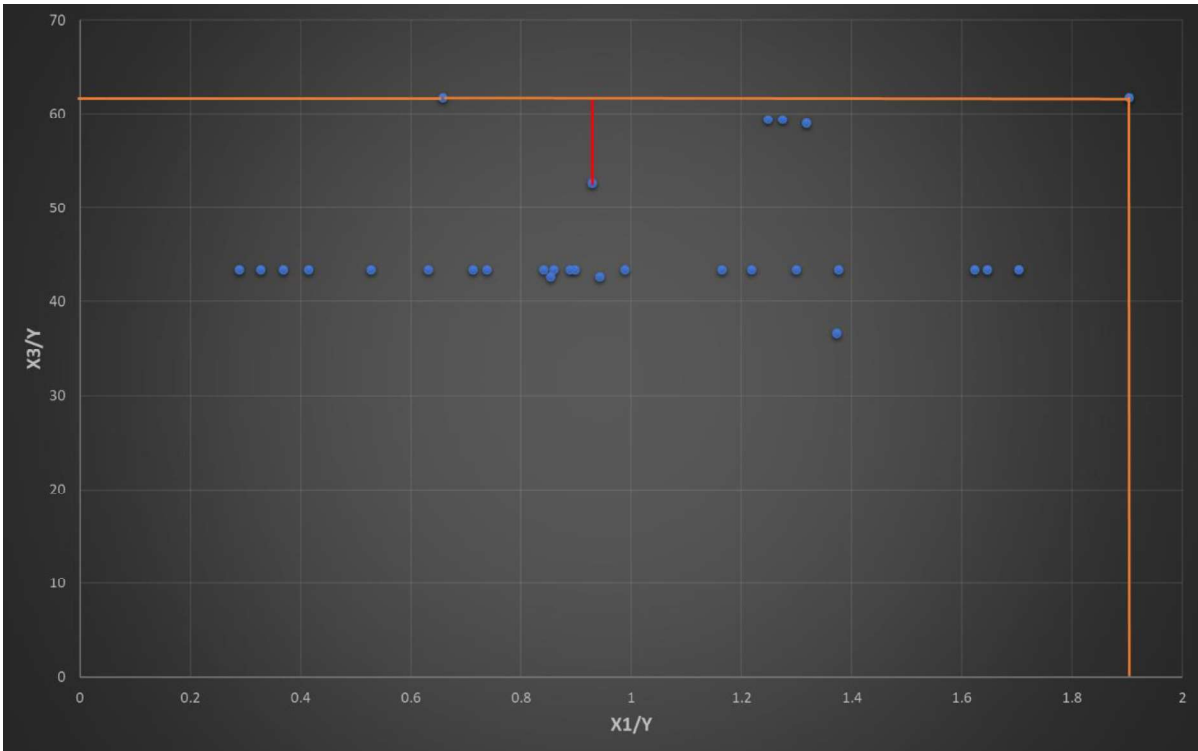


Figura 18 - Frontera de eficiencia antes de la implementación del riego tecnificado plano X1/Y- X3/Y

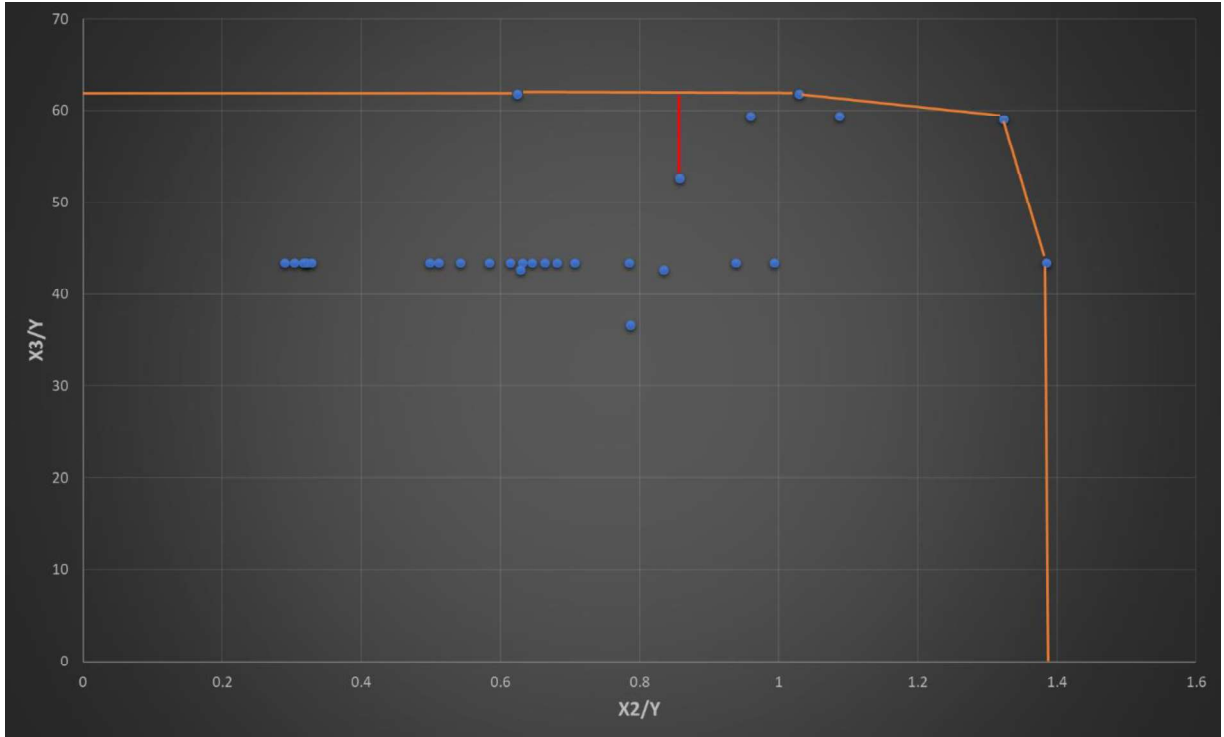


Figura 19 - Frontera de eficiencia antes de la implementación del riego tecnificado plano  $X2/Y$ -  $X3/Y$

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- Los factores productivos más importantes para la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael, son la tierra con una valoración de 700/775, seguido muy de cerca por el trabajo con una valoración de 698/775, esto se puede justificar ya que estos factores son los más tangibles y conocidos por los beneficiarios. Además, no se necesita mayor conocimiento para explotarlos, sin embargo, se debe realizar intervenciones en los factores capital, que obtuvo una valoración de 652/775 y empresa con 645/775, ya que estos factores no están siendo explotados y pueden ayudar a mejorar considerablemente la productividad.
- Se ha determinado que la eficiencia promedio de la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael antes de la implementación del riego por goteo fue de 87%, considerando que la mayor parte de las DMUs (62%) están cercanas al rango de eficiencia, esto deja un margen considerable al que se pueden realizar mejoras para alcanzar la eficiencia.
- La eficiencia promedio de la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael, después de la implementación del riego por goteo es de 94.82%, lo que representa un incremento de 7,82% respecto a la eficiencia que se obtuvo antes de la implementación del proyecto por parte del Ministerio de Agricultura y Ganadería, sin embargo se evidencia que el 69% de las DMUs están cercanas al rango de eficiencia, lo que sugiere que es necesario continuar trabajando para lograr que todos los productores alcancen la eficiencia.
- Se ha evidenciado gracias al cálculo del índice de Malmquist, que la implementación del sistema de riego por goteo en la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael, ha tenido un impacto positivo ya que ha incrementado en 29,34% la productividad que se tenía antes de la intervención por parte del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

## 4.2 Recomendaciones

- Es necesario que desde las autoridades se implementen políticas para mantener una recolección de datos constante, respecto a los rendimientos de los cultivos, considerando que estos datos son propios de cada cultivo y del lugar donde se esté realizando la actividad agrícola.
- Es importante realizar futuros trabajos de investigación, que consideren datos de campo con un mayor espectro de temporalidad que el considerado en la presente investigación.
- Con el objetivo de tener mayores fundamentos sobre el impacto de los proyectos gubernamentales en la productividad, es necesario que este tipo de investigaciones se las realice a escala nacional, ya que si bien el proyecto de Irrigación Parcelaria Técnica del Ministerio de Agricultura y Ganadería tiene un alcance de carácter nacional, esta investigación únicamente se enfocó en uno de ellos, dejando sin analizar un abanico de variables que se pueden presentar en los diferentes proyectos a nivel país.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Agro tecnología digital . (03 de 04 de 2018). *Asistencia Técnica agrícola*. Obtenido de [http://www.agro-tecnologia-tropical.com/factores\\_de\\_produccion.html](http://www.agro-tecnologia-tropical.com/factores_de_produccion.html)
- Alvear, D. (2018). Medición de eficiencia y productividad en las pequeñas empresas del sector productor maderero y construcción del distrito metropolitano de quito durante el periodo 2010-2015. Quito.
- Bacha, C., & Dias, R. (1998). Productividad y progreso tecnológico en la agricultura brasilera. *Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural* (págs. 211-221). Brasilia: Sober.
- Banco de desarrollo de América Latina. (21 de Mayo de 2019). *5 razones para realizar una evaluación de impacto*. Obtenido de <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2017/02/servidor-publico-5-razones-para-realizar-una-evaluacion-de-impacto/>
- Bjorkman, & Thomas. (30 de marzo de 2018). *The eastern Broccoli Project*. Obtenido de Cornell University: <https://blogs.cornell.edu/easternbroccoliproject/2018/03/30/seepage-irrigation/>
- Capalbo, S., & Anthle, J. (1988). *Agricultural Productivity Measurement and Explanation*. Whashington D.C: Resources for the Future.
- Caves, D., Chistensen, L., & Diewert, E. (1982). The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity. *Econometric*, 1393-1414.
- Chica, A., & Castejon, J. (2006). *Elaboración, análisis e interpretación de encuestas, cuestionarios y escalas de opinión*. Alicante: Gráficas Alcoy • San Eloy,.
- FAO. (2002). *Agua y Cultivos*. Roma: Organizacion de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.

- FAO. (2002). *El cultivo protegido en clima Mediterraneo*. roma: Organizacion de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.
- FAO. (2002). *El cultivo protegido en clima Mediterraneo*. Roma: Organizacion de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.
- FAO. (12 de julio de 2007). *Agricultural investment and Productivity in Developing Countries*. Roma: Organizacion de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.
- FAO. (2017). *Productivity and Efficiency Measurement in Agriculture*. ROMA: Organizacion de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.
- Fullana, C., & José, P. (2008). *Manual de Contabilidad de Costes*. Madrid: Delta Publicaciones.
- Garcia, E., & Cardozo, M. (2017). Evaluación de impacto: Más allá de la experimentación. *Política y Cultura*.
- Gertler, P., Sebastian, M., Premand, P., Rawlings, L., & Vermeersch, C. (2017). *La evaluación de impacto en la practica*. Washington DC: Banco Mundial.
- Gunarathna, M. (2017). Optimized Subsurface Irrigation System. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*, 11.
- Hernández, G. (2006). *Diccionario de Economía*. Bogota: Universidad Cooperativa de Colombia.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGraw-HILL.
- Instituto de Investigación y Formacion Agraria y Pesquera. (2010). *Manual de riego para agricultores; Modulo 1: Fundamentos del riego*. Sevilla: Signatura Ediciones de Andalucía.
- Leitón, S., & Santiago, J. (1985). *Riego y drenaje*. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
- Martinez, M., Brambilla, J., & Garcia, R. (2013). Indice de Malmquist y Productividad Estatal en Mexico. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 359-369.

- Mendoza, A. (2013). Riego Por Goteo. *Manual Riego por Goteo*, 24.
- Meza, C. (1996). *Contabilidad. Analisis de Cuentas*. San Jose: Editorial Universidad Estatal a Distancia San Jose.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2016). *Implementación del sistema de riego por goteo en la Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael, cantón Bolívar provincia del Carchi*. Quito.
- Moratiel, R. (2015). *Operaciones auxiliares de riego en cultivos agrícolas*. España: Ediciones Nobel S.A.
- Olavarría, J., & Boris, B. (2004). Productividad total de los factores en la agricultura Chilena: 1961-1996. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 121-132.
- Orson, I., & Hansen, v. (2003). *Principios y aplicaciones del riego*. España: Reverte S.A.
- Parkin, M. (2014). *Economía*. Mexico: Pearson.
- Saborido, J. (septiembre de 2013). Un analisis temporal usando el indice de Malmquist.
- Saborino, J. (2013). *Modelos DEA de metafrontera: un análisis temporal usando el índice de Malmquist*.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2013). *Plan Nacional de Desarrollo / Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017*. Quito.
- Subsecretaria de Riego. (15 de enero de 2018). *Ministerio de Agricultura y Ganadería*. Obtenido de <http://www.agricultura.gob.ec/27887-2/>
- Tamayo, E., Escobar, L., & Lopez, R. (2013). *Contabilidad y Fiscalidad*. Madrid: Editex.
- Unidad de Estadísticas Ambientales. (2016). *Módulo Ambiental de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2016*. Quito.
- Vélez, M., & Castillo, J. (2013). *Consultoría sobre productividad del sector agropecuario ecuatoriano con énfasis en banano, cafe, arroz y maíz duro*.

Quito: Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. Obtenido de  
<http://rimisp.org/publicaciones?doc=productividad>

Zuñiga, C. (2011). *Economía Agrícola*. Viachica: Editorial universitaria UNAM.



## 6. ANEXOS

### Anexo I - Formato de Encuesta



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS



## Asociación de Productores Agropecuarios San Rafael, cantón Bolívar, provincia de Carchi.

Nombre: \_\_\_\_\_

CALIFIQUE A LAS SIGUIENTES PREGUNTAS CON EL GRADO DE IMPORTANCIA QUE USTED CONSIDERE, DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE ESCALA DE SIENDO 1 (SIN IMPORTANCIA), LA CALIFICACION MAS BAJA Y 5 (MUY IMPORTANTE, LA CALIFICACION MAS ALTA

SIN IMPORTANCIA	DE POCA IMPORTANCIA	MODERADAMENTE IMPORTANTE	IMPORTANTE	MUY IMPORTANTE
1	2	3	4	5

PREGUNTA	GRADO DE IMPORTANCIA
1.- ¿Qué tan importante es el <b>suelo</b> para la producción agrícola?	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2.- ¿Qué tan importante es el <b>clima</b> para la producción agrícola?	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.- ¿Qué tan importante es la <b>lluvia</b> para la producción agrícola?	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4.- ¿Qué tan importante es el <b>agua de riego</b> en la producción agrícola?	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5.- ¿Qué tan importante es el <b>tamaño del terreno</b> en la producción agrícola?	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.- ¿Qué tan importante es disponer de <b>recursos económicos</b> para la producción agrícola?	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7.- ¿Qué tan importante es disponer de <b>créditos</b> para la producción agrícola?	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8.- ¿Qué tan importante es disponer de <b>subsídios</b> para la producción agrícola?	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
9.- ¿Qué tan importante es contar con <b>inversionistas</b> para la producción agrícola?	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
10.- ¿Qué tan importante son los <b>bonos económicos</b> para la producción agrícola?	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
11.- ¿Qué tan importante es disponer de <b>mano de obra</b> para la producción agrícola?	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
12.- ¿Qué tan importante es disponer de <b>personal capacitado</b> para la producción agrícola?	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
13.- ¿Qué tan importante es disponer de <b>mano de obra joven</b> para la producción agrícola?	1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

14 ¿Qué tan importante son las <b>horas trabajadas</b> en la parcela para la producción Agrícola?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
15 ¿Qué tan importantes son las <b>habilidades de una persona</b> en la producción agrícola?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
16.- ¿Qué tan importante es la <b>maquinaria</b> para la producción agrícola?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
17.- ¿Qué tan importante es el <b>riego tecnificado</b> para la producción agrícola?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
18.- ¿Qué tan importante es la <b>experiencia de las personas</b> en la producción agrícola?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
19.- ¿Qué tan importante es el <b>uso de agroquímicos</b> para la producción agrícola?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
20.- ¿Qué tan importante es la <b>capacitación en temas agrícolas</b> en la producción?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
21 ¿Qué tan importante es la <b>asociación San Rafael</b> para la producción agrícola?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
22.- ¿Qué tan importante las <b>reuniones</b> que mantiene la asociación para la producción agrícola?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
23.- Que tan importantes son <b>sus dirigentes</b> para la producción agrícola?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
24.- Que tan importante son los <b>lineamientos de la asociación</b> en la producción agrícola?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
25.- Que tan importante es <b>ser miembro de la asociación san Rafael</b> para la producción agrícola?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

## Anexo II - Padrón de Beneficiarios de la Asociación de Productores Agrícolas San Rafael

Nro.	CODIGO LOTE		NOMBRE	SUPERFICIE DEL LOTE (ha)		
	ZONA ALTA	ZONA BAJA		ZONA ALTA	ZONA BAJA	TOTAL
1	1	13	BELTRAN GUARANGUAY ALVARO ALDEMAR	2	0,37	2,37
2	2	14	ALPALA JOSE ANTONIO	2	0,37	2,37
3	3	12	GUERRON MOLINA HERNAN MARCELO	2	0,37	2,37
4	4	4	CHANDI VALENZUELA LILIAN MARITHZA	2	0,37	2,37
5	5	6	BAZANTES HUERA PEDRO EDISON	2	0,37	2,37
6	6	2	QUELAL CHAMORRO DARWIN ANTONIO	2	0,37	2,37
7	7	22	CUASQUER BENAVIDES SEGUNDO ALONSO	2	0,37	2,37
8	8	20	GUERRERO MARTINEZ FREDDY MANUEL	2	0,37	2,37
9	9	29	GUERRERO NOGUERA VINICIO DAGOBERTO	2	1,24	3,24
10	10	24	LARA CONCHA GENNY MARICELA	2	0,87	2,87
11	11	21	BELTRAN CALAN JOSE JULIAN	2	0,37	2,37
12	12	19	LARA RUANO GUIDO ORLANDO	2	0,37	2,37
13	13	25	IRUA IRUA MARIA NOHEMI	2	1,37	3,37
14	14	30	BASABTES NOGUERA ALICIA ALEXANDRA	2	1,22	3,22
15	15	7	GUERRERO REVELE MANUEL ANTONIO	2	0,37	2,37
16	16	11	RAMOS QUIMBIAMBA JOSE ANIBAL	2	0,37	2,37
17	17	16	IMBAQUINGO GUERRERO ALEJANDRO VLADIMIR	2	0,37	2,37
18	18	23	IBAQUINGO SOLIZ ORFA IRENE	2	0,37	2,37
19	19	3	URRUESTA USUAY AURORA BOLIVIA	2	0,37	2,37
20	20	27	GUERRERO NOGUERA JUAN CARLOS	2	0,33	2,33
21	21	9	ULCUANGO NARVAEZ JORGE HUMBERTO	2	0,37	2,37
22	22	1	PILUACAN CHALACAN ANGEL RODRIGO	2	1,37	3,37
23	23	28	GUERRERO NOGUERA WASHINGTON ENRIQUE	2	1,24	3,24
24	24	17	ALDAS QUEL SEGUNDO GONZALO	2	0,37	2,37
25	25	26	GUERRERO URRESTA ANDREA MARISELA	2	0,33	2,33
26	26	5	CHAMORRO BENALCAZAR EDGAR FERNANDO	2	0,37	2,37
27	27	18	LARA RUANO WILSON NAPOLEON	2	0,37	2,37
28	28	15	YANDUN NOGUERA HECTOR CAMILO	2	0,37	2,37
29	29	8	GUERRERO REVELO ELIAS IGNACIO	2	0,37	2,37
30	30	10	OJEDA RUEDA ARTURO	2	0,37	2,37
31	31		PINEDA LUIS	2		2,00
<b>TOTAL (ha)</b>				<b>62,00</b>	<b>16,11</b>	<b>78,11</b>

Fuente: (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2016)

**Anexo III - Superficies de Cultivo antes del Proyecto de Irrigación Tecnificada**

Nº	Nº LOTE o predio	Pepinillo	cebolla	aguacate	mandarina	TOTAL CULTIVADO
1	1	0,11	0,02		0,24	0,37
2	2	0,22				0,22
3	3	0,27			0,63	0,90
4	4	0,29	0,29			0,58
5	5	0,00	0,41		0,52	0,93
6	6	0,00	0,24		0,50	0,74
7	7	0,00	0,01	0,53	0,21	0,74
8	8	0,38	0,00		0,17	0,55
9	9				1,6	1,57
10	10	0,33			0,61	0,94
11	11			1,87		1,87
12	12	0,00	0,37	0,74	0,27	1,39
13	13	0,21	0,76		0,33	1,30
14	14	1,01				1,01
15	15	0,00	0,72			0,72
16	16	0,25				0,25
17	17		0,92			0,92
18	18	0,19	0,59		0,49	1,27
19	19		0,07	0,94		1,01
20	20	0,15			0,92	1,07
21	21	0,00	0,06		0,96	1,02
22	22	0,32			0,29	0,61
23	23	0,10		0,47	1,01	1,57
24	24	0,37			0,28	0,65
25	25	0,37	0,20			0,57
26	27	0,00	0,04		0,41	0,46
27	28	0,55	0,02		0,29	0,86
28	29				2,00	2,00
29	31	0,32	0,53			0,85
		<b>5,42</b>	<b>5,25</b>	<b>4,54</b>	<b>11,71</b>	<b>26,92</b>

Fuente: (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2016)

**Anexo IV - Superficies de Cultivo después del Proyecto de Irrigación Tecnificada**

Nº	Nº LOTE o predio	Pepinillo	cebolla	aguacate	mandarina	TOTAL CULTIVADO
1	1	0,11	1,25	0,25	0,25	1,86
2	2	0,22	1,25			1,47
3	3	0,25	0,25		0,75	1,25
4	4		1,75		0,25	2,00
5	5	0,33	0,67		0,52	1,52
6	6		1,25		0,50	1,75
7	7			0,53	1,21	1,74
8	8		1,75	0,25		2,00
9	9				1,75	1,75
10	10	0,33			0,50	0,83
11	11			1,87	0,25	2,12
12	12		1,00	0,74	0,27	2,01
13	13	0,25	1,00		0,33	1,58
14	14		2,00			2,00
15	15		0,72			0,72
16	16	0,25	0,75	0,25	0,50	1,75
17	17		1,50		0,25	1,75
18	18		1,00	0,10	0,50	1,60
19	19		2,00	0,94		2,94
20	20		1,00		0,92	1,92
21	21		0,50		0,25	0,75
22	22		1,50		0,29	1,79
23	23		0,50	0,47	1,01	1,98
24	24	0,37			0,28	0,65
25	25		1,50		0,28	1,78
26	27		1,00		0,41	1,41
27	28				1,00	1,00
28	29				2,00	2,00
29	31		0,25			0,25
		<b>2,11</b>	<b>24,39</b>	<b>5,40</b>	<b>14,27</b>	<b>46,17</b>

Fuente: (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2016)

## Anexo V - Costos de Producción Pepinillo

CULTIVO:	PEPINILLO				
ZONA:	CABUYAL - SAN RAFAEL				
FUENTE:	ASOCIACION DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS "SAN RAFAEL"				
RESP:	ING. DIEGO PUERRES				
NUMERO DE CICLOS / AÑO	2				
COSTOS DE PRODUCCION POR HECTAREA (ha)					
LABOR O ACTIVIDAD	ALTERNATIVA TECNOLOGICA AÑO 1				
	TECNOLOGIA POTENCIAL		COSTOS DE TECNOLOGIA 1		
	UNIDAD	CANT	COSTO	TOTAL	
1. PREPARACION DEL SUELO	Rastra	horas	4	20,00	80,00
	Abono orgánico (gallinaza)	sacos	450	1,00	450,00
	Aplicación abono organico	Jornal	4	15,00	60,00
	Transporte Interno aplicación abono orgánico	Traportes	1	20,00	20,00
	<b>SUBTOTAL</b>				
2. SIEMBRA	Semilla	libras	4	200,00	800,00
	Siembra	Jornales	20	15,00	300,00
	<b>SUBTOTAL</b>				
3. CONTROL FITOSANITARIO Y FERTILIZACION	Engeo	100cc	1	9,00	9,00
	Losrban	250 cc	3	4,50	13,50
	Fitoraz	libra	1	4,50	4,50
	Moxzan	libra	1	7,20	7,20
	Tribia para triz	100	1	8,80	8,80
	18-46-0	Quintal	2	47,00	94,00
	Umita 15	Quintal	2	45,00	90,00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>227,00</b>
4. LABORES CULTURALES	rascadillada	jornal	10	15,00	150,00
	parada juco hueca y templando	jornal	30	15,00	450,00
	jornal de estacas	jornal	1	15,00	15,00
	amarre	jornales	45	15,00	675,00
	limpiar, envolver alambre	jornales	20	15,00	300,00
	Aplicación de riegos	Jornal	16	15,00	240,00
	envuelta	jornales	20	15,00	300,00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>2.130,00</b>
5. CONTROL QUIMICO DE MALEZAS					
	<b>SUBTOTAL</b>				0,00
6. CONTROL FITOSANITARIO /MANTENIMIENTO	coraza	kilogramos	2	12,00	24,00
	ridomil	250	4	12,00	48,00
	lacnate	sobres	2	4,50	9,00
	tribia para triz	100	2	8,80	17,60
	daconil	1/4 litro	3	2,50	7,50
	fouron	100cc	2	2,50	5,00
	promex	kilos	3	7,80	23,40
	kl 50 engrose	litro 3/4	3	5,50	16,50
	<b>SUBTOTAL</b>				
7. COSECHA	material de empaque	costales	1.100	0,13	143,00
	Tranporte de cosecha		1.100	0,80	880,00
	Cosecha y empaque de pepinillo	jornales	50	15,00	750,00
	<b>SUBTOTAL</b>				
8. POSCOSECHA					
	<b>Total conos</b>	conos	36	5,50	198,00
<b>SUBTOTAL</b>					198,00
9. OTROS 1	Juco	unitario	8.000	0,12	960,00
	Alamb	quintales	3	110,00	330,00
	Estaca	varas	100	0,35	35,00
	<b>SUBTO</b>				
<b>COSTOS DIRECTOS</b>	<b>TOTAL</b>				<b>7.514,00</b>
<b>IMPREVISTOS 5%</b>					<b>375,70</b>
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>7.889,70</b>

Fuente: (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2016)

## Anexo VI - Costos de Producción de la Cebolla

CULTIVO:	CEBOLLA				
ZONA:	CABUYAL - SAN RAFAEL				
FUENTE:	ASOCIACION DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS " SAN RAFAEL "				
RESP:	ING. DIEGO PUERRES				
NUMERO DE CICLOS / AÑO	2 (5, 5meses con semillero ciclo )				
	VARIEDAD : Burguesa				
COSTOS DE PRODUCCION POR HECTAREA (ha)					
LABOR O ACTIVIDAD	ALTERNATIVA TECNOLOGICA				
	TECNOLOGIA POTENCIAL		COSTOS DE TECNOLOGIA 1		
		UNIDAD	CANT	COSTO	TOTAL
1. PREPARACION DEL SUELO	Rastra	horas	4	20,00	80,00
	Abono orgánico (gallinaza)	sacos	450	1,00	450,00
	Aplicación abono organico	jornal	4	15,00	60,00
	Transporte	traportes	1	20,00	20,00
	<b>SUBTOTAL</b>				
2. SEMILLERO	Semilla de cebolla burguesa	libras	4	190,00	760,00
	Preparación del semillero y mantenimiento	Jornal	12	15,00	180,00
	FUNGICIDAS	unidad	1	28,25	28,25
	<b>SUBTOTAL</b>				
3. SIEMBRA	Surcado ( yuacho )	Jornales	5	15,00	75,00
	transplante junto con el guachado				
	Transplante	Jornales	32	15,00	480,00
	<b>SUBTOTAL</b>				
	Raizal	kilos	1	9,00	9,00
	Goles	litros	1	36,00	36,00
	1era fertilización 18-46-0	quintales	6	47,00	282,00
	Triple 15	quintales	6	38,00	228,00
	Fitoraz	litro	2	12,00	24,00
	Daconil	un cuarto	1	8,75	8,75
	Regulador de ph	100cc	1	3,50	3,50
	fFtoquim Algas marinas	1/4 litro	1	4,00	4,00
5. HERBICIDAD	herbicidad				0,00
	Linuron capa protectatante	libra	1	7,17	7,17
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>602,42</b>
5. LABORES CULTURALES	Deshierbe	jornal	15	15,00	225,00
	Aporque (fertilizada)	jornal	15	15,00	225,00
	Aplicación de fungicidas	jornal	10	15,00	150,00
	Aplicación de Insecticidas	Jornal	10	15,00	150,00
	Aplicación de Fertilizantes	Jornal	8	15,00	120,00
	Aplicación de riegos	Jornal	21	15,00	315,00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>1.185,00</b>
6. CONTROL QUIMICO DE MALEZAS	coraza	kilos	4	12,00	48,00
	score	litros	1	12,00	12,00
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>60,00</b>
7. CONTROL FITOSANITARIO/MANTENIMIENTO	Profenofos (Curacron)	200 cc	2	7,00	14,00
	Metomilo (Lannate) sobres	100gr	4	4,00	16,00
	Eltra o cañon plus	litro	1	16,00	16,00
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>46,00</b>
8. COSECHA	Material para empaque	costales	1.400	0,22	308,00
	Piola plastica para amarre de sacos	Rollo	1	5,50	5,50
	cosecha ,clasificación y empaque	jornales	56	15,00	840,00
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>1.153,50</b>
9. POSCOSECHA	Transporte de cosecha	costales	1.400	0,50	700,00
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>700,00</b>
10. OTROS 1					
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>0,00</b>
COSTOS DIRECTOS	TOTAL				<b>5.880,17</b>
IMPREVISTOS 5%					<b>294,01</b>
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>6.174,18</b>

Fuente: (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2016)

## Anexo VII - Costos de Producción del Aguacate

CULTIVO:		AGUACATE			
ZONA:		CABUYAL - SAN RAFAEL			
FUENTE:		ASOCIACION DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS "SAN RAFAEL"			
RESP:		ING. DIEGO PUERRES			
NÚMERO DE CICLOS / AÑO		1 (vida 10)			
NÚMERO DE PLANTAS:		238			
COSTOS DE PRODUCCION POR HECTAREA (ha)					
LABOR O ACTIVIDAD	ALTERNATIVA TECNOLÓGICA				
	TECNOLOGÍA POTENCIAL	UNIDAD	CANT	COSTOS DE TECNOLOGIA 1	
				COSTO	TOTAL
1. PREPARACION DEL SUELO	Arado	horas	5	30	150
	Aastra	horas	4	30	120
	Abono orgánico (gallinaza)	kilos	5440	0,07	400,384
	aplicación abono organico	jornal	2	15	30
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>700,384</b>
2. HOYADO	TRATAZADO 6m x 6 m (10000m2)	jornales	2	15	30
	HOYADO; 40cm x 40cm x 40cm	Jornal	6	15	90
	Desinfección	Jornal	2	15	30
	cal	funda	4	0,5	2
	construccion de red de riego	jornal	2	15	30
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>182</b>
3. SIEMBRA	siembra	Jornales	8	15	120
	Adquisición de plantas injertadas	unidad	277	3	831
	replantación	jornal	2	15	30
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>981</b>
4. FERTILIZACION	inicial				
	abono orgánico	quintal	100	3,5	350
	abono 18 -46-0	quintal	6	46	276
	mantenimiento				
	urea	kg	80	0,80	64
	10-30-10	kg	133	0,82	109,06
	sulpomag	kg	30,32	0,68	20,6176
	compost	kg	1250	0,1	125
	fetrilon combi	kg	0,06	22,6	1,356
	indicate	litro	0,03	30	0,9
	diazinon	litro	0,08	15	1,2
	abamectina	litro	0,02	98	1,96
	azufre micronizado	kg	0,12	0,5	0,06
	captan	kg	0,15	10	1,5
tanques	unidad	2	20	40	
baldes	unidad	10	5	50	
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>1041,7</b>
5. LABORES CULTURALES	Deshierbe	jornal	24	15	360
	Aporque	jornal	32	15	480
	Aplicación de fungicidas	jornal	6	15	90
	Aplicación de Insecticidas	Jornal	6	15	90
	Aplicación de Fertilizantes	Jornal	8	15	120
	Aplicación de riegos	Jornal	28	15	420
	Arreglo de coronas	jornal	10	15	150
	Raleo de ramas de arboles y limpieza	jornal	2	15	30
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>1740</b>
6. CONTROL QUIMICO DE MALESAS					
	<b>SUBTOTAL</b>				
7. MANTENIMIENTO	insecticida	litro	1	13,5	13,5
	mancoceb	kilogramo	5	9,00	45
	fosetil de aluminio	kilogramo	1	42,00	42
	Fertilizante foliar	litro	5	5,00	25
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>125,5</b>
8. COSECHA					
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>0</b>
9. POSCOSECHA					
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>0</b>
10. OTROS 1					
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>0</b>
COSTOS DIRECTOS	TOTAL				<b>4771</b>
10. IMPREVISTOS 5%	SUBTOTAL				238,5
	<b>TOTAL</b>				<b>5009</b>

Fuente: (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2016)



## Anexo VIII - Costos de Producción de la Mandarina

CULTIVO:		MANDARINA			
ZONA:		CABUYAL - SAN RAFAEL			
FUENTE:		ASOCIACION DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS " SAN RAFAEL "			
RESP:		ING. DIEGO PUERRES			
NUMERO DE CICLOS / AÑO		1 (vida 1.0)			
NÚMERO DE PLANTAS:		400			
COSTOS DE PRODUCCION POR HECTAREA (ha)					
LABOR O ACTIVIDAD	ALTERNATIVA TECNOLÓGICA año 1				
	TECNOLOGIA POTENCIAL	UNIDAD	CANT	COSTO	TOTAL
1. PREPARACION DEL SUELO	Arado	horas	5	30	150
	rastra	horas	4	30	120
	Abono orgánico (gallinaza)	kilos	5440	0,0736	400,384
	Aplicación abono organico	jornal	2	15	30
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>700,384</b>
2. SIEMBRA	Siembra	Jornales	8	15	120
	Plantulas	unidad	465	2,5	1162,5
	replantación	jornal	2	15	30
					0
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1312,5</b>	
3. FERTILIZACION	inicial				
	abono orgánico	quintal	150	3,5	525
	abono 18 -46- 0	quintal	7	46	322
	mantenimiento				0
	urea	kg	80	0,80	64
	10-30-10	kg	133	0,82	109,06
	sulpomag	kg	30,32	0,68	20,6176
	compost	kg	1250	0,1	125
	fetrilon combi	kg	0,06	22,6	1,356
	indicate	litro	0,03	30	0,9
	diazinon	litro	0,08	15	1,2
	abamectina	litro	0,02	98	1,96
	azufre micronizado	kg	0,12	0,5	0,06
	captan	kg	0,15	10	1,5
	tanques	unidad	2	20	40
	baldes	unidad	10	5	50
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>1262,6536</b>
4. LABORES CULTURALES	Deshierbe	jornal	24	15	360
	Aporque	jornal	32	15	480
	Aplicación de fungicidas	jornal	6	15	90
	Aplicación de Insecticidas	Jornal	6	15	90
	Aplicación de Fertilizantes	Jornal	8	15	120
	Aplicación de riegos	Jornal	28	15	420
	Arreglo de coronas	jornal	10	15	150
	Raleo de ramas de arboles y limpieza	jornal	2	15	30
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1740</b>	
5. CONTROL QUIMICO DE MALEZAS					
<b>SUBTOTAL</b>				<b>0</b>	
6. MANTENIMIENTO	Insecticida	litro	1	13,5	13,5
	Mancoceb	kilogramo	4	12,00	48
	Fosetil de aluminio	kilogramo	1	42,00	42
	Fertilizante foliar	litro	5	5,00	25
<b>SUBTOTAL</b>				<b>128,5</b>	
7. COSECHA					
<b>SUBTOTAL</b>				<b>0</b>	
8. POSCOSECHA					
<b>SUBTOTAL</b>				<b>0</b>	
9. OTROS 1					
<b>SUBTOTAL</b>				<b>0</b>	
COSTOS DIRECTOS	TOTAL			<b>5144</b>	
10. IMPREVISTOS 5%	SUBTOTAL			<b>257,2</b>	
	<b>TOTAL</b>			<b>5401</b>	

Fuente: (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2016)

## Anexo IX – Ingresos por Producto

Cultivo	Superficie	Ciclos /año		Rendimiento por hectárea por ciclo	Ciclos de producción por año	Precio de venta	Ingresos por hectárea	Ingresos totales de la superficie productiva
	ha	Mar-Jun	Sep - Dic	kg/ha/ciclo	ciclo/año	usd/kg	usd/ha	usd/total ha
PEPINILLO	7,18	x		40.000,00	1	0,24	9.440,42	67.782,21
CEBOLLA			x	21.000,00	1	0,42	8.840,82	63.477,12
CEBOLLA	7,20	x		21.000,00	1	0,42	8.840,82	63.653,94
PEPINILLO			x	40.000,00	1	0,24	9.440,42	67.971,01
AGUACATE	4,50		x	949,62	1	1,02	966,54	4.349,42
MANDARINA	11,02		x	7.500,00	1	0,88	6.579,63	72.507,52
TOTAL	29,9						44.108,65	339.741,22

Fuente: (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2016)