



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

EVALUACIÓN ECONÓMICA EN LA PRODUCTIVIDAD DE TRIGO VARIEDAD VIVAR, EN UN ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO DEL AÑO 2010 AL 2016, EN LA PARROQUIA SEVILLA, CANTÓN ALAUSÍ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.

FABIÁN ALEJANDRO CERÓN BURGOS

Trabajo de Titulación modalidad: Proyectos de Investigación y Desarrollo, presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAGISTER EN ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN AGRÍCOLA

Riobamba-Ecuador

Enero 2020

CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, titulado **“EVALUACIÓN ECONÓMICA EN LA PRODUCTIVIDAD DE TRIGO VARIEDAD VIVAR, EN UN ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO DEL AÑO 2010 AL 2016, EN LA PARROQUIA SEVILLA, CANTÓN ALAUSÍ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”** de responsabilidad del Ing. Fabián Alejandro Cerón Burgos, ha sido prolijamente revisado y se autoriza su presentación.

Tribunal:

Ing. María Belén Bravo Ávalos Ph.D.

PRESIDENTE



FIRMA

Ing. Juan Eduardo León Ruiz; Ph.D.

DIRECTOR



FIRMA

Ing. Alex Estuardo Erazo Lara. M.Sc.

MIEMBRO



FIRMA

Ing. Vicente Javier Parra León. M.Sc.

MIEMBRO



FIRMA

Riobamba, Enero 2020

DERECHOS INTELECTUALES

Yo, Fabián Alejandro Cerón Burgos con cédula de ciudadanía Nro.060344802-8, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el presente trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, y que el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece exclusivamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

FABIÁN ALEJANDRO CERÓN BURGOS

No. Cédula: 060344802-8

©2019, Fabián Alejandro Cerón Burgos.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Fabián Alejandro Cerón Burgos, declaro que el presente trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación de Maestría.

FABIÁN ALEJANDRO CERÓN BURGOS

No. Cédula: 060344802-8

DEDICATORIA

A los agricultores y productores agropecuarios de las diferentes regiones del Ecuador y en especial a los trigueros de la parroquia de Sevilla del cantón Alausí, que con su dedicación, esfuerzo y sacrificio hacen posible que podamos llevar el **“PAN”** cada día a nuestros hogares.

AGRADECIMIENTO

A mis padres, hermanos y familia.

A mis tutores y docentes.

A mis amigos y colaboradores.

Al Ministerio de Agricultura y Ganadería.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Mis sentimientos de infinita gratitud por ser parte de mi crecimiento y formación personal, académica, profesional y de vida.

Fabián Alejandro.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	xv
SUMMARY	xvi
CAPÍTULO I	1
1.PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Introducción	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.2.1. Situación del problema.....	2
1.2.1.1. Contexto mundial.....	2
1.2.1.2. Contexto nacional.....	3
1.2.1.3. Contexto local.	5
1.3. Formulación del problema	6
1.3.1. Preguntas directrices	6
1.4. Justificación de la investigación.....	6
1.5. Objetivos de la investigación	7
1.5.1. Objetivo general.....	7
1.5.2. Objetivos específicos	8
1.6. Hipótesis.....	8
CAPÍTULO II	9
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Antecedentes investigativos	9
2.2. Fundamentación teórica.	14
2.2.1. Evaluación económica.	14
2.2.1.1. Evaluación económica en cultivos	15
2.2.1.2. Valor actual neto.	16
2.2.1.3. Tasa interna de retorno.....	16
2.2.2. El cambio climático.....	17
2.2.2.1. Balance hídrico.	18
2.2.2.2. Coeficiente del cultivo Kc.....	20
2.2.2.3. Climatología.....	20
2.2.2.4. Isobaras.....	24
2.2.3. Cultivo de trigo en el Ecuador.	24
2.2.3.1. Fenología del cultivo de trigo.	25
2.2.3.2. Requerimientos del cultivo de trigo Variedad Vivar.	25

2.2.3.3. Zonas de cultivo.....	25
2.2.3.4. Variedades en el Ecuador.....	26
2.2.3.5. Parámetros de calidad.....	26
2.2.3.6. Trigo variedad Vivar.....	26
2.3. Marco legal.....	27
2.3.1. Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021.....	27
2.3.2. Acuerdo Ministerial 460.....	28
2.4. Marco conceptual.....	29
CAPÍTULO III.....	32
3. MARCO METODOLÓGICO.....	32
3.1. Caracterización del Lugar.....	32
3.1.1. Localización.....	32
3.1.2. Ubicación geográfica.....	33
3.1.3. Características climáticas.....	33
3.1.4. Características generales del territorio.....	34
3.2. Diseño de investigación.....	34
3.2.1. Método de investigación.....	34
3.2.2. Enfoque de la investigación.....	35
3.3. Alcance de la investigación.....	36
3.4. Población en estudio.....	36
3.5. Unidad de análisis.....	36
3.6. Selección de la muestra.....	37
3.6.1. Tamaño de la muestra.....	37
3.7. Técnicas de recolección de datos primarios y secundarios.....	37
3.8. Instrumentos de recolección de datos primarios y secundarios.....	37
3.9. Cálculo de ofertas y demandas.....	38
3.10. Interpolación de datos climatológicos.....	38
3.11. Identificación de Variables.....	41
3.11.1. Operacionalización de variables.....	42
3.12. Matriz de consistencia.....	42
CAPÍTULO IV.....	44
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
4.1. Variables Climáticas.....	44
4.1.1. Evaporación.....	44
4.1.2. Humedad Relativa.....	46
4.1.3. Precipitación.....	49

4.1.4. Temperatura	51
4.1.5. Velocidad del Viento.....	53
4.1.6. Climogramas	56
4.1.7. Relación variables meteorológicas con la productividad	61
4.2. Ofertas y demandas	70
4.2.1. Balance hídrico	71
4.2.2. Huella Hídrica	99
4.3. Análisis Económico	100
4.3.1. Análisis financiero	102
4.4. Análisis Estadístico de las Variables.....	107
4.4.1. Formulación económica.....	107
4.4.2. Formulación Matemática.	108
4.4.3. Formulación econométrica.....	108
4.4.4. Supuesto del modelo de MCO	109
4.4.5. Coeficiente de correlación.....	110
4.4.6. Resultados de la estimación	110
4.4.7. Análisis De ANOVA.....	111
4.4.8. Resultados del modelo	112
CONCLUSIONES.....	115
RECOMENDACIONES.....	116
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3. Características climáticas de la parroquia Sevilla.....	33
Tabla 2-3. Características generales de la parroquia Sevilla.....	34
Tabla 3-3. Operacionalización de variables.....	42
Tabla 4-3. Matriz de consistencia.....	42
Tabla 1-4. Balance hídrico en el año 2010.....	71
Tabla 2-4. Balance hídrico en el año 2011.....	73
Tabla 3-4. Balance hídrico en el año 2012.....	76
Tabla 4-4. Balance hídrico en el año 2013.....	79
Tabla 5-4. Balance hídrico en el año 2014.....	82
Tabla 6-4. Balance hídrico en el año 2015.....	84
Tabla 7-4. Balance hídrico en el año 2016.....	87
Tabla 8-4. Balance hídrico período 2010 - 2016.....	90
Tabla 9-4. Oferta hídrica vs productividad 2010 - 2016.....	92
Tabla 10-4. Demanda (ETc) vs productividad 2010 - 2016.....	94
Tabla 11-4. Oferta vs ETc vs Productividad.....	96
Tabla 12-4. Kc vs Productividad período 2010 – 2016.....	97
Tabla 13-4. Huella hídrica período 2010 – 2016.....	99
Tabla 14-4. Resumen Productividad vs precios período 2010 – 2016.....	100
Tabla 15-4. Costos de producción.....	103
Tabla 16-4. Cálculo de TIR y VAN.....	105
Tabla 17-4. Cálculo por hectárea de TIR y VAN.....	105
Tabla 18-4. Relación Beneficio/Costo 2010-2016.....	106
Tabla 19-4. Resumen del modelo.....	111
Tabla 20-4. ANOVA.....	111
Tabla 21-4. Coeficientes.....	112

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3. Ubicación de la parroquia de Sevilla.	32
Gráfico 2-3. Ubicación de las estaciones meteorológicas interpoladas.	41
Gráfico 1-4. Comportamiento de la evaporación mensual 2010-2016.....	44
Gráfico 2-4. Máximas, medias y mínimas de la evaporación anual 2010-2016.	46
Gráfico 3-4. Comportamiento de la Humedad Relativa mensual 2010-2016.	47
Gráfico 4-4. Máximas, medias y mínimas de la Humedad Relativa anual 2010-2016.	48
Gráfico 5-4. Comportamiento de la Precipitación mensual 2010-2016.	49
Gráfico 6-4. Máximas, medias y mínimas de la precipitación anual 2010-2016.	50
Gráfico 7-4. Comportamiento de la temperatura mensual 2010-2016.	51
Gráfico 8-4. Máximas, medias y mínimas de la temperatura anual 2010-2016.....	53
Gráfico 9-4. Comportamiento de la velocidad del viento mensual 2010-2016.....	54
Gráfico 10-4. Máximas, medias y mínimas de la velocidad del viento anual 2010-2016.....	55
Gráfico 11-4. Climograma de la parroquia de Sevilla en el año 2010.	56
Gráfico 12-4. Climograma de la parroquia de Sevilla en el año 2011.	56
Gráfico 13-4. Climograma de la parroquia de Sevilla en el año 2012.	57
Gráfico 14-4. Climograma de la parroquia de Sevilla en el año 2013.	58
Gráfico 15-4. Climograma de la parroquia de Sevilla en el año 2014.	58
Gráfico 16-4. Climograma de la parroquia de Sevilla en el año 2015.	59
Gráfico 17-4. Climograma de la parroquia de Sevilla en el año 2016.	60
Gráfico 18-4. Relación mensual evaporación vs productividad período 2010 - 2016.	61
Gráfico 19-4. Relación anual evaporación vs productividad período 2010 - 2016.....	62
Gráfico 20-4. Relación mensual humedad relativa vs productividad período 2010 - 2016.	63
Gráfico 21-4. Relación anual humedad relativa vs productividad 2010 - 2016.....	64
Gráfico 22-4. Relación mensual de la precipitación vs productividad período 2010 - 2016.	65
Gráfico 23-4. Relación precipitación vs productividad período 2010 - 2016.	66
Gráfico 24-4. Relación mensual temperatura vs productividad período 2010 - 2016.....	67
Gráfico 25-4. Relación anual temperatura vs productividad período 2010 - 2016.	68
Gráfico 26-4. Relación mensual velocidad del viento vs productividad período 2010 al 2016.	69
Gráfico 27-4. Relación velocidad del viento vs productividad 2010 - 2016.....	70
Gráfico 28-4. Balance hídrico en el año 2010.....	72
Gráfico 29-4. Balance hídrico en el año 2011.....	75
Gráfico 30-4. Balance hídrico en el año 2012.....	78

Gráfico 31-4. Balance hídrico en el año 2013.....	81
Gráfico 32-4. Balance hídrico en el año 2014.....	83
Gráfico 33-4. Balance hídrico en el año 2015.....	86
Gráfico 34-4. Balance hídrico en el año 2016.....	89
Gráfico 35-4. Balance hídrico período 2010 - 2016.....	91
Gráfico 36-4. Oferta hídrica vs productividad 2010 - 2016.....	93
Gráfico 37-4. Demanda (ETc) vs productividad período 2010 - 2016.....	95
Gráfico 38-4. Oferta vs Demanda ETc vs Productividad.....	97
Gráfico 39-4. Huella hídrica período 2010 – 2016.	99
Gráfico 40-4. Promedio de ingresos/ha USD período 2010-2016	101
Gráfico 41-4. Costos de Inversión USD.....	104
Gráfico 42-4. Histograma.....	113
Gráfico 43-4. Normal de regresión residuo tipificado.	114

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Guía de entrevista productiva y económica.

Anexo B. Guía de entrevista costos de producción.

Anexo C. Listado de productores y datos productivos de la parroquia de Sevilla.

Anexo D. Listado de productores y costos de producción.

Anexo E. Resumen del modelo econométrico.

Anexo F. Datos referenciales de la estación meteorológica instalada en la parroquia de Sevilla.

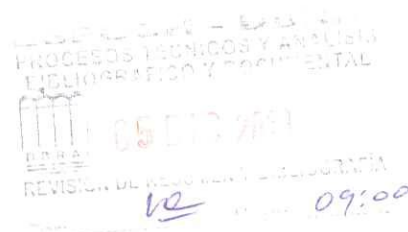
Anexo G. Datos climáticos mensuales extrapolados de la parroquia de Sevilla en el período 2010 - 2016.

Anexo H. Atlas climatológico.

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue el de evaluar económicamente la productividad de trigo bajo un escenario de cambio climático del año 2010 al 2016 en la parroquia Sevilla, para lo cual se realizó un diagnóstico situacional histórico productivo y financiero de los trigueros de la zona, además de recolectar información de datos climáticos de estaciones meteorológicas cercanas para interpolar los datos a la zona de estudio, la metodología utilizada fue de tipo no experimental, utilizando los métodos deductivo e inductivo. El diseño experimental utilizado fue un análisis de comparación a través del método de mínimos cuadrados ordinarios, en el cual la variable dependiente fue la productividad y las variables independientes fueron los factores de cambio climático y los factores económicos. Se obtuvo durante el período de estudio una disminución paulatina de la productividad en un 41,87%, identificando los años con mayores y menores ofertas hídricas así como las demandas, revelando además los efectos del cambio climático en las variables temperatura y precipitación con cambios significativos en comparación entre meses y años de estudio, se obtuvo un Valor actual Neto (VAN) por hectárea de USD 771,15 a una tasa del 12%, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 23,37% y una relación beneficio/costo de USD 1,91, por lo que se indicó que a pesar de que las estadísticas plantean resultados favorables el factor climático en el sector agrícola es la variable más importante a tomar en cuenta, pero además se deben considerar otros factores como el desgaste de suelos, prácticas agronómicas e incidencia de plagas y enfermedades.

Palabras Clave: <CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS>, <EVALUACION ECONOMICA>, <PRODUCTIVIDAD>, <CULTIVO DE TRIGO>, <CAMBIO CLIMATICO>, <PRODUCTORES AGRICOLAS>, <OFERTAS Y DEMANDAS>.



SUMMARY

The objective of the research was to economically evaluate the productivity of wheat under a climate change scenario from 2010 to 2016 in the Seville parish, for which a productive and financial historical situational diagnosis of the area's kinds of wheat was made, besides, to collect climate data information from nearby meteorological stations to interpolate the data to the study area, the methodology used was non-experimental, using the deductive and inductive methods. The experimental design used was a comparison analysis through the method of ordinary least squares, in which the dependent variable was productivity, and the independent variables were climate change factors and economic factors. A gradual decrease in productivity of 41.87% was obtained during the study period, identifying the years with higher and lower water offers as well as demands, also revealing the effects of climate change on the temperature and precipitation variables with significant changes compared between months and years of study, a Net Present Value (NPV) per hectare of USD 771.15 was obtained at a rate of 12%, and Internal Rate of Return (IRR) of 23.37% and a benefit/cost ratio of USD 1.91, so it was indicated that although the statistics show favourable results, the climatic factor in the agricultural sector is the most essential variable to take into account. However, other factors such as soil wear, agronomic practices and incidence of pests and diseases should also be considered.

Keywords: <ECONOMIC AND ADMINISTRATIVE SCIENCES>, <ECONOMIC EVALUATION>. <PRODUCTIVITY>, <WHEAT CULTURE>, <CLIMATE CHANGE>, <AGRICULTURAL PRODUCERS>, <OFFERS AND DEMANDS>.



CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.

1.1. Introducción.

La agricultura en el mundo se ha visto amenazada por un factor externo que en los últimos años ha venido incrementándose de manera paulatina, el cambio climático es un fenómeno que está provocando grandes secuelas tanto en las ciudades como en el campo, y sus efectos son hasta el momento irreversibles, trayendo consigo la alteración de los hábitats naturales de fauna y flora, la disminución de los caudales de agua dulce y de regadío, el aumento de zonas desérticas, la disminución de territorios agro productivos, que traen consigo consecuencias desfavorables para la producción de alimento.

El cultivo de trigo es en la actualidad, el cereal de mayor consumo en el mundo, su importancia radica en que en casi todas las culturas y países lo consume o lo utiliza de distintas formas siendo un pilar fundamental en la dieta de las personas, por lo que desde un punto de vista económico representa una fuente importante de ingresos para los países productores y por ende para las familias que lo producen. Al existir una posible alteración en el clima, se ponen en riesgo tanto la productividad de este cereal como los ingresos económicos de las familias, y particularmente de los sistemas de agricultura familiar y campesina que priman en el Ecuador y que tienen el trigo como uno de los productos de importancia para su alimentación.

Dentro de la sierra ecuatoriana, existen sectores con las condiciones naturales adecuadas para la producción de trigo, es así que la parroquia de Sevilla del cantón Alausí es un sector privilegiado para la siembra de este cereal, por lo que la mayoría de sus habitantes se dedican año tras año a la producción de trigo, haciendo de este cultivo en la mayoría de los casos, la fuente principal de sus ingresos económicos los cuales son utilizados para para la subsistencia y alimentación de las familias. De esta manera, dada la importancia del tema, se considera la necesidad de llevar a cabo una investigación con el objeto de hacer una evaluación de los ingresos económicos de los productores de trigo de la parroquia de Sevilla del cantón Alausí en base a la productividad de este cultivo, y la influencia que tiene el cambio climático en los últimos años sobre este sistema productivo, cabe indicar que en la actualidad en el Ecuador no

se han realizado investigaciones de cuanto ha afectado económicamente el cambio climático a la productividad de trigo.

1.2. Planteamiento del problema.

1.2.1. Situación del problema.

1.2.1.1. Contexto mundial.

El trigo es el cultivo de cereal más importante del mundo, representa aproximadamente el 31% del consumo mundial de cereales, en países industrializados se lo utiliza además para la elaboración de raciones, un estimado del 45% del consumo total en la Unión Europea. El consumo de trigo per cápita en los países en desarrollo es en la mayoría para la alimentación, el cual se ha incrementado, provocando que la mayoría de estos países dependan cada vez más de las importaciones, a esto se indica además que en varios de los países consumidores de arroz, los aumentos en el consumo de trigo van de la mano con un consumo de arroz constante. (FAO, 2010)

Los principales países productores de trigo son China con una producción estimada de 131 millones de toneladas seguidas de la India con 93 millones de toneladas y Rusia con 73 millones de toneladas, seguidos de países como Estados Unidos, Canadá, Francia, Pakistán, Alemania y Australia. Ahora bien la lista de países exportadores la encabeza Estados Unidos con un 20%, Australia con un 12.1%, Francia con 11.3% y Canadá con un 10.1%, en América del Sur los únicos países que exportan trigo son Argentina y Uruguay. A nivel global los principales compradores (importadores) son Italia con un 6.5%, Brasil con un 5.5%, España con un 5.3%, Argelia y Japón con un 5%.

Con respecto a los precios, se mantiene con un valor entre USD 140 y USD 150 la tonelada, después de que ha existido altos y bajos en el mercado internacional a tal punto que su precio se desplomó en el año 2010, llegando a costar menos de USD 100 la tonelada. (Watson & Dalwitz, 2010).

A todo lo antes mencionado se le debe agregar el impacto que causa el cambio climático a los cultivos de consumo masivo que son los encargados de alimentar a millones de personas, en especial a los cereales como el trigo, base de la alimentación mundial, ya que la mayoría de productos y elaborados están compuestos por este cereal. El incremento de las temperaturas

provocadas por el cambio climático reducirá el rendimiento de los campos de trigo de Estados Unidos, el calor extremo en primavera es la principal responsable de la pérdida de rendimiento, y para mantener una agricultura sostenible en el marco del calentamiento global habrá que diseñar cultivos de trigo de alto rendimiento y gran resistencia al calor (PNAS, 2015).

El año 2018 demostró ser un año de condiciones climáticas adversas, existiendo sequías en países como Australia, Canadá y la Unión Europea, además otros países sufrieron lluvias prolongadas y otros sufrieron olas de calor abrumadoras que mataron miles de cultivos. Australia sufrió una disminución en el área de producción del trigo del 10 por ciento y el clima excepcionalmente seco no los ayudó, con el mes de septiembre más seco registrado hasta la fecha, los rendimientos australianos cayeron significativamente, lluvias registradas en el mes de octubre, ayudaron a sus cultivos en el oeste, pero los cultivos del este no se salvaron a tiempo, como resultado, la producción de trigo australiano disminuyó en un 53%. La sequía persistente en Canadá dio como resultado un rendimiento en 2018 de -6 millones de toneladas de trigo de primavera y una disminución de 4 millones de toneladas en el rendimiento de trigo duro, los cultivos tuvieron que ser cosechados antes tener la calidad deseada, o se dejaron en el campo y sufrieron una disminución del valor, a todo ello le siguió una increíble nevada y frío en los meses de septiembre y octubre. (Sherratt, 2018).

Pese a las condiciones climáticas cambiantes, a nivel mundial el mejoramiento de las técnicas productivas de cultivo de trigo y la selección genética son factores que han conducido a un incremento en el rendimiento productivo, como dato, en el año de 1900 el promedio mundial de producción era 10 qq/ha, en el año de 1990 pasó a 25 qq/ha, el rendimiento promedio en países de América del Sur se mantiene con un valor de 20 qq/ha y en el África se mantiene con una media de 10 qq/ha. (Mohan & Martino, 2008).

1.2.1.2. Contexto nacional.

En el Ecuador, los cultivos de cereales como el trigo, la cebada, la avena, el centeno, no han tenido mayormente un protagonismo y significancia desde el punto de vista económico para el país, pero si tienen un particular valor para las familias campesinas que lo producen, tomando en cuenta que según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, en su informe del censo de población y vivienda del Ecuador en el año 2010, el 40% de la población ecuatoriana reside en el área rural y está conformada por hogares de productores agropecuarios, se nota así que un gran porcentaje de la población ecuatoriana depende directamente de su propia producción agropecuaria para la alimentación y subsistencia, y particularmente de cultivos como el trigo,

que vienen a ser uno de los pilares fundamentales para su alimentación en conjunto con otros productos como la papa y el maíz. Existen limitantes para la producción del trigo en el Ecuador, siendo los principales, la topografía, la falta de agua y tipo de suelo, los precios bajos, la falta de capacitación de los productores, la falta de infraestructura adecuada para garantizar calidad en los procesos, tomando en cuenta además que uno de los inconvenientes en el sector agropecuario en general viene dado que no puede crecer por su limitado acceso a equipos y maquinaria, bajos niveles de asociatividad, inexperiencia en comercialización, lo que se traduce a que esquemas de intermediación tradicionales sigan predominando en la comercialización campesina alcanzando entre el 80% y 85%. (BCE, 2015). En el 2016, en el Ecuador se sembraron 4617 ha de trigo, de las cuales se cosecharon 4422, logrando una producción de 6746 toneladas, siendo Chimborazo una de las provincias con el mayor número de hectáreas de cultivo de trigo en Ecuador, con 1687 ha, seguida de Bolívar con 1015 ha y Pichincha con 685 ha. (INEC, 2016).

Mediante el acuerdo ministerial 460 firmado el 16 de octubre del 2012, el ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca MAGAP, fija el precio mínimo de sustentación del trigo en USD22 el quintal (45.36 kg), donde en el artículo 2 obliga a las empresas molineras a adquirir producto nacional de trigo al precio mínimo de sustentación con los requisitos estipulados en la tabla de calidad del reglamento para el precio de trigo nacional, como una estrategia para incentivar la producción de trigo a nivel nacional, además de garantizar un precio justo a los productores, debido a que hasta esa fecha el porcentaje de importaciones de trigo alcanzó el 98% de producto, siendo el origen de estas importaciones países como Canadá y Argentina y dejando apenas el 2% de producción de trigo de origen nacional. (MAGAP, 2010).

Esta situación ayudó en gran parte a los productores de trigo del Ecuador y particularmente a los trigueros de la provincia de Chimborazo que tienen hasta la actualidad un precio base que garantiza cierta rentabilidad en la producción de trigo, y la oportunidad que la venta la pueden hacer directamente en la empresa Moderna Alimentos ubicada en el cantón Colta, quienes año tras año absorben gran cantidad de este cereal a un precio mínimo de sustentación de USD 22 por quintal, lastimosamente por varios factores no todos los trigueros de la provincia acceden a este beneficio, cayendo en el sistema tradicional del mercado y comercialización existente.

Además hay que recalcar que en el Ecuador la realidad no es distinta con respecto a la alteración del clima, la disminución de lluvias, el aumento de temperatura, las sequías prolongadas son factores determinantes también en el tema agropecuario, existiendo años de menos lluvias que otros, lo que condiciona a los cultivos de secano como el trigo a factores dañinos para su producción y por ende para los ingresos económicos de las familias. Es así que se ha registrado un incremento de 0.8 grados centígrados en la temperatura promedio anual durante el período 1980-2010 y la reducción de la cubierta de los glaciares en 52% por ciento en los últimos 30

años (INAMHI, 2014), las repercusiones y afectaciones en el sector agropecuario vienen marcadas en estaciones climáticas no definidas, la baja producción y productividad de los cultivos disminuyen los ingresos y el nivel de vida de los productores lo que ahonda más el problema social y económico del sector rural. (Mejía, 2011).

1.2.1.3. Contexto local.

La parroquia de Sevilla se encuentra ubicada en la zona central del cantón Alausí, políticamente se divide en 10 asentamientos humanos que incluyen la Matriz, Cochas, Chaluá, Rodeo, Dalín, Ragra – Alobucho, La Playa, San Pablo, Saguin, Cochapamba, juntas poseen una población de 866 habitantes, Sevilla cuenta con una extensión de territorio de 2262.46 ha, de las cuales 486.86 ha corresponden al sector de la Matriz, con una temperatura anual promedio de 8 a 20 °C y un rango altitudinal que va desde los 2233msnm en el sector Cuchil hasta los 4400 msnm en la cima de cerro Cisarán, posee una ecología propia de las estribaciones siendo clasificada como bosque montano bajo, sus suelos son andisoles característicos por su color oscuro y su principal recurso hídrico es el río Sevilla que atraviesa su territorio. (GAD Sevilla, 2016).

El sector triguero de la parroquia de Sevilla se ha visto beneficiado por los proyectos de instituciones que han intervenido con la finalidad de mejorar sus rendimientos sin tomar en cuenta el efecto del cambio climático en la economía de las familias mediante la afectación de los cultivos, específicamente en el trigo, es así que un estudio de la Universidad de Córdoba y el Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario con datos fenológicos y meteorológicos de la Agencia Estatal de Meteorología, concluye que el cambio climático "está provocando claramente variaciones en la fenología de los cereales cultivados y sus consecuencias podrían ser más marcadas". El cambio climático provoca variaciones en los cultivos de cereales de secano es así que en España han adelantado en las tres últimas décadas etapas de crecimiento que desarrollan en primavera como consecuencia de los efectos del cambio global, el avance en sus estados fenológicos más significativos ha sido registrado en el trigo y en la avena, cuyas fases de aparición de la hoja bandera y de floración se han adelantado una media de tres y un día por año, respectivamente, las variaciones meteorológicas tienen efecto directo en las plantas, ya que pueden adelantar o retrasar etapas, tanto en su nacimiento o la floración, si estas variaciones persisten en el tiempo, pueden pasar de ser un hecho aislado a una tendencia (Oteros, 2014).

Este problema como ya se indicó anteriormente no solo afecta a países de otras latitudes, si no que en el Ecuador hoy en día ya se ve afectada la producción de trigo en las zonas cerealeras como en la parroquia de Sevilla del cantón Alausí, donde los ingresos económicos disminuyen

año tras año, bajando así el nivel de vida de los productores agropecuarios, debido a que los rendimientos del trigo han decrecido aparentemente por causa de la sequía y el calor extremo, cabe mencionar que además de los problemas económicos y sociales, existen impactos colaterales derivados del cambio climático, tales como un aumento en las enfermedades que afectan a los cultivos, es así que la roya estriada, la roya de la hoja y tallo, la fusariosis de la espiga y el oídio, son enfermedades que años atrás no existían en la zona, además los ciclos de producción se han visto acortados o alargados según la situación climática debido principalmente al incremento de la temperatura media y la ausencia de lluvias, como consecuencia los ciclos se acortan y esto tiene incidencia principal en la producción de este cereal con una notable disminución de los rendimientos y la productividad, lo que conlleva a que los ingresos económicos de las familias del sector se vean afectados por este fenómeno que afecta a la agricultura a escala global. (MAGAP, 2015).

1.3. Formulación del problema.

¿Cuál es impacto económico en la productividad de trigo variedad Vivar, en un escenario de cambio climático del año 2010 al 2016, en la parroquia Sevilla, cantón Alausí, provincia de Chimborazo?

1.3.1. Preguntas directrices.

- ¿Cuál fue la producción de trigo entre el período 2010 al 2016, en la Parroquia Sevilla, Cantón Alausí?
- ¿Cuál fue la situación económica de los agricultores que se dedicaron a cultivar trigo en la Parroquia Sevilla, en el período 2010 al 2016?
- ¿Cuál fue la variación de la producción e ingresos, de los agricultores que se dedicaron a cultivar trigo en la Parroquia Sevilla, en el período 2010 al 2016?

1.4. Justificación de la investigación.

La parroquia de Sevilla está conformada por 10 asentamientos humanos entre comunidades legalmente conformadas y de hecho, cuenta con una extensión total de 2263 ha, históricamente

es una de las parroquias del cantón Alausí que tiene la potencialidad de ser una zona productora de trigo debido a sus características climáticas y edáficas que hacen de esta zona en particular sea considerada como la mejor productora de trigo del cantón Alausí, tomando en cuenta que la siembra de cereales en la parroquia de Sevilla es de secano, contando como meses lluviosos desde diciembre hasta abril y los meses secos desde mayo hasta noviembre. El último Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia de Sevilla, ha determinado al cultivo de trigo como el principal en extensión y en importancia económica para los agricultores, por lo que resulta sumamente importante conocer y entender el comportamiento climatológico de la zona que influye directamente con la productividad y esta a su vez con los ingresos económicos de los pequeños productores, análisis que permitirá proyectar a futuro el comportamiento del cultivo en la zona con la finalidad de planificar y elaborar estrategias que ayuden a los productores que se dedican a esta actividad.

Adicionalmente, esta investigación generó información de base, tomando en cuenta que no se han llevado a cabo estudios que analicen el impacto económico de la productividad del cultivo de trigo bajo un escenario de cambio climático. Por lo descrito anteriormente, es de suma importancia la realización del presente trabajo de investigación desde el punto de vista, económico, ambiental y social, que arrojó los primeros datos acerca de este tema, para de esta manera tener bases y argumentos científicos de como el cambio climático está afectando a la agricultura y a la economía de los productores de trigo.

Los beneficiarios directos de este proceso investigativo, son los trigueros de la parroquia de Sevilla del cantón Alausí, los beneficiarios indirectos son las autoridades parroquiales, cantonales y provinciales, así como organismos gubernamentales y no gubernamentales que ahora tienen información sobre cómo influyó la crisis climática en la productividad y los ingresos económicos del cultivo de trigo, y de esta manera poder elaborar proyectos y estrategias de desarrollo tomando en cuenta este factor determinante.

1.5. Objetivos de la investigación.

1.5.1. Objetivo general.

Evaluar el impacto económico en la productividad de trigo variedad Vivar, en un escenario de cambio climático entre el año 2010 al 2016, en la parroquia Sevilla, cantón Alausí, provincia de Chimborazo, para medir la incidencia en la economía de los productores.

1.5.2. *Objetivos específicos.*

- Sistematizar la información de la productividad de trigo entre el período 2010 al 2016 en el sector La Matriz de la parroquia de Sevilla del cantón Alausí.
- Establecer las ofertas y demandas de la variación climática en el período 2010 al 2016 en el sector La Matriz de la parroquia de Sevilla del cantón Alausí.
- Determinar la variación de la producción e ingresos entre el período 2010 al 2016 y su relación en términos económicos.

1.6. *Hipótesis.*

El cambio climático del año 2010 al 2016, provocó la disminución de la productividad del cultivo de trigo variedad Vivar, y los ingresos económicos de los productores.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. Antecedentes investigativos.

Como antecedentes investigativos al problema en cuestión, se describen los siguientes trabajos e investigaciones sobre los efectos del cambio climático en la productividad de trigo y sus consecuencias en la economía, los cuales sirven como marco de referencia y sustentan el objetivo de la presente propuesta de investigación:

En el trabajo titulado “Evaluación del efecto del cambio climático en los cultivos de la zona de Santa Rosa de Cusubamba, cantón Cayambe, provincia de Pichincha” del autor (Erreis, 2015) manifiesta en su trabajo que las necesidades hídricas en base a los datos analizados de precipitación para el cultivo de trigo se encuentran cubiertas hasta el año 2069, en el caso de la sensibilidad de los cultivos, el trigo presentó una aptitud climática para el período 2020 – 2049 de 87% y para el período 2040 – 2069 de 76%, con respecto al índice de vulnerabilidad de los cultivos, se estableció para el cultivo de trigo una vulnerabilidad del 71% para la temperatura y un 65% para la precipitación, considera que las alteraciones climáticas están afectando a los cultivos en estudio y que se debería tomar las medidas correspondientes basándose en el índice de vulnerabilidad, medidas como el uso de semillas nativas, el uso de la agro biodiversidad, prácticas ecológicas, cercas vivas, bancos forrajeros, almacenamiento y cosecha de agua, el uso de aguas subterráneas entre otros, los cuales van a garantizar a un futuro bajo este escenario la subsistencia de las comunidades y familias rurales, que serán los principales afectados bajo esta amenaza, poniendo en riesgo no solo su seguridad alimentaria si no también la economía y fuetes de ingreso de sus familias.

En la investigación titulada “Climate change and its impact on wheat production and mitigation through agroforestry technologies” de los autores (Kumar & Avtar, 2014), afirman que el cambio climático es una realidad que afecta a las personas más pobres en los países en desarrollo desde un punto de vista económico, ambiental y productivo, analizan las relaciones entre los cultivos y el clima utilizando estadísticas de producción históricas para los cultivos de trigo, con una visión general del posible efecto de la variabilidad y el cambio del clima en la producción de trigo, indicaron que el aumento de 1°C en las temperaturas medias, asociado con el aumento de

CO, no causaría ninguna pérdida significativa a la producción de trigo y por ende en las economías de los países productores, de superar este umbral se tendrían que elaborar estrategias de adaptación como el cambio en la fecha de siembra y las variedades.

En la investigación “Analysis of the climate change effect on wheat production systems and investigate the potential of management strategies”, de los autores (Paymard & Bannayan, 2018), indican que el cambio climático tiene un impacto adverso en la producción de cultivos e impone una amplia gama de restricciones en los sistemas agrícolas, especialmente en ambientes limitados por el agua, afirman que se necesitan estrategias de manejo para mejorar la capacidad de adaptación ante estos efectos, el objetivo de este estudio fue investigar el potencial de cambiar las fechas y densidades de siembra como estrategias de adaptación al cambio climático para el trigo de regadío y de lluvia, los resultados indicaron que la producción del cultivo de trigo se verá afectada por el cambio climático según las fechas de siembra prevalecientes y la densidad de siembra en un futuro, en todos los escenarios y años. En general, las fechas de siembra posteriores con una densidad de plantación de 400 plantas por metro cuadrado, tuvieron una mayor producción, lo que lleva a un aumento en el rendimiento de aproximadamente el 10 % para el trigo de regadío y el 26% para el trigo de secano en promedio, según este estudio el cambio de fechas y densidades de siembra puede ser beneficioso para la adaptación del trigo al cambio climático.

En el trabajo de investigación titulado “How wheat yields are influenced by climate change” del autor (Sudmeyer, 2018), indica que los factores que han afectado la productividad de trigo en Australia son: la disminución de las precipitaciones lo que representó la disminución de la productividad de un 28%, las crecientes temperaturas representaron una caída de la productividad de un 27%, el aumento del dióxido de carbono en la atmósfera evitó una disminución en la productividad del 4%, la degradación y erosión de la tierra, la expansión de los cultivos en territorios no cultivables, la adopción de nuevas tecnologías representó un aumento un 55% la productividad. El aumento de las temperaturas seguido de la disminución de las precipitaciones, acelerarán los tiempos de desarrollo y reducirán el período de floración del trigo, aunque se considera que la reducción de la lluvia ha tenido un impacto relativamente pequeño en el rendimiento del grano, además los modelos indican que el aumento de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera de 50 partes por millón en los últimos 50 años aumentó el potencial de rendimiento en un 2% al 8%, los rendimientos de trigo modelados para el suroeste de Australia proyectaron caídas entre 26% y 38% para 2090, lo que afectará la economía de los sectores cerealeros y pondrá en aprietos a los productos elaborados a base este cereal.

En la investigación titulada “Climate change impact on México wheat production” de los autores (Hernandez, Ochoa, & Belay, 2018), mostraron dos modelos de cultivos de trigo en paralelo, utilizando dos métodos de escalado, cinco modelos climáticos globales (GCM) y dos principales vías de concentración representativas (RCP) para los años 2050, todos proyectaron una disminución general en los rendimientos de trigo para la década de 2050, a pesar del efecto estimulante del crecimiento de las elevadas concentraciones de CO₂, se simularon disminuciones consistentes en el rendimiento en la mayoría de las principales regiones productoras de trigo de México debido al aumento proyectado de la temperatura, se proyectaron disminuciones de rendimiento mayores y más variables para el trigo de secano debido a la variabilidad espacial actual y proyectada de los patrones de temperatura y precipitación, sin embargo, el trigo de secano solo contribuye con alrededor del 6% de la producción de trigo de México. Al agregar los impactos simulados del cambio climático, considerando el aumento de temperatura, el cambio de lluvia y las elevadas concentraciones de CO₂ en la atmósfera para los sistemas de cultivo de trigo de regadío y de secano, se proyecta que la producción nacional de trigo para México disminuirá el 6.9%. Para mantener o aumentar la producción futura de trigo en México, serán necesarias estrategias de adaptación como la expansión del área de cultivo.

En el trabajo de investigación “Climate change impact and adaptation for wheat protein”, los autores (Asseng, Martre, & Maiorano, 2018), indican que la concentración de proteína en el grano de trigo es un determinante importante de la calidad para la nutrición humana, en su investigación aplican 32 modelos múltiples para simular el rendimiento y la calidad del trigo en un clima cambiante. Los beneficios potenciales en el rendimiento y proteína del grano bajo el efecto de la elevada concentración de CO₂ en la atmósfera para el año 2050 probablemente se verán negados por los impactos del aumento de la temperatura y los cambios en la precipitación, se espera que los rendimientos de granos y proteínas sean más bajos y más variables en la mayoría de las regiones con poca lluvia, tomando en cuenta que la disponibilidad de nitrógeno limita el estímulo de crecimiento de las plantas a partir del CO₂ elevado. La introducción de genotipos adaptados a temperaturas más cálidas considerando los cambios en el CO₂ y la lluvia, podrían aumentar el rendimiento global de trigo en un 7% y el rendimiento de proteína en un 2%, tomando en cuenta además el impacto económico que tendrá la disminución tanto de productividad como de proteína para los ingresos económicos de los países que exportan y de las familias rurales campesinas que lo producen.

En la investigación titulada “Wheat production to decline as global temperature increases” de los autores (Kassieab & Xiong, 2017), indican que el impacto del cambio de temperatura global en el rendimiento de la producción de trigo, cultivo que es consumido en las dietas en todo el mundo, disminuirá a medida que aumenten las temperaturas, al mismo tiempo se espera que la demanda de trigo aumente en un 60% a mediados del siglo XXI, con el aumento de 1 °C en la

temperatura global, se proyecta que el rendimiento global de trigo disminuirá entre 4.1% y 6.4% para el año 2050, donde el efecto podría ser peor en los países más cálidos, los pequeños agricultores en las naciones africanas y en la India que son grandes productores de trigo serán los más afectados en este escenario. El estudio estima aproximadamente un 8 % de disminución de rendimiento por 1 °C de aumento de la temperatura global en la India, en Egipto, las simulaciones mostraron una disminución de alrededor del 11% y 20% en el rendimiento con un aumento de temperatura de 1°C, algunos de los impactos negativos del calentamiento global en el rendimiento del trigo podrían compensarse mediante el aumento de las concentraciones de CO₂ en la atmósfera en conjunto con riego, fertilización y aplicando tecnologías nuevas y apropiadas para la producción de este cereal.

En la investigación titulada “Cambio climático, el impacto en la agricultura y los costos de adaptación” de autoría de (Nelson, Rosegrant, & Koo, 2012) indican que los precios mundiales de los cultivos agrícolas más importantes como arroz, trigo, maíz y soja aumentarán entre el año 2000 al 2050 impulsados por el crecimiento demográfico y la demanda de biocombustibles; aun sin el cambio climático el precio del trigo aumentará un 39%, dando como resultado aumentos adicionales de los precios que varían del 94% a 111% para el trigo. La disminución en el consumo de cereales se traduce económicamente en disminuciones de ingresos económicos a los productores, el rendimiento de los cultivos disminuirá, se afectará la producción, aumentarán los precios de los cultivos, se reducirá el consumo de cereales, lo cual conducirá a la reducción del consumo de calorías y al aumento de la malnutrición infantil. Estos resultados sugieren las siguientes recomendaciones para políticas y programas: diseñar e implementar políticas y programas de desarrollo de buena calidad, aumentar las inversiones en productividad agrícola, vigorizar la investigación nacional y los programas de extensión, mejorar la recopilación, difusión y análisis de la información mundial, hacer de la adaptación agrícola un punto clave en la agenda dentro del proceso internacional de negociación sobre el cambio climático, reconocer que las mejoras en seguridad alimentaria y en adaptación al cambio climático van de la mano, apoyar las estrategias locales (comunitarias) de adaptación, aumentar la financiación para programas de adaptación en al menos USD 7 mil millones adicionales al año.

En el trabajo de investigación titulado “Implicancias del cambio climático sobre el rendimiento de los cereales de invierno en la Región Pampeana” de autoría de (Miralles & García, 2012) indican los efectos fisiológicos del anegamiento a causa del cambio climático sobre los cultivos de trigo y cebada, dando como resultado que tanto el trigo como la cebada pueden recuperarse de condiciones adversas de precipitaciones excesivas siempre y cuando esto ocurra en etapas tempranas o tardías del ciclo de cultivo, es decir antes del macollo y luego de la floración, aunque la recuperación es mayor cuando el cultivo sufre el estrés en etapas tempranas, los daños y efectos a la productividad se producen cuando las condiciones adversas han ocurrido antes de

la floración, donde se notó una reducción en el rendimiento del trigo, el primer síntoma de esta afectación se nota en el sistema radicular con la reducción de la biomasa y dando como consecuencias el amarillamiento de las hojas por la pérdida de clorofila y por ende la pérdida de la capacidad fotosintética del cultivo. Se proyecta que en el cono sur el cambio climático provocara un aumento de las temperaturas alterando los ciclos de cultivos invernales lo que comprometería la cantidad de radiación que podrían acumular reduciendo la biomasa aérea por lo tanto el rendimiento y de esta manera los ingresos económicos de las familias productoras de trigo y cebada lo que conllevaría a una reducción considerable en las exportaciones de trigo a otros países y pondría en riesgo además a la alimentación de las familias que viven de estos cereales.

En el informe referente al impacto económico de la investigación titulada “El cambio climático y sus efectos en el Perú” de la autora (Vargas, 2009), considera que la humanidad debe hacer todos los esfuerzos necesarios para evitar que los gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera alcancen su valor máximo para que sea por completo irreversible. En esta línea el aumento de la temperatura media global por debajo de 2.4°C respecto a niveles pre industriales obligaría que a partir del 2015 como máximo se reduzca de manera gradual el nivel promedio de emisiones reduciendo hasta el 2050 hasta un 85% de las mismas. Según el grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2012), los costos de mitigación para alcanzar un objetivo de estabilización activo entre 445 y 535 ppm de CO₂ equivalente (CO₂-eq), implicarían una reducción de la tasa de crecimiento promedio anual de 0.12 puntos porcentuales de aquí al 2050 implicando una pérdida del PIB mundial en el 2050 de 5.5%, por el contrario, un objetivo de estabilización menos ambicioso del orden de 590 a 710 ppm de CO₂-eq, se alcanzaría con menores costos de mitigación, hasta una pérdida de 2% del PIB mundial en el 2050 con una reducción en la tasa de crecimiento promedio anual de 0.05 puntos porcentuales, pero a la vez incrementaría los riesgos y vulnerabilidades ante un cambio de temperatura promedio global por encima de 3°C respecto a niveles pre industriales.

En la investigación titulada “Efectos del cambio climático en el rendimiento del trigo, el maíz y el arroz en América Latina” de autoría de (Bermudez & Lopez, 2015) manifiestan que la agricultura en América Latina y el Caribe agrupa alrededor de 60 millones de personas en la agricultura familiar, de las cuales un 65% se encuentra en Sudamérica, además en la mayoría de los países la agricultura familiar contribuye a más del 50% del empleo agropecuario, más de la mitad de los alimentos producidos en América Latina y el Caribe proviene de los 14 millones de pequeños agricultores de la región, de los cuales, según el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), una cuarta parte de la población rural de la región aún vive con menos de USD2 dólares al día, por esta razón desde el punto de vista económico se evidencia la importancia de evaluar el rendimiento de los principales granos como el trigo bajo efectos del

cambio climático con el objetivo de valorar los impactos que se producen. De la investigación se concluyó que el metano al aumentar sus valores en 1% (699 kt) disminuye la producción de trigo en 2.10%, el aumento de CO₂ incrementa la producción de trigo en 0.44%, el aumento del 1% en el nivel del Óxido Nitroso (296 kt) inesperadamente aumenta la producción de trigo en 1.32% (245.5 hg/ha), el aumento de temperatura (0.21°C) tiene un alto impacto negativo sobre la producción especialmente de trigo que disminuye en 4.31% (801.6 hg/ha).

2.2. Fundamentación teórica.

La presente investigación considera la subdivisión del tema en información referente a la evaluación económica del estudio, información referente al cambio climático con respecto a la agricultura e información referente al cultivo de trigo.

2.2.1. Evaluación económica.

La evaluación económica es un método de análisis útil para adoptar decretos fundados ante diferentes alternativas. Es frecuente el confundir la evaluación económica con la evaluación financiera, la evaluación económica integra en su análisis tanto los costos monetarios como los beneficios expresados en otras unidades relacionadas con las mejoras en las condiciones de vida de una sociedad, se puede hablar entonces de rentabilidad o beneficios de tipo social, en la evaluación financiera se considera únicamente la vertiente monetaria con el objetivo de considerar su rentabilidad en términos de flujos de dinero.

Una evaluación económica tiene por objetivo identificar las ventajas y desventajas asociadas a la inversión que se realizará en un negocio o proyecto antes de la implementación del mismo.

Una definición de “evaluación económica” es la siguiente: “Análisis comparativo de las acciones alternativas tanto en términos de costos como de beneficios” (Torrance, 2001).

Los tipos de análisis económicos según las características de los beneficios se detallan a continuación:

- Análisis Costo-Utilidad (ACU): Los beneficios identificados se expresan en una escala de utilidad. Ayuda a establecer un orden según la “bondad” de actuaciones alternativas.
- Análisis Costo-Beneficio (ACB): Expresa costos y beneficios en unidades monetarias, permite valorar la rentabilidad de la acción según criterios objetivos.

- Análisis Costo-Efectividad (ACE): Compara costos en unidades monetarias con beneficios expresados en otro tipo de unidades. Permite elegir entre alternativas que podrían cumplir unos mismos objetivos con diferentes costos. (Droummond & O'Brien, 2005).

2.2.1.1. *Evaluación económica en cultivos.*

Es poco utilizado por los agricultores de nuestro país el realizar seguimientos y evaluaciones de tipo económico a los diferentes sistemas de producción o cultivos que poseen, ya sea por desconocimiento o por falta de apoyo de instituciones gubernamentales o no gubernamentales, después de un ciclo de cultivo los productores agropecuarios, no tienen una idea clara de cuanto es lo que invirtieron y cuanto es lo que han gastado hasta finalizar el ciclo para saber exactamente cuál ha sido su ganancia o su pérdida, como ya se mencionó anteriormente una evaluación económica tiene por objetivo identificar las ventajas y desventajas asociadas a la inversión, en este caso de un sistema productivo agropecuario que puede ser un cultivo o un sistema de producción pecuaria, lo que se busca principalmente es la optimización espacial donde se obtienen dos productos: Análisis de los datos de rendimientos de la cosecha, y la evaluación de los resultados económicos finales.

Estos análisis consienten en determinar el beneficio concreto del manejo y permiten mejorar el conocimiento sobre el comportamiento de los cultivos. Es muy importante analizar los costos de cultivo tomando en cuenta todas las variables posibles.

Dentro de los costos que se analizan en la evaluación económica en el sector agrícola se deben mencionar a los siguientes:

- Costos variables de los factores de producción, que incluyen a las materias primas y a la mano de obra.
- Interés del capital circulante, se trata de un costo de oportunidad donde el capital circulante está constituido por el conjunto de costos generados por los factores de producción invertidos durante el proceso productivo.
- Costos fijos, que comprende la totalidad de los costos correspondientes a los factores fijos de producción, se dividen en amortización de la plantación, interés de la plantación, amortización del capital de las instalaciones, interés del capital de las instalaciones, costos de reposición de árboles y mantenimiento de instalaciones, renta de la tierra, impuestos y seguros, certificaciones
- Total costos: Es la suma de todos los costos. (Juliá & Sever, 2015).

2.2.1.2. *Valor actual neto.*

El valor actual neto VAN, es una manera que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. El procedimiento consiste en descontar al momento actual todos los flujos de caja futuros o en determinar la equivalencia en el tiempo cero de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Dicha tasa de actualización o de descuento es el resultado del producto entre el costo medio ponderado de capital y la tasa de inflación del período, cuando el equivalente es mayor que el desembolso inicial, entonces, es recomendable aceptar el proyecto, el valor actual neto va a expresar una medida de rentabilidad del proyecto en términos absolutos netos, es decir, en número de unidades monetarias.

En definitiva, el Valor Actual Neto consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión y calcular su diferencia. Para ello trae todos los flujos de caja al momento presente descontándolos a un tipo de interés determinado. Como un ejemplo se puede citar en las cuentas de un país, el valor agregado representa las remuneraciones a los factores de producción; es decir, sueldos, salarios, rentas, intereses, amortizaciones, beneficios, utilidades. (Sabino, 2013).

2.2.1.3. *Tasa interna de retorno.*

La tasa interna de retorno TIR de un negocio o proyecto es la tasa efectiva anual compuesto de retorno o tasa de descuento que hace que el valor actual neto de todos los flujos de efectivo tanto positivos como negativos de una determinada inversión igual a cero. En términos más específicos, la TIR de la inversión es la tasa de interés a la que el valor actual neto de los costos, los flujos de caja negativos de la inversión es igual al valor presente neto de los beneficios flujos positivos de efectivo de la inversión.

Las tasas internas de retorno se utilizan comúnmente para hacer evaluaciones de las relaciones que existen en las inversiones o proyectos. Cuanto mayor sea la tasa interna de retorno de un proyecto, será más viable o factible llevar a cabo el proyecto o invertir en él, por ejemplo en un concurso de proyectos, suponiendo que todos los demás factores iguales entre los diferentes proyectos, el proyecto de mayor TIR probablemente sería considerado el primer y mejor realizado. (Sabino, 2013).

2.2.2. *El cambio climático.*

Escuchamos a diario y se ha vuelto un tema muy conocido, el daño que está causando la emisión de gases de efecto invernadero y su consecuencia en el cambio climático, el aumento de la temperatura global y su influencia en el derretimiento de glaciares y casquetes polares ha conllevado que el nivel de los mares aumente de manera significativa, poniendo en serio riesgo a los seres humanos y a los sistemas complejos de vida que habitan en los océanos y que dependen principalmente de las corrientes marinas. En varias regiones en África se experimenta una necesidad extrema por el agua, combinado con una demanda creciente lo que conlleva a que más gente se quede sin acceso al líquido vital, eso afectará el sustento de muchas familias, además se debe tomar en cuenta la reducción de zonas de cultivo que creará mayores riesgos de hambre considerando el crecimiento poblacional, las cosechas en aquellos países cuya agricultura depende de las lluvias se reducirán hasta en un 50% para 2020. El incremento de las temperaturas, unido a la pesca desmedida, hará que disminuya la cantidad de peces en los grandes lagos de agua dulce, lo cual repercutirá en el suministro de alimentos y productos básicos para la alimentación humana. (Guerra & Molina, 2000).

El escenario en nuestra zona, América del Sur es igual de deprimente, debido al aumento de las temperaturas y la disminución de las fuentes de agua subterránea en la región de la cuenca amazónica, podría llevar a que el bosque tropical se transforme paulatinamente en una sabana, y esto a su vez, a la extinción de cientos de especies mamíferos, anfibios, reptiles y toda la flora del lugar, en las zonas más secas se experimentará desertificación de las tierras cultivables provocando una reducción en la agricultura y la ganadería. El aumento del nivel del mar a causa del derretimiento de los casquetes polares causará la inundación de regiones bajas en países como El Salvador, Guyana y el estuario del Río de la Plata. (Barros, 2015).

Mientras tanto en Asia el derretimiento de los glaciares en la cordillera de los Himalaya tendrá un impacto directo sobre el suministro de agua en los próximos 30 años, esto también causará inundaciones y lahares, el desarrollo económico de esta región se verá afectado no sólo por los embates del cambio climático sino también por el rápido crecimiento económico y de la población, el escenario en Europa se estima que casi todas las regiones del continente sufrirán un impacto negativo por el cambio climático, es posible que los países como España, Francia, Alemania, Portugal, Suiza, Holanda, Polonia, que son países de la región central y del este experimenten falta de lluvias en el verano, agravando el problema de la falta de agua, además se corre el riesgo de aumento de problemas de salud relacionados con las olas de calor, en la región del Mediterráneo se verá una reducción en los suministros de agua, menor productividad

en los campos, más incendios forestales y un incremento de los problemas de salud causados por el extremo calor, los países del norte se beneficiarán de los cambios, con un aumento de las cosechas, pero además para 2020, la mayor parte de Europa correrá riesgos de constantes inundaciones. (Lopez, 2015).

En Oceanía la continua falta de agua, especialmente en el sur y este de Australia, será aún más grave para 2030, regiones ecológicamente importantes como la Gran Barrera de Coral y el Parque Nacional Kakadu, podrán perder una parte significativa de su vida silvestre para 2020, el aumento del nivel del mar generará erosión de las costas, la pérdida de biodiversidad, inundaciones y tormentas, provocando un impacto social y económico en las comunidades de las pequeñas islas, la erosión de las playas y la decoloración de los corales harán que disminuya el turismo. (Izasa & Campos, 2012).

El cambio climático ha generado efectos en el rendimiento de los cultivos en general, existen especies que resisten el cambio de sus requerimientos climáticos, y particularmente en los cereales que son más susceptibles. En América Latina los problemas se agravan debido al aumento de las temperaturas a través de contaminantes como el metano, el dióxido de carbono y el óxido nítrico además de fertilizantes como el nitrógeno que son ampliamente utilizados en la región. El impacto del cambio climático se da principalmente por el aumento de temperatura, la cual afecta el rendimiento de todos los cereales, aunque las precipitaciones igualmente ocasionan efectos negativos. Mediante estudios de modelización detallada del crecimiento de cultivos bajo condiciones de cambio climático, con los aportes derivados de un modelo extremadamente detallado de la agricultura mundial, los resultados han mostrado que la agricultura y el bienestar humano se verán afectados negativamente por el cambio climático, el rendimiento de los cultivos disminuirá, se afectará la producción de todos los productos de consumo, aumentarán los precios de los cultivos y la carne, y se reducirá el consumo de alimentos, todo lo cual conducirá a la reducción del consumo de calorías y al aumento de la malnutrición infantil y a la malnutrición en general de la mayoría de la población. (Nelson, Rosegrant, & Koo, 2012).

2.2.2.1. Balance hídrico.

El balance hídrico es una medida que se establece para un lugar determinado y un período dados, por comparación entre los aportes y las pérdidas de agua en ese lugar y para ese período determinado. Se tienen también en cuenta la constitución de reservas hídricas y las extracciones ulteriores sobre esas reservas, las aportaciones de agua se efectúan gracias a las precipitaciones.

Las pérdidas se deben esencialmente a la combinación de la evaporación y la transpiración a la cual se denomina evapotranspiración de las plantas, lo cual se designa para describir la combinación entre ambos términos.

Las dos dimensiones se evalúan en cantidad de agua por unidad de superficie, pero se traducen generalmente en alturas de agua, la unidad que más se utiliza es el milímetro. Al ser estas dos magnitudes físicamente parecidas, se las puede comparar calculando ya sea su diferencia precipitaciones menos evaporación, ya sea su relación precipitaciones sobre evaporación. El balance es evidentemente positivo cuando la diferencia es positiva o cuando la relación es superior a uno.

Es común, en el estudio de los balances hídricos, comparar las precipitaciones que por lo general se le asigna la sigla P y la evapotranspiración potencial ETP, lo cual permite distinguir situaciones diferentes en función de umbrales que son directamente significativos para un lugar o un período dado, es así que, si la precipitación es menor a la evapotranspiración, la evaporación real será igual a la precipitación; habrá deducción sobre las reservas, ausencia de escurrimiento; el período se denominará deficitario.

En cambio si la precipitación es mayor a la evapotranspiración, la evaporación real será igual a la evapotranspiración, habrá escurrimiento y constitución de reservas; el período se llamará excedente.

En la actualidad existen métodos de estudio más directos para calcular los balances hídricos. Estos métodos consisten en comparar la cantidad de agua que sale de una cuenca hidrográfica durante un período dado, y la cantidad de precipitación caída durante ese mismo período sobre la cuenca en estudio, método que implica además interpolaciones, y que no aísla completamente la proporción de la evaporación. El "déficit de escurrimiento" obtenido de este modo nos da sin duda una idea de esto, como también está en relación directa con la temperatura, según los estudios por ejemplo, está evaluado en más de 1100 mm/año para el Amazonas, 495 mm/año para el Mosa, menos de 300 en las cuencas del norte de Escandinavia. (Durand, 2010).

El balance hídrico es empleado para el cálculo de la oferta hídrica superficial, que equivale al volumen de agua continental de los sistemas de drenaje superficial, en un período determinado de tiempo. La ecuación para el balance de agua se representa por la siguiente expresión:

$$\frac{dS(t)}{dt} = P(t) - E(t) - R(t)$$

Dónde:

- $S(t)$: representa el almacenamiento de agua en el suelo como una función del tiempo.
- $P(t)$: Precipitación en mm por unidad de tiempo.
- $E(t)$: Evapotranspiración real o efectiva en mm por unidad de tiempo.
- $R(t)$: Escorrentía incluyendo el flujo base en mm por unidad de tiempo. (Galvez, 2011).

2.2.2.2. *Coefficiente del cultivo K_c .*

La evapotranspiración que ocurre en un terreno cultivado puede ser estimada a partir de datos meteorológicos de una zona en particular, datos como la temperatura, humedad relativa, radiación solar, velocidad de viento, para lo cual se usa un modelo probado denominado modelo Penman-Monteith, las variables que afectan a un cultivo, como estas varían durante el crecimiento y el comportamiento del mismo determina que herramienta se debe utilizar para determinar la evapotranspiración de referencia (E_{Tr}), esta es la evapotranspiración que se presenta en un cultivo, cuya fenología y comportamientos fisiológicos son conocidos, de altura uniforme, bajo riego y en óptimas condiciones de desarrollo.

Las diferencias en evaporación y transpiración del cultivo de referencia con respecto a un cultivo en particular, son integradas en un factor conocido como coeficiente de cultivo K_c .

Durante el período de crecimiento del cultivo, la variación del coeficiente del cultivo K_c expresa los cambios producidos en la vegetación y en el grado que tiene la cobertura del suelo, esta variación del coeficiente K_c a lo largo del desarrollo del cultivo está representada por la curva del coeficiente del cultivo. Para describir y construir la curva del coeficiente del cultivo se necesitan solamente los siguientes valores de K_c : los correspondientes a la etapa inicial ($K_{c\ ini}$), la etapa de desarrollo, la etapa de mediados de temporada ($K_{c\ med}$) y la etapa final ($K_{c\ fin}$) (FAO, 2012).

2.2.2.3. *Climatología.*

La climatología es la ciencia que estudia el clima en tiempo pasado en los diferentes lugares de la Tierra, mediante herramientas estadísticas determina los valores centrales, de manera particular la media de las diferentes variables meteorológicas con las cuales se pueden clasificar los climas. La principal información que brinda la climatología es la temperatura, precipitación,

presión atmosférica, viento, humedad, evaporación y radiación, es importante conocer la historia del clima debido a que se trata de rescatar la información que sirvieron de base a las investigaciones climatológicas del pasado y que en los momentos actuales pueden ser de mucha utilidad para estudiar los posibles cambios en nuestro clima en un futuro. (Cruz, 2012).

Temperatura.- Es conocido que la temperatura es una de las magnitudes más utilizadas para describir el estado de la atmósfera de manera muy particular en la biosfera que es donde se desarrolla la vida del planeta, en meteorología es muy habitual hablar de temperaturas máximas y mínimas, los valores más altos y más bajos registrados en un período de tiempo que puede ser un día. Para medir estas temperaturas extremas se utilizan los denominados termómetros de máxima y mínima. La temperatura media es el promedio de lecturas de temperatura tomadas durante un período de tiempo determinado, por lo general es el promedio entre las temperaturas máxima y mínima. (Portela, 2103).

La temperatura se puede expresar en grados centígrados o Celsius y grados Fahrenheit, y el instrumento que se utiliza para su medición es el termómetro, en meteorología se utiliza el termómetro de máximas y mínimas.

El termómetro de máximas y mínimas o termómetro de six como su nombre lo indica es un termómetro usado en meteorología y horticultura para registrar las temperaturas más altas y más bajas del día, es un termómetro a base de mercurio que tiene un estrechamiento del capilar cerca del bulbo o depósito, cuando la temperatura sube, la dilatación de todo el mercurio del bulbo vence la resistencia opuesta por el estrechamiento, mientras que cuando la temperatura baja y la masa de mercurio se contrae, la columna se rompe por el estrechamiento y su extremo libre queda marcando la temperatura máxima. La escala tiene una división de 0.5 °C y el alcance de la misma es de -31.5 a 51.5 °C. (Albis & Martinez, 2012)

Humedad. - La humedad es la cantidad de vapor de agua que contiene el aire, esta cantidad varía, no es constante, sino que depende de diversos factores, como si ha habido lluvia y si la lluvia fue recientemente, si estamos cerca del mar, si hay vegetación, etc. Existen diversas maneras de referirnos al contenido de humedad en la atmósfera:

- Humedad absoluta: es la masa de vapor de agua, en gramos, contenida en 1m³ de aire seco.
- Humedad específica: masa de vapor de agua, en gramos, contenida en 1 kg de aire.
- Razón de mezcla: masa de vapor de agua, en gramos, que hay en 1 kg de aire seco.

La humedad relativa menciona una idea de lo cerca que está una masa de aire de alcanzar la saturación, una humedad relativa del 100% es indicativo de que esa masa de aire ya no puede almacenar más vapor de agua, y a partir de ese momento, cualquier cantidad extra de vapor se

convertirá en agua líquida o en cristales de hielo, según las condiciones ambientales que se presenten. (Rodríguez & Águeda, 2014).

El instrumento más utilizado para medir la humedad relativa es el higrómetro o higrógrafo, que es un instrumento que se utiliza para medir el grado de humedad del aire o de otros gases y en meteorología es un instrumento usado para medir el contenido de humedad en la atmósfera, en física y especialmente en meteorología, se establece que para una presión y temperatura dadas, el aire tiene una capacidad máxima de contener vapor de agua (humedad de saturación), la humedad relativa del aire se define como el cociente entre la humedad que contiene el aire y la humedad de saturación, expresado en tanto por ciento (%), varía entre el 0% (aire completamente seco) y el 100% (aire completamente saturado). (Galindo & Elizalde, 2008).

Precipitación.- La precipitación es cualquier forma de meteoro de origen hídrico que cae desde la atmósfera y llega a la superficie terrestre, dentro de estos fenómenos se incluye a la lluvia, llovizna, nieve, granizo, llamándose pluviosidad a la cantidad de precipitación sobre un punto de la superficie terrestre.

Dentro de la ingeniería agronómica es el elemento más necesario dentro de los factores climáticos para cálculos de riego y drenaje de cultivos, el uso del agua en determinadas zonas es planificada dependiendo de la precipitación para realizar análisis de costos de inversión y producción, las características de las precipitaciones pluviales que se deben tener en cuenta son la intensidad y duración de la lluvia; estas dos características están asociadas.

Para un mismo período de retorno, al aumentarse la duración de la lluvia disminuye su intensidad media, la formulación de esta dependencia es empírica y se determina caso por caso, con base en los datos observados directamente en el sitio de estudio o en otros sitios próximos con las características hidro meteorológicas similares. Dicha formulación se conoce como relación intensidad – duración - frecuencia o comúnmente conocidas como curvas IDF que se las utiliza para lo antes mencionado. (Casas & Higuera, 2013).

Velocidad del viento.- La velocidad del viento hacer referencia al aire en movimiento el cual se produce en dirección horizontal a lo largo de la superficie terrestre, la principal causa de este meteoro son los movimientos de la tierra, principalmente el movimiento de rotación el cual propicia este fenómeno, la dirección depende directamente de la distribución de las presiones, pues aquel tiende a soplar desde la región de altas presiones hacia la de presiones más bajas.

En náutica se lo mide preferentemente en nudos con la escala de Beaufort con 12 grados de intensidad creciente que describen el viento a partir del estado de la mar, pese a que en el sistema tradicional internacional su medición se la realiza utilizando la unidad metros sobre segundo m/s. En la meteorología sinóptica moderna, la escala Beaufort tiende a sustituirse por

las mediciones precisas en nudos o metros sobre segundo, dentro de las estaciones meteorológicas la medición de la velocidad del viento se lo realiza a las alturas de 2 y 10 metros, como un dato particular en la alta troposfera entre los 5 a 20 km de altura los vientos pueden llegar a ser mayores a 100 nudos lo que equivale a 50 m/s y se le denomina corriente en chorro (Jet Stream).

El instrumento que mide la velocidad del viento, es el anemómetro, que generalmente está formado por un molinete de tres brazos, separado por ángulos de 120° que se mueve alrededor de un eje vertical, los brazos giran con el viento y accionan un contador que indica en base al número de revoluciones, la velocidad del viento incidente, el aparato empleado para medir la dirección del viento es la veleta que marca la dirección en grados en la propia rosa, en la actualidad hay anemómetros de reducidas dimensiones que pueden sostenerse con una sola mano que son muy prácticos aunque menos precisos debido a las perturbaciones. (Tullot, 2007).

Evaporación.- Se define a la evaporación como el cambio de fase del agua de un estado líquido a gaseoso por absorción de calor donde se produce una circulación que va de los cuerpos de agua hacia la atmósfera. A mayor evaporación la atmósfera estará más húmeda llegando más rápido a un estado de saturación, lo que eleva la probabilidad de precipitaciones.

Las condiciones básicas para que ocurra la evaporación pueden ser:

- La existencia de una fuente de energía que en condiciones naturales es la radiación solar transformada en calor sensible a la atmósfera o de la superficie evaporante, para evaporar 1 gramo de agua se requiere 540 calorías a 100 °C o 600 calorías a 0 °C.
- Existencia de un gradiente de concentración de vapor, es decir una diferencia entre la presión de saturación de vapor existente en la capa que limita el agua, el aire y la presión actual a la temperatura del aire.

El instrumento que se utiliza en las estaciones meteorológicas en el tanque de evaporación, instrumento utilizado para medir la evaporación efectiva que junto con un pluviómetro, un anemómetro, un termómetro Six-Bellani y un pozo tranquilizador forma una estación evaporimétrica. Se utilizan varios tipos de tanques de evaporación, sin embargo, uno de los más utilizados es el tanque clase A, este es un tanque cilíndrico de lámina galvanizada, de 1.21 m de diámetro y 25 cm de profundidad, se mide el volumen de agua necesario para mantener el nivel constante, en la unidad de tiempo, que puede ser 6, 12 o 24 horas, el volumen de agua consumido se transforma en mm de agua evaporada por unidad de tiempo. (Watts & Rodriguez, 2010).

2.2.2.4. *Isobaras.*

Se denominan isobaras a las curvas que rodean zonas de baja presión que van de valores menores a mayores y son curvas de forma más irregular que las que rodean zonas de alta presión. Las zonas de baja presión se llaman ciclones o depresiones, en esa zona el aire está menos denso que el de otras zonas. En general se produce porque el aire está más caliente y húmedo en ese punto y tiende a ascender.

Al subir pasa a zonas de menor presión, se expande, y se enfría. El agua que lleva se condensa y origina lluvia. Las curvas (isobaras) que rodean zonas de alta presión son de forma más regular, y van de valores mayores en el centro a otros menores en el exterior. Las zonas de alta presión se llaman anticiclones. En estas zonas de altas presiones el aire se desparrama por el suelo y el de arriba tiende a bajar. (AEMET, 2015).

Isoyetas.- La isoyeta es una curva que une los puntos, en un plano cartográfico, que presentan la misma precipitación en la unidad de tiempo considerada.

Así, para una misma área, se pueden diseñar un gran número de planos con isoyetas, por ejemplo: isoyetas de la precipitación media de largo período del mes de enero, de febrero, etc., o las isoyetas de las precipitaciones anuales. (Cortéz, 2014).

Isotermas.- Se pueden dibujar mapas de temperaturas a partir de líneas imaginarias, llamadas isotermas, que unen puntos de la superficie terrestre que tienen igual temperatura.

Se generaliza tomando superficies con parecidos valores de temperatura y representando superficies a las que asignamos valores medios próximos (iguales). Las temperaturas varían según los meses del año. (Cortéz, 2014).

2.2.3. *Cultivo de trigo en el Ecuador.*

La importancia de este cultivo en el Ecuador radica en que en conjunto con el maíz, el arroz y la cebada son los cereales de mayor consumo, el consumo de trigo nacional supera las 450000 tm/año, con un consumo per cápita superior a 30kg/año.

Hay que tener en cuenta que el Ecuador importa el 98% del producto para consumo interno, y apenas el 2% es producido en el país, además se estima que el área sembrada hasta el año 2010 fue de 15000 ha en todo el país (Banco Central del Ecuador, 2010).

2.2.3.1. *Fenología del cultivo de trigo.*

Dentro del comportamiento fenológico del cultivo de trigo, se indican los siguientes estados fisiológicos de la planta:

- Emergencia: aparición de las plantas sobre la superficie del suelo con una o dos hojas.
- Tercera hoja: aparición de la tercera hoja de la planta de trigo.
- Macollaje: sobre una de la axilas de las hojas más bajas aparece el primer macollo de la planta, por lo general se registra el inicio de la fase cuando el macollo alcance 1 cm de longitud.
- Encañado: Aparecimiento del primer nudo en el tallo principal de la planta que por lo general se localiza de 2 a 3 cm sobre el suelo.
- Espiga: La mitad de las espigas comienzan a aparecer de la vaina foliar de la hoja superior.
- Floración: Momento en que se abren las primeras flores.
- Maduración lechosa: los granos al ser presionados presentan un líquido lechoso.
- Maduración pastosa: los granos al ser presionados presentan una consistencia pastosa.
- Maduración córnea: los granos están duros, no pueden ser cortados con las uñas de los dedos, toda la planta se encuentra seca. (Yzarra & Lopez, 2016)

2.2.3.2. *Requerimientos del cultivo de trigo Variedad Vivar.*

Los requerimientos climáticos y edáficos donde el cultivo de trigo variedad Vivar se adapta positivamente en el Ecuador va con un rango altitudinal desde los 2400 a 3000 msnm, con una temperatura media de 14 a 22 grados centígrados, requiere una precipitación de 600 a 700 mm durante todo su ciclo de cultivo, aunque hay autores como (Salinas & Giubergia , 2015) quienes indican que el trigo requiere una cantidad de agua de 500 a 550 mm por ciclo de cultivo, prefiere un suelo franco arcillosos o franco arenoso con un Ph que va de 6.5 a 7.5. (Ponce & Garófalo, 2012).

2.2.3.3. *Zonas de cultivo.*

En realidad se lo cultiva en toda la zona interandina del Ecuador, siendo las principales provincias productoras Imbabura, Pichincha, Chimborazo, Cañar, Bolívar, y Loja donde los

rangos altitudinales oscilan entre los 2000 msnm hasta los 3200 msnm, con un rendimiento promedio de 0.7 tm /ha, siendo el rendimiento más bajo de Latinoamérica en comparación con otros países productores que llegan hasta las 6 tm/ha. (SICA, 2002).

2.2.3.4. *Variedades en el Ecuador.*

En el Ecuador el INIAP ha creado y lanzado algunas variedades mejoradas de trigo adaptadas para las condiciones agrícolas de la sierra, se encuentran vigentes: INIAP-Chimborazo 78, INIAP- Cojitambo 92, INIAP- Zhalaio 2003, INIAP- Vivar 2010, INIAP- San Jacinto 2010, INIAP –Mirador 2010, las cuales presentan características de resistencia a los diferentes tipos de roya como amarilla y de la hoja, con alto rendimiento y calidad industrial. (INIAP, 2011).

2.2.3.5. *Parámetros de calidad.*

Los parámetros de calidad requeridos por la industria nacional se basa en un grano con 13% de humedad, con un 2% de impurezas y un peso hectolítrico de 74kg/hl. (MAGAP, 2010).

2.2.3.6. *Trigo variedad Vivar.*

El origen del trigo INIAP-Vivar 2010 proviene del centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT) de México, donde se registró como BERKUT, con el siguiente pedigrí: Irena/Babax/Pastor y con un historial de selección: CMSS96M05638T-040Y-26M-010SY-010M-010SY-4M-0Y-011Y. Fue introducida en el Ecuador en el año 2003 por el programa de cereales de la estación experimental del Austro. (Rajam & Braun, 2010). Las principales características agronómicas del trigo variedad Vivar es que es una variedad resistente a roya de la hoja, fusarium de la espiga, con una resistencia media a roya amarilla, además su principal particularidad es que es resistente a la sequía y falta de agua, su ciclo de cultivo va de 165 a 175 días, de 80 a 90 días para el espigamiento y un rendimiento promedio de 5 a 6 toneladas por hectárea, el peso de 1000 granos es de 46 gramos aproximadamente. (Ponce & Garófalo, 2012).

2.3. Marco legal.

La producción de trigo en el Ecuador está amparado principalmente por el objetivo 5 y objetivo 6 del Plan Nacional De Desarrollo y por el acuerdo ministerial 460 del MAGAP a cerca del precio de sustentación de venta para el cultivo de trigo en el Ecuador.

2.3.1. Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021.

(SENPLADES, 2017) Elaboró el nuevo Plan Nacional de Desarrollo, para el período 2017-2021, que señala el direccionamiento que tendrá el país en los siguientes años. Este Plan se organiza en tres Ejes Programáticos y nueve Objetivos Nacionales de Desarrollo, sobre la base de la sustentabilidad ambiental y el desarrollo territorial.

Dentro del Plan, en el Eje 2, Economía al Servicio de la Sociedad se establece varios objetivos para apoyar la producción agrícola.

Objetivo 5: Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria.

Existen varias políticas que apoyan la producción agrícola y las cadenas productivas:

5.1 Generar trabajo y empleo dignos fomentando el aprovechamiento de las infraestructuras construidas y las capacidades instaladas.

5.2 Promover la productividad, competitividad y calidad de los productos nacionales, como también la disponibilidad de servicios conexos y otros insumos, para generar valor agregado y procesos de industrialización en los sectores productivos con enfoque a satisfacer la demanda nacional y de exportación.

5.3 Fomentar el desarrollo industrial nacional mejorando los encadenamientos productivos con participación de todos los actores de la economía.

5.4 Incrementar la productividad y generación de valor agregado creando incentivos diferenciados al sector productivo, para satisfacer la demanda interna, y diversificar la oferta exportable de manera estratégica.

5.5 Diversificar la producción nacional con pertinencia territorial, aprovechando las ventajas competitivas, comparativas y las oportunidades identificadas en el mercado interno y externo, para lograr un crecimiento económico sostenible y sustentable.

Objetivo 6: Desarrollar las capacidades productivas y del entorno para lograr la soberanía alimentaria y el Buen Vivir rural.

6.1 Fomentar el trabajo y el empleo digno con énfasis en zonas rurales, potenciando las capacidades productivas, combatiendo la precarización y fortaleciendo el apoyo focalizado del Estado e impulsando el emprendimiento.

6.2 Promover la redistribución de tierras y el acceso equitativo a los medios de producción, con énfasis en agua y semillas, así como el desarrollo de infraestructura necesaria para incrementar la productividad, el comercio, la competitividad y la calidad de la producción rural, considerando las ventajas competitivas y comparativas territoriales.

6.3 Impulsar la producción de alimentos suficientes y saludables, así como la existencia y acceso a mercados y sistemas productivos alternativos, que permitan satisfacer la demanda nacional con respeto a las formas de producción local y con pertinencia cultural.

6.4 Fortalecer la organización, asociatividad y participación de las agriculturas familiares y campesinas en los mercados de provisión de alimentos.

6.5 Promover el comercio justo de productos, con énfasis en la economía familiar campesina y en la economía popular y solidaria, reduciendo la intermediación a nivel urbano y rural, e incentivando el cuidado del medioambiente y la recuperación de los suelos.

Estos cuerpos legales son básicos y es donde se fundamentan las políticas de los entes públicos y privados, provinciales y locales para su propio direccionamiento.

2.3.2. Acuerdo Ministerial 460.

Con respecto a los beneficios que se les otorga a los productores de trigo en el Ecuador, el (MAGAP, 2010), establece el precio oficial y las condiciones para su venta, acuerdo que desde el año 2012 se ha mantenido con las industrias molineras:

Artículo 1. Fijar el precio mínimo de sustentación para el quintal de trigo (45.36kg), en USD 22.00 durante la cosecha del 2012 y la comercialización hasta inicios de la cosecha del 2013, recomendado por la Subsecretaría de Comercialización.

Artículo 2. Las empresas molineras están en la obligación de adquirir la producción nacional de trigo al precio mínimo de sustentación establecido y con los requisitos estipulados en la tabla de calidad y el reglamento para el precio del trigo nacional.

Artículo 3. Las empresas molineras del Ecuador tienen la obligación de registrar sus compras en la unidad de registro, transición y facturación URTF del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca MAGAP.

Artículo 4. Los industriales molineros se comprometen a mantener los precios actuales a nivel de comercio e industria, durante toda la temporada de la cosecha y venta del trigo durante el año 2012 hasta el inicio de las cosecha del 2013.

Artículo 5. Las industriales molineras absorberán la cosecha nacional de trigo de acuerdo a la tabla de distribución establecida.

Artículo 6. Las direcciones provinciales del MAGAP, deberán verificar el precio de venta del trigo, conforme al precio establecido en el artículo 1 del presente acuerdo.

Artículo 7. La subsecretaria de agricultura deberá establecer el programa de re activación del trigo en el marco de la política de sustentación de importaciones impulsada por el gobierno nacional.

Artículo 8. El MAGAP conjuntamente con el INIAP emprenderán programas de investigación y selección de semillas mejoradas, acordes con los requerimientos de la industria.

Artículo 9. De la ejecución del presente acuerdo ministerial encárguese a la subsecretaría de comercialización del MAGAP, quien informará periódicamente ante el titular de esta cartera de estado sobre el control del precio e intervención para proteger la producción nacional del grano de trigo.

2.4. Marco conceptual.

Los conceptos más comunes que se utilizarán en la presente investigación se los describe a continuación:

Evaluación.- “Se refiere a la acción y a la consecuencia de evaluar, un verbo cuya etimología se remonta al francés évaluer y que permite indicar, valorar, establecer, apreciar o calcular la importancia de una determinada cosa o asunto”. (Malassis, 2010).

“La evaluación es un proceso que tiene por objeto determinar en qué medida se han logrado los objetivos previamente establecidos, que supone un juicio de valor sobre la programación establecida, y que se emite al contrastar esa información con dichos objetivos”. (Pérez & Gardey, 2012).

Economía.- La economía puede enmarcarse dentro del grupo de ciencias sociales ya que se dedica al estudio de los procedimientos productivos y de intercambio, y al análisis del consumo de bienes (productos) y servicios. La palabra economía proviene del latín *oconomia*, y esta a su vez del griego *oikonomia* (*oikonomia*), que se deriva de la unión de los términos griegos *oikos* (*oikos*), que significa ‘casa’, *nomos* (*nomos*), ‘norma’. (Porto, 2017).

La economía es una ciencia social que estudia los procesos de extracción, producción, intercambio, distribución y consumo de bienes y servicios. En sentido figurado, economía significa regla y moderación de los gastos; ahorro. El concepto de economía engloba la noción de cómo las sociedades utilizan los recursos escasos para producir bienes con valor, y cómo realizan la distribución de los bienes entre los individuos. (Pérez & Gardey, 2012).

Variedad.- “Del latín *variētas*, variedad es la propiedad de aquello que es vario (desigual, desemejante, disímil, disparejo, heterogéneo). La variedad, por lo tanto, es la agrupación de elementos diversos o la disimilitud en una cierta unidad”. (Porto, 2017)

“Decimos que hay variedad de algo cuando se presentan diversas opciones, objetos o seres, por lo que se trata de un concepto eminentemente cuantitativo. La idea de variedad es sinónimo de diversidad y de pluralidad. Paralelamente, la variedad se opone a la uniformidad y a la homogeneidad”. (Ferrer & Paz, 2014)

Cambio.- “La acción y efecto de cambiar se conoce como cambio (del latín *cambium*). En muchos casos, se utiliza como sinónimo de reemplazo, permuta o sustitución. El verbo cambiar, por su parte, hace referencia a dejar una cosa o situación para tomar otra”. (Porto, 2017).

“Se denomina cambio al proceso mediante el que un determinado estado de las cosas se sucede a otro estado. A partir de esta noción básica, cada campo del saber humano adopta un concepto de cambio que le es propia. Así, puede hablarse del uso del término en cambio en economía, biología, filosofía, climatología etc. Cada una de estas variantes tiene particularidades que solo se explican en el contexto de ese saber”. (Mazzucato, 2015).

Clima.- “El clima hace referencia al estado de las condiciones de la atmósfera que influyen sobre una determinada zona. El uso cotidiano del término, por lo general, se vincula a la temperatura y al registro o no de precipitaciones como lluvia, nieve, etc.”. (Porto, 2017).

“Entendemos por clima a aquel fenómeno natural que se da a nivel atmosférico y que se caracteriza por ser una conjunción de numerosos elementos tales como la temperatura, la humedad, la presión, la lluvia, el viento y otros, es una suma de variables atmosféricas que afectan a una zona geográfica dada”. (Ferrer & Paz, 2014).

Productividad.- “Productividad es un concepto que describe la capacidad o el nivel de producción por unidad de superficies de tierras cultivadas, de trabajo o de equipos industriales. De acuerdo a la perspectiva con la que se analice este término puede hacer referencia a diversas cosas”. (RAE, 2017).

“En economía la productividad resulta ser la relación entre lo que se produce y los medios empleados para producir, la mano de obra, los materiales, la energía, entre otros. Generalmente, por esto es que se suele relacionar la productividad a la eficiencia y al tiempo, porque cuanto menor sea el tiempo que lleve el obtener el resultado deseado más productivo será el sistema”. (Perez & Merino, 2012).

Escenario.- “Un camino, es decir una combinación que asocia una hipótesis (tendencia, alternativa, ruptura) de respuesta para cada variable en cuestión, no es más que un escenario. El espacio morfológico define muy exactamente el abanico de los futuros posibles.” (Godet, 2007)

“Conjunto formado por la descripción de una situación futura y de la trayectoria de eventos que permitan pasar de la situación origen a la situación futura” (Toro, 2014).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO.

3.1. Caracterización del Lugar.

3.1.1. Localización.

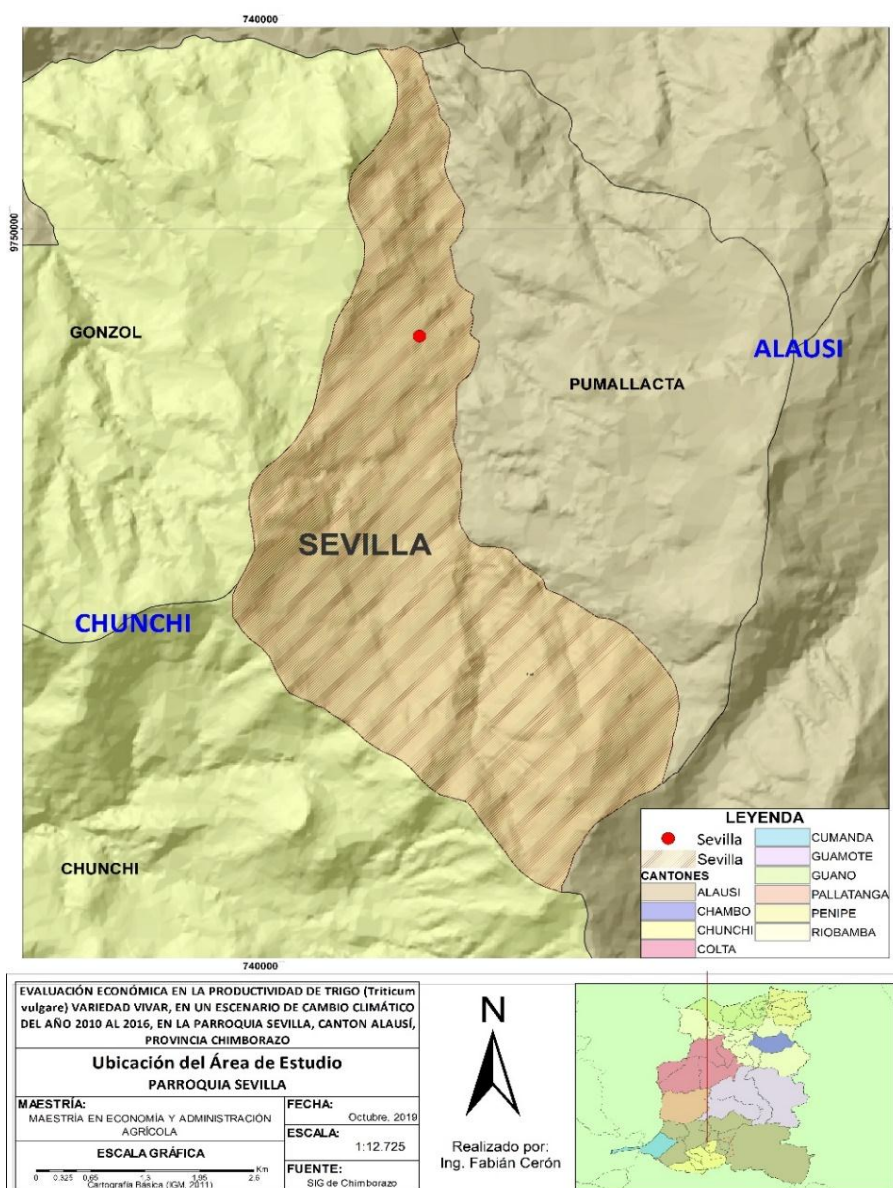


Gráfico 1-3. Ubicación de la parroquia de Sevilla.

Fuente: ARC GIS.

Elaborado por: Fabián Cerón.

La presente investigación se realizó en la parroquia Sevilla, cantón Alausí, provincia de Chimborazo, a 25 km de la cabecera cantonal y a 115 km de la ciudad de Riobamba.

3.1.2. *Ubicación geográfica.*

X: 741855

Y: 9748638

Altitud: 2846 msnm.

3.1.3. *Características climáticas.*

Tabla 1-3. Características climáticas de la parroquia Sevilla.

Variable	Descripción
Precipitación	El rango de precipitación total anual es de 400 – 600 mm.
Temperatura	El rango de temperatura media anual es de 7 - 12 °C en época de invierno y 12 - 21 °C en época de verano
Piso climático	Bosque siempre verde montano (2000 - 3000 msnm) – Bosque siempre verde montano alto del norte y centro de la cordillera oriental de los Andes (2000 - 3700 msnm) – Herbazal montano alto y montano alto superior de páramo (3400 - 4300 msnm) (MAE, 2012).
Humedad	La humedad relativa es de 75%.

Fuente: (PDOT Sevilla, 2014)
Elaboración: Fabián Cerón.

3.1.4. Características generales del territorio.

Tabla 2-3. Características generales de la parroquia Sevilla.

Descripción	Variables
Población	803 habitantes. (INEC, Censo de población y vivienda Ecuador, 2010).
Extensión	Tiene una superficie de 2262.46 ha, equivalente a 22.62 Km ² , de los cuales 486.86 ha, corresponde al centro poblado y sus sectores y 1775.60 ha a la comunidad de Dalincochas y sus sectores.
Límites	Al Norte por la parroquia Matriz del cantón Alausí, al Sur por la parroquia Matriz del cantón Chunchi, al Este por las parroquias Achupallas y Pumallacta pertenecientes al cantón Alausí y al Oeste por la parroquia Gonzol del cantón Chunchi.

Fuente: (PDOT Sevilla, 2014)
Elaboración: Fabián Cerón.

3.2. Diseño de investigación.

3.2.1. Método de investigación.

Para la comprobación de la hipótesis, se utilizaron métodos de investigación basados en el levantamiento de la línea base los cuales fueron: inductivo y deductivo.

El método inductivo se utilizó para elaborar conclusiones a partir de las observaciones y definir el impacto económico de la productividad de los productores de trigo en un escenario de cambio climático desde el año 2010 hasta el año 2016 en la parroquia de Sevilla del cantón Alausí, provincia de Chimborazo, además se siguió una serie de pasos para la ejecución de dicho método de investigación que son los siguientes:

- Observación
- Registro
- Análisis
- Contraste

Observación.- esta técnica permitió recolectar información primaria y directa sobre la productividad y precios de mercado de los productores de trigo, además de datos de 4 estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio.

Registro.- mediante la observación se pudo registrar y tabular dicha información, que fue de mucha utilidad para el investigador.

Análisis.- una vez recolectada la información hubo como visualizarla y clasificarla.

Contraste.- dicha información permitió comparar datos y hacer los estudios y análisis objetivos a cerca de las variables a evaluar.

Cabe indicar que el método inductivo es el más utilizado en el ámbito científico, por lo que es un método relativamente flexible y exploratorio, que es utilizado sobre todo para formular teorías o hipótesis.

Además del método inductivo se utilizó el método deductivo, el cual permitió realizar un estudio de manera global, de tal manera que se lo aplicó para procesar la información recolectada.

3.2.2. *Enfoque de la investigación.*

Según (Hernandez, 2010) el enfoque de la investigación se basó en un enfoque cuantitativo que empleó procesos secuenciales, deductivos, probatorios y sobre todo analizó la realidad objetiva.

Además el enfoque de la investigación cuenta con las siguientes características:

- Mide fenómenos
- Utiliza estadística
- Prueba hipótesis
- Hace análisis de causa-efecto

Mide fenómenos.- La investigación cuantitativa brinda una gran posibilidad de réplica y un enfoque sobre puntos específicos de los fenómenos, además de que facilita la comparación entre estudios similares.

Utiliza estadísticas.- El análisis se inicia con ideas preconcebidas, basadas en las hipótesis formuladas. Una vez recolectados los datos numéricos, éstos se transfieren a una matriz, la cual se analiza mediante procedimientos estadísticos.

Prueba hipótesis.- Se prueban hipótesis. Éstas se establecen para aceptarlas o rechazarlas dependiendo del grado de certeza (probabilidad).

Hace análisis de causa y efecto.- indica que debe existir una relación directa entre la variable dependiente e independiente.

El enfoque cuantitativo. La investigación cuantitativa permite analizar los datos numéricos sobre variables previamente determinadas. Estudia la relación entre los elementos que han sido cuantificados y facilita la interpretación de los resultados. Este tipo de investigación construye una relación entre los elementos numéricos y los objetivos que se pretenden cumplir mediante el análisis estadístico.

3.3. Alcance de la investigación.

La presente investigación pretende demostrar el efecto del cambio climático desde el año 2010 hasta el año 2016, rendimientos y rentabilidad en el cultivo de trigo variedad Vivar de la parroquia de Sevilla, mediante la definición del impacto económico de la productividad de trigo con un análisis descriptivo, explicativo y correlacional, fundamentándonos en los datos analizados en base a encuestas levantadas y la recolección de información de las estaciones meteorológicas en estudio.

3.4. Población en estudio.

La población en estudio para la presente investigación fueron todos los productores de trigo de la parroquia de Sevilla del cantón Alausí.

3.5. Unidad de análisis.

En el presente trabajo de investigación se entrevistaron a productores del sector la Matriz de la parroquia de Sevilla del cantón Alausí, para lo cual se realizó un censo.

3.6. Selección de la muestra.

Se realizó un censo, entrevistando al 100% de la población de los productores de trigo de la parroquia de Sevilla, para lo cual se tomó testimonio in situ de los productores, además de trabajar con información fidedigna de instituciones como el MAGAP y el GAD de la parroquia de Sevilla.

3.6.1. Tamaño de la muestra.

Debido al tamaño de la población universo N: 45 que corresponde a todos los productores trigueros de la zona en estudio, no se aplicará ninguna fórmula para la obtención del tamaño de la muestra, si no que se tomara todo el universo para realizar la investigación.

3.7. Técnicas de recolección de datos primarios y secundarios.

Para la recolección de datos primarios y secundarios utilizamos salidas al campo, revisión bibliográfica, guías de entrevistas, consulta de datos primarios en las estaciones meteorológicas ESPOCH, Cañar, Totorillas, Chunchi.

3.8. Instrumentos de recolección de datos primarios y secundarios.

Se aplicó una guía de entrevista (Anexos A, B) con los siguientes datos:

- Superficie sembrada de trigo entre los años 2010 al 2016.
- Rendimientos en quintales de trigo entre los años 2010 al 2016.
- Precios de venta de trigo entre los años 2010 al 2016.
- Costos de producción del cultivo de trigo.

Se recopilaron datos de temperatura, humedad relativa, precipitación, evaporación y velocidad del viento de las estaciones meteorológicas ESPOCH, Cañar, Totorillas y Chunchi para su posterior interpolación con el programa ARC GIS.

3.9. Cálculo de ofertas y demandas.

Para el cálculo de la ETc y el Kc del cultivo de trigo en la parroquia de Sevilla, se tomó como base a la información completa y disponible en las estaciones meteorológicas del INAMHI de las variables precipitación, temperatura, velocidad del viento, humedad relativa y evaporación, se tomaron las estaciones meteorológicas de Cañar, Chunchi, Totorillas y ESPOCH, situadas en los territorios próximos a la parroquia de Sevilla del cantón Alausí, las mismas que contaban con información completa de estas 5 variables climáticas con el fin de interpolar sus registros climáticos desde el año 2010 hasta el año 2016. Para el cálculo de la ETo se utilizó el programa CROPWAT 8.0 el cual utiliza la fórmula de Penman-Monteith mensual para el cálculo, donde se procedió a hacer el cálculo mes por mes del período de estudio, con el mismo programa se calculó la precipitación efectiva usando la ecuación empírica de USDA S.C, tomando en cuenta que la precipitación efectiva es el 60% de la precipitación real, de igual manera los cálculos del estudio se los realizaron mes por mes para posteriormente sacar los valores anuales, obteniendo así los valores de ofertas y demandas del cultivo (FAO, 2012).

3.10. Interpolación de datos climatológicos.

De acuerdo a (FAO, 2003), los métodos de interpolación se clasifican en globales y locales, los globales son útiles para examinar posibles tendencias en los datos, más que para interpolar y generalmente utilizan todos los datos disponibles, en cambio los métodos locales operan en una zona o área pequeña, que cubre el lugar geográfico al interior del cual está el punto para el cual se requiere obtener el valor interpolado.

El objeto de cualquier interpolación bidimensional es estimar el valor de un parámetro (Z), en las ubicaciones no medidas (Z_j) basadas en un conjunto finito de mediciones de este parámetro en otras ubicaciones (Z_i). En el conjunto de datos de las variables climáticas, el parámetro Z representa la media de intensidad de la variable. El algoritmo IDW, como se aplica a cada una de las ubicaciones que se estima, es basado en la ecuación 1 que se detalla a continuación (Song & De Pinto, 1995), (Keckler, 1995):

$$Z_j = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{Z_i}{(h_{ij} + \delta)^\beta}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{(h_{ij} + \delta)^\beta}}$$

(1)

Dónde Z_j es el valor interpolado de un nodo de cuadrícula, Z_i son los puntos de datos vecinos, h_{ij} son las distancias entre el nodo de la cuadrícula y los puntos de datos, β es la potencia de ponderación y δ es el parámetro de suavizado. En un caso isotrópico (es decir, cuando los pesos no son una función de dirección), la ecuación 1 se puede usar "tal cual" con la distancia de separación (h_{ij}) calculada por una simple ecuación de distancia euclidiana:

$$h_{ij} = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2} \quad (2)$$

Dónde: Δx y Δy son las distancias horizontal y vertical entre el nodo interpolado "j" y el punto de datos contribuyentes "i". En situaciones donde la inclusión de anisotropía es apropiada (como en la lluvia intensidad, probablemente afectada por la dirección del viento y la topografía) la distancia real (h_{ij}) es reemplazado por la *distancia efectiva* (h_{ij-eff}) que se calcula a continuación (Keckler, 1995). La ecuación se desglosa para mayor claridad.

$$h_{ij-eff} = \sqrt{A_{xx}(\Delta x)^2 + A_{xy}\Delta x\Delta y + A_{yy}(\Delta y)^2}$$

$$A_{xx} = T_{xx}^2 + T_{yx}^2$$

$$T_{xx} = \frac{\cos(\theta)}{\rho}$$

$$A_{xy} = 2(T_{xx}T_{xy} + T_{yx}T_{yy})$$

$$T_{xy} = \frac{\sin(\theta)}{\rho}$$

$$A_{yy} = T_{yy}^2 + T_{xy}^2$$

$$T_{yx} = -\sin(\theta)$$

$$T_{yy} = \cos(\theta) \quad (3)$$

Dónde θ es el ángulo de anisotropía (la dirección del eje anisotrópico "preferido", en sentido antihorario desde el eje x positivo) y ρ es la relación de anisotropía (en el caso isotrópico, $\rho = 1$). Conceptualmente, la distancia efectiva puede considerarse como acortar la distancia entre un punto de datos y el nodo interpolado por el factor igual a la relación de anisotropía. La influencia relativa del punto de datos en el nodo interpolado aumenta a medida que la dirección de la línea entre los dos puntos se aproxima al ángulo de anisotropía. El procedimiento de interpolación utilizado se sustenta en la utilización de los valores más próximos al punto de interpolación de interés, para estimar el valor requerido de la variable, como una media ponderada, para realizar este procedimiento es necesario contar con la extensión Spatial Analyst, las metodologías de interpolación utilizadas fueron:

IDW (Distancia Inversa ponderada), El interpolador es impulsado por el conjunto de parámetros cuyos valores generalmente se eligen en La discreción del operador. Los parámetros incluyen:

- β = El poder de ponderación (exponente)
- δ = El parámetro suavizado

- ρ = La relación de anisotropía
- θ = El ángulo de anisotropía

Además, el radio de búsqueda se puede ajustar, determinando el número de vecinos puntos de datos que se utilizan al interpolar cada nodo. Restringir el radio de búsqueda puede hacer que el algoritmo sea más eficiente cuando el tamaño de la muestra es grande y puede proporcionar medios para abordar una "tendencia" en los datos (es decir, falta de estacionariedad). Aunque todos los parámetros anteriores se pueden ajustar, a menudo algunos de ellos son conocidos a priori, como el ángulo de anisotropía (pero generalmente no la proporción). Por lo tanto, basado en el conocimiento de la naturaleza de los datos que se muestran y procesos involucrados (ej. dirección del viento predominante, etc.) algunos parámetros de la IDW pueden ser fijado antes del inicio de los cálculos. Los valores de otros parámetros tienen que ser seleccionados y esta elección afecta grandemente a los resultados de la interpolación. Aunque no se conocen medidas que puedan o podrían aplicarse universalmente a elegir el conjunto óptimo de parámetros, validación cruzada (método denominado a.k.a. "por excepción) se utiliza a menudo para seleccionar un interpolador desde un número finito de candidatos (Davis, 1987). El método se basa en la eliminación de un punto de datos a vez, realizando la interpolación para la ubicación del punto de extracción utilizando las muestras restantes (es decir, pretender que no existe el punto eliminado), y calculando la diferencia (residual) entre el valor real del punto de datos eliminado y la estimación para este punto obtenida de muestras restantes. Este escenario se repite hasta que cada muestra ha sido, a su vez eliminado. El rendimiento global del interpolador se evalúa entonces como la media de la raíz de los residuos cuadrados. (Davis, 1987), (Song & De Pinto, 1995).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (z_{i(int)} - z_i)^2}{n}} \quad (4)$$

Dónde $RMSE$ significa error medio al cuadrado de raíz Z_i (int) es el valor interpolado de la variable en el punto i estimado de los puntos $n-1$ restantes, Z_i es el valor medido de la variable en el punto i eliminado, y n es el número de puntos de datos. El error medio radicular bajo ($RMSE$) indica un interpolador que es probable que proporcione estimaciones fiables para las zonas en las que no se conoce la intensidad de las variables. La validación cruzada se realiza con diferentes conjuntos de parámetros cada vez y el conjunto con el $RMSE$ más bajo se toma como óptimo. El tamaño del paso y el rango de valores para cada parámetro durante el procedimiento de montaje está especificado por el usuario. Con los parámetros IDW seleccionados mediante validación cruzada, un resamplio *jackknife* se puede utilizar para reducir el sesgo de los valores predichos y para estimar su incertidumbre (Andrade & Moreano, 2013).

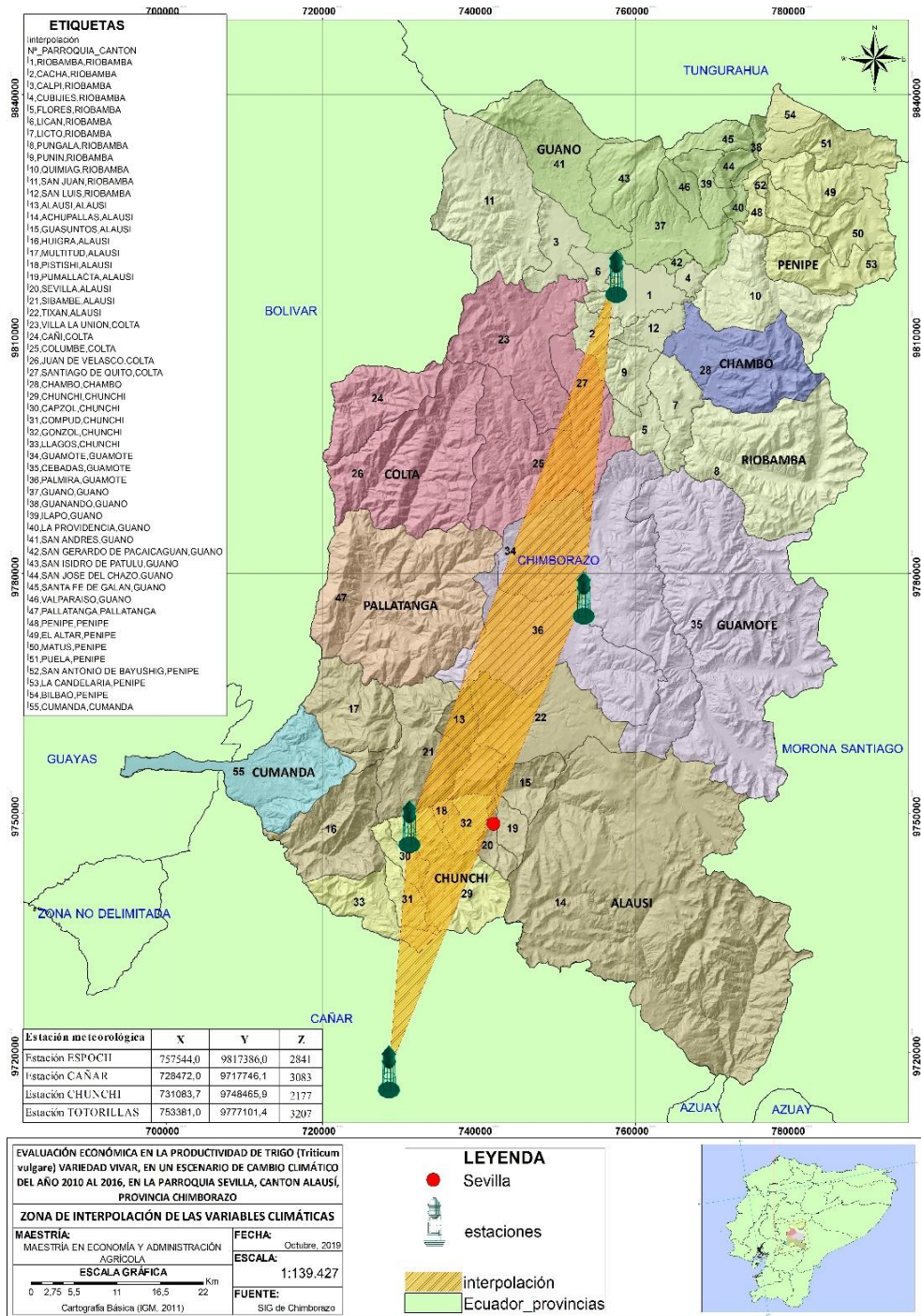


Gráfico 2-3. Ubicación de las estaciones meteorológicas interpoladas.

Fuente: ARC GIS.

Elaborado por: Fabián Cerón.

3.11. Identificación de Variables.

Variable dependiente.- Productividad, ingresos económicos.

Variable independiente.- Cambio climático.

3.11.1. Operacionalización de variables.

Tabla 3-3. Operacionalización de variables.

VARIABLES CONCEPTUALES	VARIABLES OPERACIONALES	FORMA DE MEDIDA	VALOR
Escenario de cambio climático en el período 2010 al 2016, en la parroquia de Sevilla, cantón Alausí, provincia de Chimborazo.	<ul style="list-style-type: none"> • Precipitación. • Humedad. • Temperatura. • Evaporación. • Velocidad del viento. 	<ul style="list-style-type: none"> • mm • % • C • mm • m/s 	<ul style="list-style-type: none"> • Valor
Impacto económico en la productividad de trigo variedad Vivar.	<ul style="list-style-type: none"> • Relación Beneficio/costo • TIR • VAN 	<ul style="list-style-type: none"> • USD • % • USD 	<ul style="list-style-type: none"> • Económico

Fuente: Personal.

Elaborado por: Fabián Cerón

3.12. Matriz de consistencia.

Tabla 4-3. Matriz de consistencia.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	INDICADOR	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
¿Cuál es impacto económico de la productividad de trigo variedad Vivar, en un escenario de cambio climático del año 2010 al 2016, en la parroquia Sevilla, cantón Alausí, provincia de Chimborazo?	Evaluar el impacto económico en la productividad de trigo variedad Vivar, en un escenario de cambio climático entre el año 2010 al 2016, en la parroquia Sevilla, cantón Alausí, provincia de Chimborazo.	El cambio climático del año 2010 al 2016, provocó la disminución de la productividad del cultivo de trigo variedad Vivar, y los ingresos económicos de los productores.	INDEPENDIENTE Cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> • Precipitación /mes • Temperatura /mes • Humedad relativa/mes • Velocidad del viento. • Evaporación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recopilación, tabulación e interpretación de información primaria. • Recopilación, tabulación e interpretación de información primaria. • Recopilación, tabulación e interpretación de información primaria. 	<ul style="list-style-type: none"> • Base de datos (Interpolación mediante Isoyetas) • Base de datos (Interpolación mediante Isothermas) • Base de datos (Interpolación mediante Isoyetas). • Determinación requerimientos hídricos del cultivo.

			DEPENDIENTE	INDICADOR	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
			Productividad	<ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento (tm/ha). 	<ul style="list-style-type: none"> • Recopilación, tabulación e interpretación de información primaria y secundaria. 	<ul style="list-style-type: none"> • Base de datos y encuestas
		Ingreso				
		Egreso	<ul style="list-style-type: none"> • USD/ha • USD/ha 			
			Económico	<ul style="list-style-type: none"> • Relación Beneficio/costo • VAN. • TIR 		

Fuente: Personal

Elaborado por: Fabián Cerón.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La estructura del Capítulo IV, está compuesta de la siguiente manera: una sección donde se analizan las variables climáticas y productivas, otra sección donde se analizan las ofertas y demandas del cultivo de trigo, el comportamiento agronómico, climático y productivo, y otra sección donde se analiza el estudio económico y estadístico de la investigación.

4.1. Variables Climáticas.

4.1.1. Evaporación.

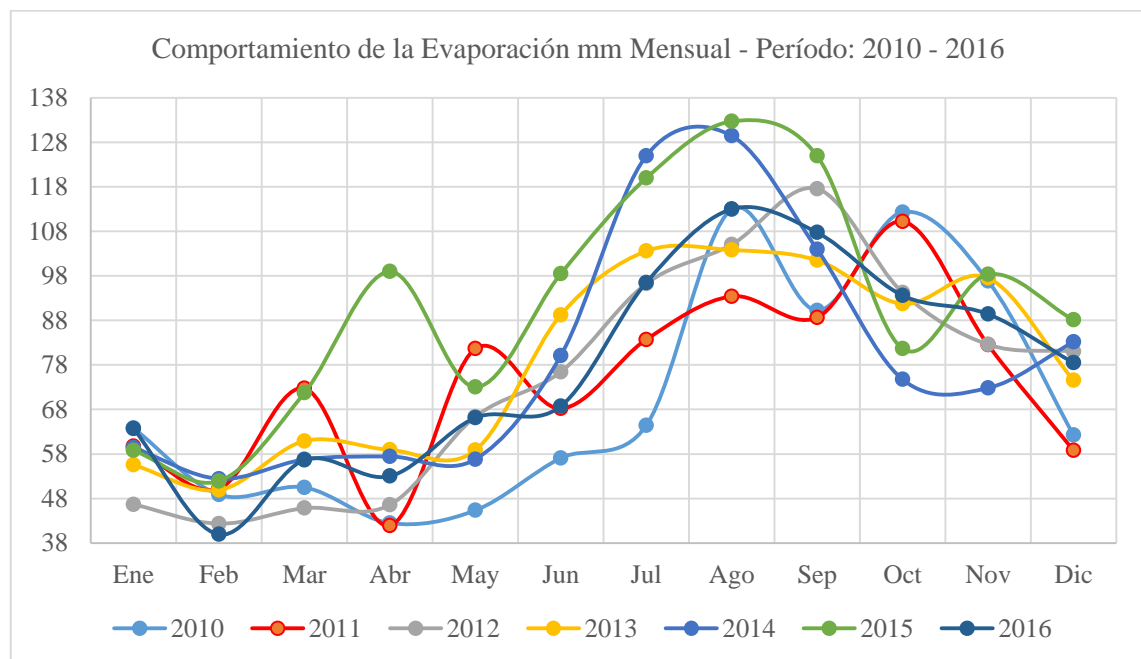


Gráfico 1-4. Comportamiento de la evaporación mensual 2010-2016.

Fuente: ARC GIS.

Elaboración: Fabián Cerón.

En el gráfico 1-4 correspondiente al comportamiento de la evaporación mensual 2010-2016 en la parroquia de Sevilla, indica que existen variaciones significativas de valores de los mismos meses en distintos años, teniendo en los meses de agosto los valores más altos de evaporación y en los meses de febrero los valores más bajos, (Magallanes & Lopez, 2017) indican en su estudio

que la tendencia de la evaporación ha sido afectada por el cambio climático pero que también puede haber factores como el fenómeno del niño y las manchas solares que afectan a todas las variables climatológicas.

Con respecto a la evaporación de la parroquia de Sevilla indica para el mes de enero una variación de 17 mm entre los años 2012 y 2016, siendo el valor más alto 63.7 mm del año 2016 y el valor más bajo 46.7 mm del año 2012. Para el mes de febrero muestra una variación de 12.5 mm entre los años 2014 y 2016, siendo el valor más alto 52.4 mm del año 2014 y el valor más bajo 39.9 mm del año 2016. Para el mes de marzo muestra una variación de 29.9 mm entre los años 2011 y 2012, siendo el valor más alto 72.7 mm del año 2011 y el valor más bajo 45.8 mm del año 2012. Para el mes de abril indica una variación de 57.1 mm entre los años 2011 y 2015, siendo el valor más alto 99 mm del año 2015 y el valor más bajo 41.99 mm del año 2011. Para el mes de mayo muestra una variación de 36.3 mm entre los años 2010 y 2011, con el valor más alto 81.6 mm del año 2011 y el valor más bajo 45.3 mm del año 2010.

En el mes de junio indica una diferencia de 41.4 mm entre los años 2010 y 2015, siendo el valor más alto 98.5 mm del año 2015 y el valor más bajo 57.1 mm del año 2010. En el mes de julio existe una variación de 60.6 mm entre los años 2010 y 2014, siendo el valor más alto 125 mm del año 2014 y el valor más bajo 64.4 del año 2010. Para el mes de agosto existe una diferencia de 39.3 mm entre los años 2011 y 2015, con el valor más alto 132.7 mm del año 2015 y el valor más bajo 93.4 mm del año 2011.

Para el mes de septiembre existe una variación de 40.7 mm entre los años 2011 y 2015, con el valor más alto de 124.9 mm del año 2015 y el valor más bajo de 88.7 del año 2011. Para el mes de octubre muestra una diferencia de 37.6 mm entre los años 2010 y 2014, con el valor más alto de 112.3 mm del año 2010 y el valor más bajo de 74.7 mm del año 2014. Para el mes de noviembre muestra una variación de 25.5 mm entre los años 2014 y 2015, siendo el valor más alto 98.3 mm del año 2015 y el valor más bajo de 72.8 mm del año 2014. Para el mes de diciembre existe una variación de 24.4 mm entre los años 2011 y 2014, con el valor más alto 83.2 mm en el año 2014 y el valor más bajo de 58.8 mm del año 2011.

Cabe indicar que los datos de la presente investigación concuerdan con los datos de los anuarios meteorológicos del (INAMHI, 2019) en el período 2010 - 2016 para la zona de estudio.

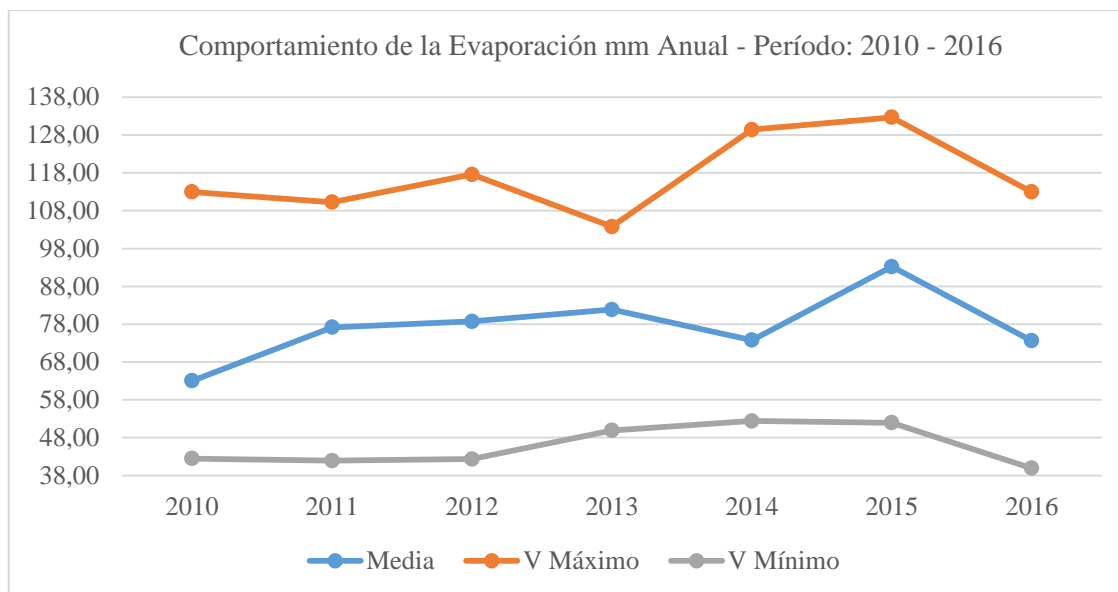


Gráfico 2-4. Máximas, medias y mínimas de la evaporación anual 2010-2016.

Fuente: ARC GIS.

Elaboración: Fabián Cerón.

El gráfico 2-4 correspondiente a máximas, medias y mínimas de la evaporación anual 2010-2016 en la parroquia de Sevilla, indica en referencia a la máxima que el año con mayor evaporación fue el 2015 con un valor de 132.70 mm, y el año con menor evaporación fue el 2013 con un valor de 103.81 mm. En referencia a la media, el año con mayor evaporación fue el 2015 con un valor de 93.23 mm y el año con menor evaporación fue el 2010 con un valor de 63.03 mm. Con respecto a la mínima, el año con mayor evaporación fue el 2014 con un valor de 52.42 mm y el año con menor evaporación fue el 2016 con un valor de 39.92mm, según el estudio de (Mena, 2012) afirma que el cambio climático afecta a la temperatura y como consecuencia de esto se ve afectada la evaporación y en general el resto de variables meteorológicas, además el clima se ve afectado no solo por el hombre sino también por la propia variabilidad del clima.

4.1.2. *Humedad Relativa.*

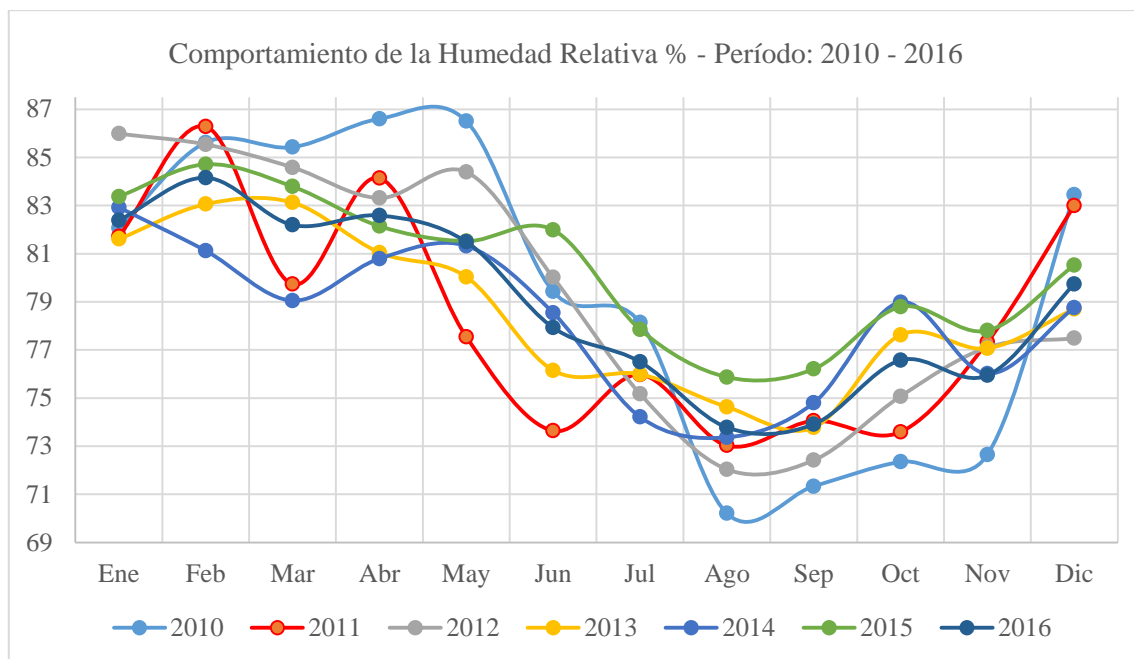


Gráfico 3-4. Comportamiento de la Humedad Relativa mensual 2010-2016.

Fuente: ARC GIS.

Elaboración: Fabián Cerón.

El gráfico 3-4 correspondiente al comportamiento de la humedad relativa mensual 2010-2016 en la parroquia de Sevilla, indica variaciones considerables entre meses y entre años, en general existe el mayor valor en los meses de enero y el valor más bajo en los meses de agosto. (Rivera, 2017) Afirma que el aumento más significativo de la humedad relativa se encuentra en las zonas tropicales, pero en general el aumento de la humedad relativa se da en todo el mundo y se debe al calentamiento global por la acción humana, es así que los valores de humedad relativa para la parroquia de Sevilla muestran para el mes de enero una variación de 4.4% entre los años 2012 y 2013 siendo el valor más alto 86% del año 2012 y el valor más bajo 81.6% del año 2013. Para el mes de febrero muestra una variación de 5.2% entre los años 2011 y 2014, siendo el valor más alto 86.3% del año 2011 y el valor más bajo 81.1% del año 2014. Para el mes de marzo muestra una variación de 6.3% entre los años 2010 y 2014, siendo el valor más alto 85.4% del año 2010 y el valor más bajo 79.1% del año 2014. Para el mes de abril muestra una variación de 5.8% entre los años 2010 y 2014, siendo el valor más alto 86.6% del año 2010 y el valor más bajo 80.8% del año 2014. Para el mes de mayo muestra una variación de 9% entre los años 2010 y 2011, siendo el valor más alto 86.5% del año 2010 y el valor más bajo 77.5% del año 2011. Para el mes de junio muestra una variación de 8.4% entre los años 2011 y 2015, siendo el valor más alto 82% del año 2015 y el valor más bajo 73.6% del año 2011. Para el mes de julio muestra una variación de 3.9% entre los años 2010 y 2014, siendo el valor más alto 78.1% del año 2010 y el valor más bajo 74.2% del año 2014. Para el mes de agosto muestra una variación de 5.7% entre los años 2010 y 2015, siendo el valor más alto 75.9% del año 2015 y el valor más bajo 70.2%

del año 2010. Para el mes de septiembre muestra una variación de 4.9% entre los años 2010 y 2015, siendo el valor más alto 76.2% del año 2015 y el valor más bajo 71.3% del año 2010. Para el mes de octubre muestra una variación de 6.6% entre los años 2010 y 2014, siendo el valor más alto 79% del año 2014 y el valor más bajo 72.4% del año 2010. Para el mes de noviembre muestra una variación de 5.2% entre los años 2010 y 2015, siendo el valor más alto 77.8% del año 2015 y el valor más bajo 72.6% del año 2010. Para el mes de diciembre muestra una variación de 6% entre los años 2010 y 2012, siendo el valor más alto 83.5% del año 2010 y el valor más bajo 77.5% del año 2012.

Cabe indicar que los datos de la presente investigación concuerdan con los datos de los anuarios meteorológicos del (INAMHI, 2019) en el período 2010 - 2016 para la zona de estudio.

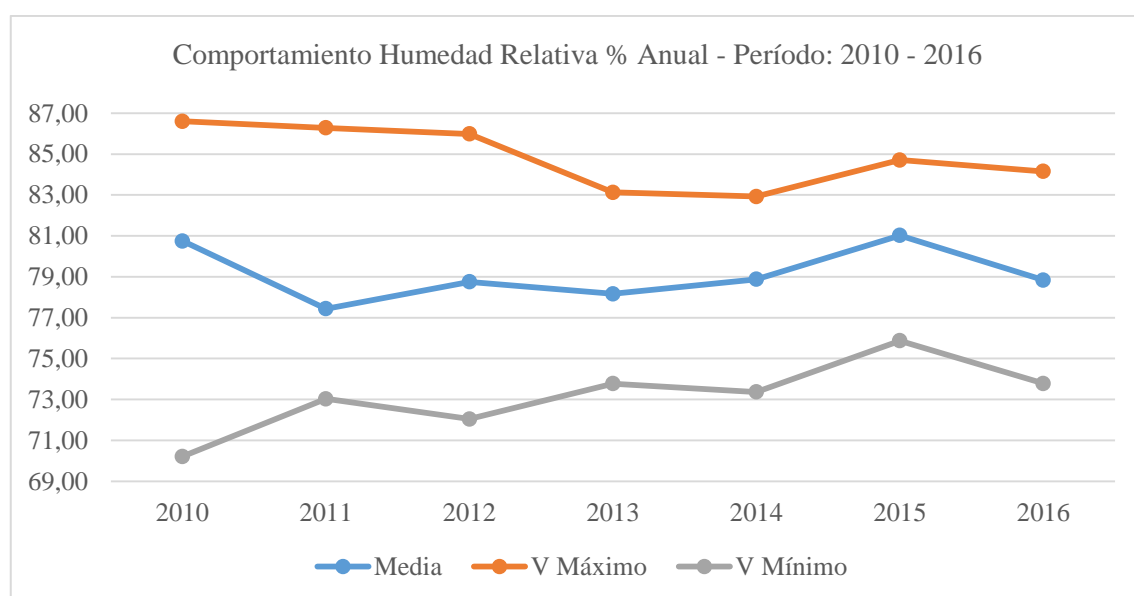


Gráfico 4-4. Máximas, medias y mínimas de la Humedad Relativa anual 2010-2016.

Fuente: ARC GIS.

Elaboración: Fabián Cerón.

El gráfico 4-4 correspondiente a máximas, medias y mínimas de la humedad relativa anual 2010-2016 en la parroquia de Sevilla, indica en referencia a la máxima que el año con mayor humedad relativa fue el 2010 con un valor de 86.60%, y el año con menor humedad relativa fue el 2014 con un valor de 82.92%. En referencia a la media, el año con mayor humedad relativa fue el 2015 con un valor de 81.02% y el año con menor humedad relativa fue el 2011 con un valor de 77.44%. Con respecto a la mínima, el año con mayor humedad relativa fue el 2015 con 75.87% y el año con menor humedad relativa fue el 2010 con un valor de 70.21%. (Sánchez J. , 2018) Indica que la verdadera amenaza por el incremento de la humedad relativa debido al

cambio climático, surge de la combinación con aumento de la temperatura, fenómeno que afecta ya a diversos sectores de todo el planeta.

4.1.3. Precipitación.

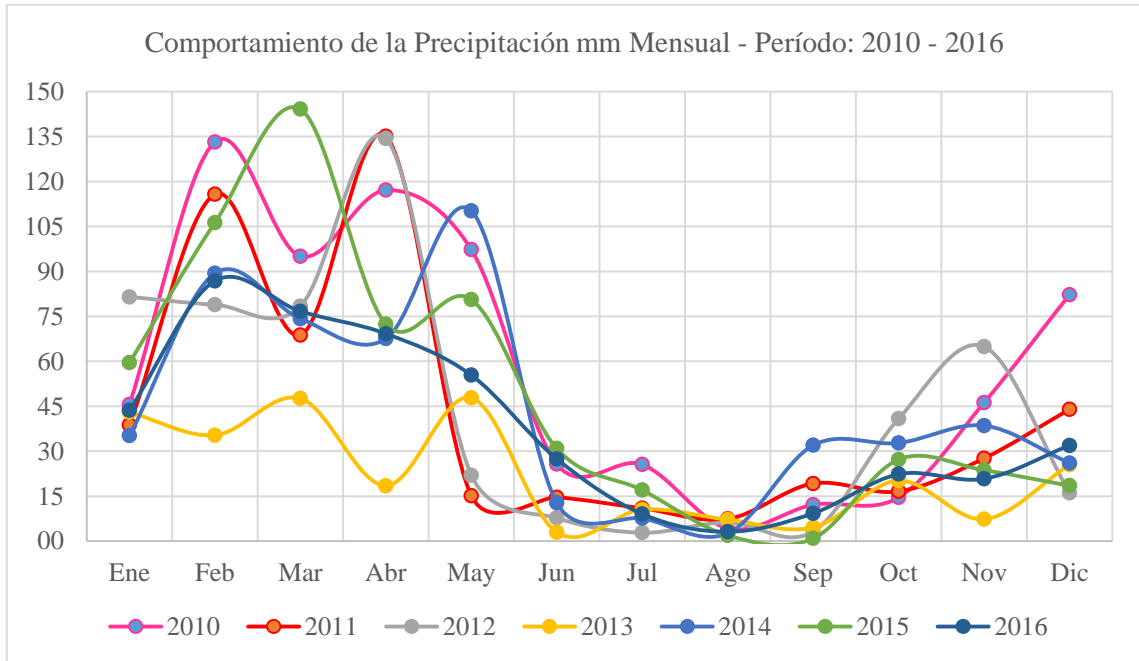


Gráfico 5-4. Comportamiento de la Precipitación mensual 2010-2016.

Fuente: ARC GIS.

Elaboración: Fabián Cerón.

El gráfico 5-4 correspondiente al comportamiento de la precipitación mensual 2010-2016 en la parroquia de Sevilla, muestra diferencias significativas entre los años de estudio, es así que los meses de mayor precipitación son los meses de febrero y marzo, y los meses de menor precipitación es el mes de agosto, (Uribe, 2015) indica que el impacto del cambio climático podría llevar a una reducción del 20% de las precipitaciones y a un aumento de 2°C de la temperatura de la superficie, además de volverse impredecibles en su comportamiento, en la parroquia de Sevilla para el mes de enero existió una variación de 46.3 mm entre los años 2012 y 2014 siendo el valor más alto 81.5 mm del año 2012 y el valor más bajo 35.2 mm del año 2014. Para el mes de febrero indica una variación de 97.9 mm entre los años 2010 y 2013 siendo el valor más alto 133.2 mm del año 2010 y el valor más bajo 35.3 mm del año 2013. Para el mes de marzo indica una variación de 96.5 mm entre los años 2015 y 2013 siendo el valor más alto 144.11 mm del año 2015 y el valor más bajo 47.6 mm del año 2013. Para el mes de abril indica una variación de 116.6 mm entre los años 2011 y 2013 siendo el valor más alto 135.1 mm del año 2011 y el valor más bajo 18.5 mm del año 2013. Para el mes de mayo indica una variación

de 95 mm entre los años 2014 y 2011 siendo el valor más alto 110.2 mm del año 2014 y el valor más bajo 15.2 mm del año 2011. Para el mes de junio indica una variación de 24.4 mm entre los años 2016 y 2013 siendo el valor más alto 27.4 mm del año 2016 y el valor más bajo 3.0 mm del año 2013. Para el mes de julio indica una variación de 22.8 mm entre los años 2010 y 2012 siendo el valor más alto 25.6 mm del año 2010 y el valor más bajo 2.8 mm del año 2012.

Para el mes de agosto indica una variación de 5.5 mm entre los años 2011 y 2015 siendo el valor más alto 7.4 mm del año 2011 y el valor más bajo 1.9 mm del año 2015. Para el mes de septiembre indica una variación de 31.0 mm entre los años 2014 y 2015 siendo el valor más alto 31.9 mm del año 2014 y el valor más bajo 0.9 mm del año 2015. Para el mes de octubre indica una variación de 26.2 mm entre los años 2012 y 2010 siendo el valor más alto 40.8 mm del año 2012 y el valor más bajo 14.6 mm del año 2010. Para el mes de noviembre indica una variación de 57.6 mm entre los años 2012 y 2013 siendo el valor más alto 64.9 mm del año 2012 y el valor más bajo 7.3 mm del año 2013. Para el mes de diciembre indica una variación de 66.1 mm entre los años 2010 y 2012 siendo el valor más alto 82.2 mm del año 2010 y el valor más bajo 16.1 mm del año 2012.

Cabe indicar que los datos de la presente investigación concuerdan con los datos de los anuarios meteorológicos del (INAMHI, 2019) en el período 2010 - 2016 para la zona de estudio.

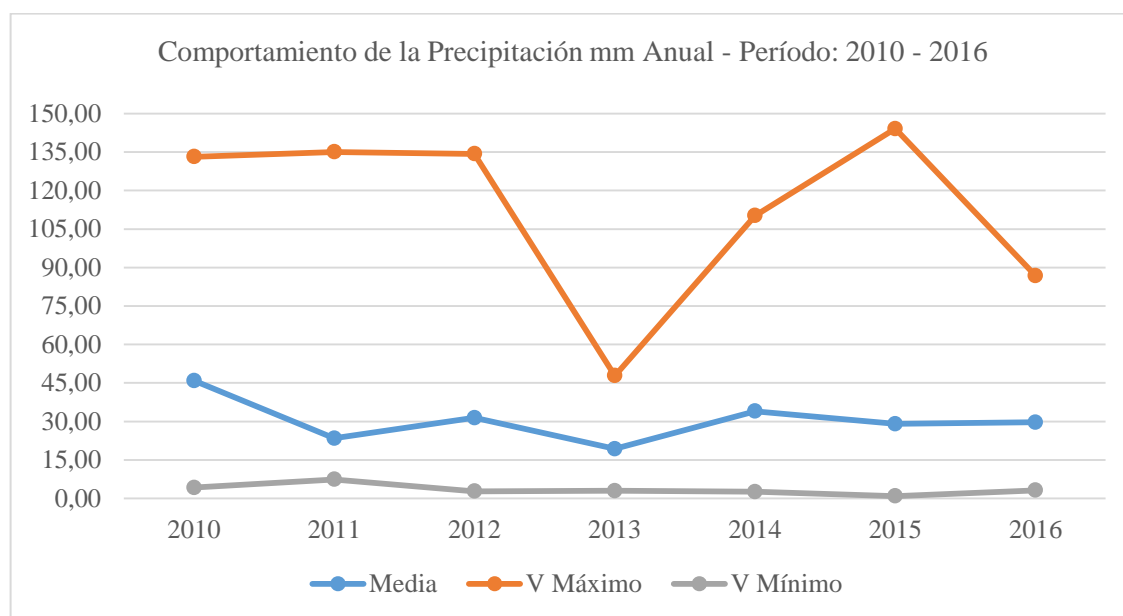


Gráfico 6-4. Máximas, medias y mínimas de la precipitación anual 2010-2016.

Fuente: ARC GIS.

Elaboración: Fabián Cerón.

El gráfico 6-4 correspondiente a máximas, medias y mínimas de la precipitación anual 2010-2016 en la parroquia de Sevilla, indica en referencia a la máxima que el año con mayor

precipitación fue el 2015 con un valor de 144.13 mm, y el año con menor precipitación fue el 2013 con un valor de 47.80 mm. En referencia a la media, el año con mayor precipitación fue el 2010 con un valor de 45.89 mm y el año con menor precipitación fue el 2013 con un valor de 19.32 mm.

Con respecto a la mínima, el año con mayor precipitación fue el 2010 con 4.23 mm y el año con menor precipitación fue el 2015 con un valor de 0.87 mm, (Galindo & Samaniego, 2014) indican que los cambios en los patrones de precipitación debido al cambio climático, modifica la intensificación de los patrones hidrológicos, además existe una relación directa entre temperatura y precipitación, estos cambios implican modificaciones en la intensidad o la frecuencia de estos eventos.

4.1.4. Temperatura.

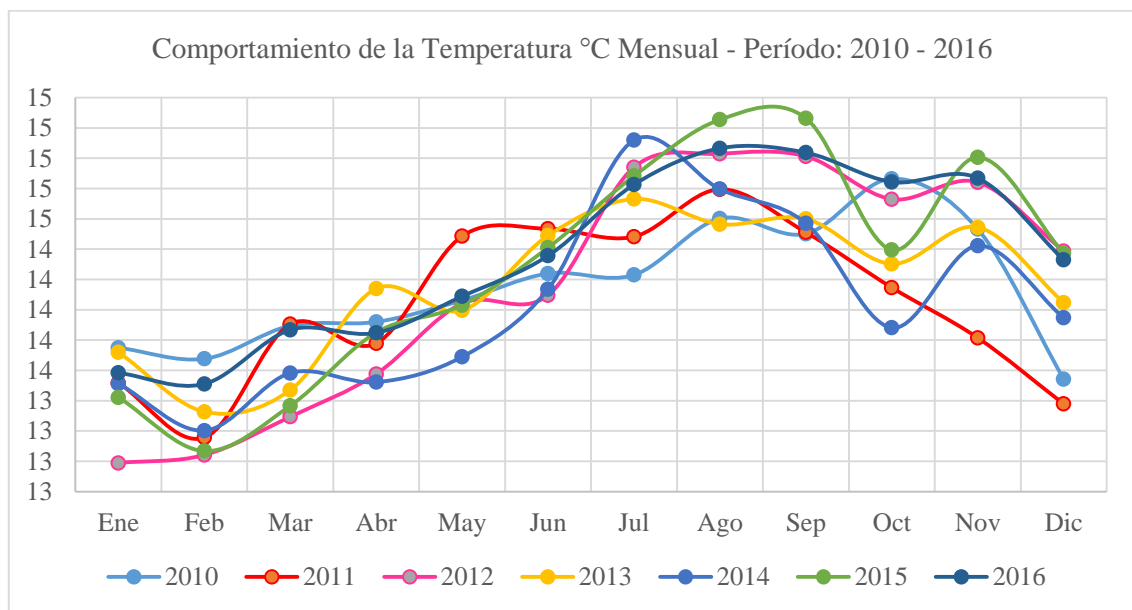


Gráfico 7-4. Comportamiento de la temperatura mensual 2010-2016.

Fuente: ARC GIS.

Elaboración: Fabián Cerón.

El gráfico 7-4 correspondiente al comportamiento de la temperatura mensual 2010-2016 en la parroquia de Sevilla, muestra variabilidad en el comportamiento de todos los años, es así que los meses más cálidos son agosto y septiembre, y los meses más fríos son enero y febrero, existiendo valores que pasan el 1°C de diferencia, (Barajas, 2016) indica que tanto las temperaturas medias como las máximas y mínimas, han sufrido un incremento considerable, lo que vuelve previsible que el aumento de las pérdidas de agua por evaporación directa y por transpiración de la vegetación sea más importante, es así que para la parroquia de Sevilla en el

mes de enero existió una variación de 0.7 °C entre los años 2013 y 2012 siendo el valor más alto 13.7 °C del año 2013 y el valor más bajo 13 °C del año 2012. Para el mes de febrero muestra una variación de 0.7 °C entre los años 2010 y 2012 siendo el valor más alto 13.7 °C del año 2010 y el valor más bajo 13 °C del año 2012. Para el mes de marzo muestra una variación de 0.6 °C entre los años 2011 y 2012 siendo el valor más alto 13.9 °C del año 2011 y el valor más bajo 13.3 °C del año 2012. Para el mes de abril muestra una variación de 0.6 °C entre los años 2013 y 2014 siendo el valor más alto 14.1 °C del año 2013 y el valor más bajo 13.5 °C del año 2014. Para el mes de mayo muestra una variación de 0.8 °C entre los años 2011 y 2014 siendo el valor más alto 14.5 °C del año 2011 y el valor más bajo 13.7 °C del año 2014. Para el mes de junio muestra una variación de 0.4 °C entre los años 2013 y 2014 siendo el valor más alto 14.5 °C del año 2013 y el valor más bajo 14.1 °C del año 2014. Para el mes de julio muestra una variación de 0.9 °C entre los años 2014 y 2010 siendo el valor más alto 15.1 °C del año 2014 y el valor más bajo 14.2 °C del año 2010. Para el mes de agosto muestra una variación de 0.7 °C entre los años 2015 y 2013 siendo el valor más alto 15.3 °C del año 2015 y el valor más bajo 14.6 °C del año 2013. Para el mes de septiembre muestra una variación de 0.8 °C entre los años 2015 y 2011 siendo el valor más alto 15.3 °C del año 2015 y el valor más bajo 14.5 °C del año 2011. Para el mes de octubre muestra una variación de 1.0 °C entre los años 2010 y 2014 siendo el valor más alto 14.9 °C del año 2010 y el valor más bajo 13.9 °C del año 2014. Para el mes de noviembre muestra una variación de 1.2 °C entre los años 2015 y 2011 siendo el valor más alto 15.0 °C del año 2015 y el valor más bajo 13.8 °C del año 2011. Para el mes de diciembre muestra una variación de 1.0 °C entre los años 2012 y 2011 siendo el valor más alto 14.4 °C del año 2012 y el valor más bajo 13.4 °C del año 2011.

Cabe indicar que los datos de la presente investigación concuerdan con los datos de los anuarios meteorológicos del (INAMHI, 2019) en el período 2010 - 2016 para la zona de estudio.

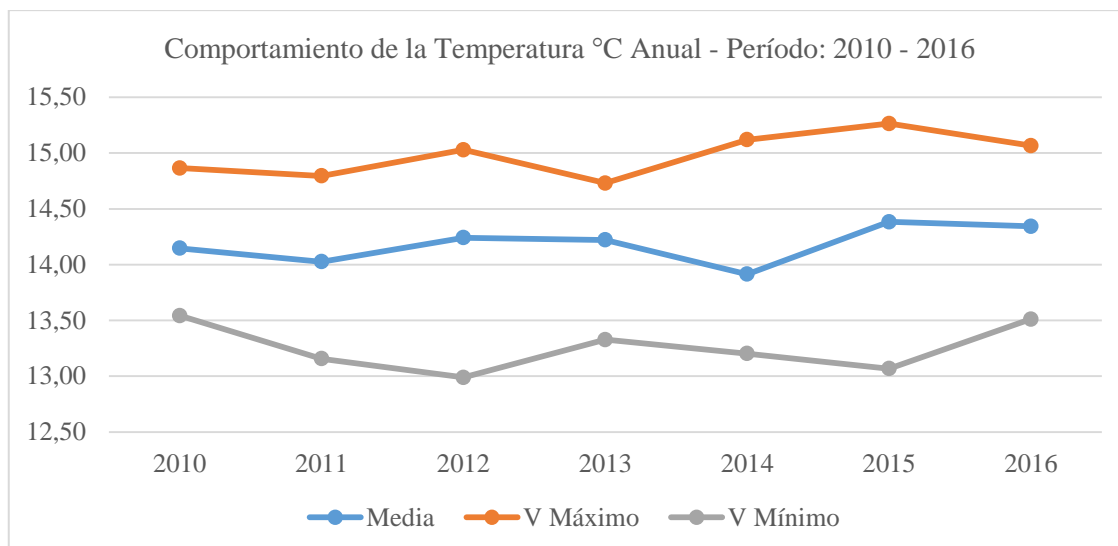


Gráfico 8-4. Máximas, medias y mínimas de la temperatura anual 2010-2016.

Fuente: ARC GIS.

Elaboración: Fabián Cerón.

El gráfico 8-4 correspondiente a máximas, medias y mínimas de la temperatura anual 2010-2016 en la parroquia de Sevilla, indica en referencia a la máxima que el año con mayor temperatura fue el 2015 con un valor de 15.26 °C y el año de menor temperatura fue el 2013 con un valor de 14.73 °C. En referencia a la media, el año con mayor temperatura fue el 2015 con un valor de 14.38 °C y el año de menor temperatura fue el 2014 con un valor de 13.91 °C. Con respecto a la mínima, el año con mayor temperatura fue el 2010 con 13.54 °C y el año de menor temperatura fue el 2012 con un valor de 12.99 °C, (Uribe, 2015) indica que el aumento de la temperatura pueden conducir a mayores tasas de evapotranspiración en los cultivos, reduciendo la humedad del suelo y el aumento de las demandas hídricas de las plantas, lo cual afectaría su producción como consecuencia del cambio climático.

4.1.5. Velocidad del Viento.

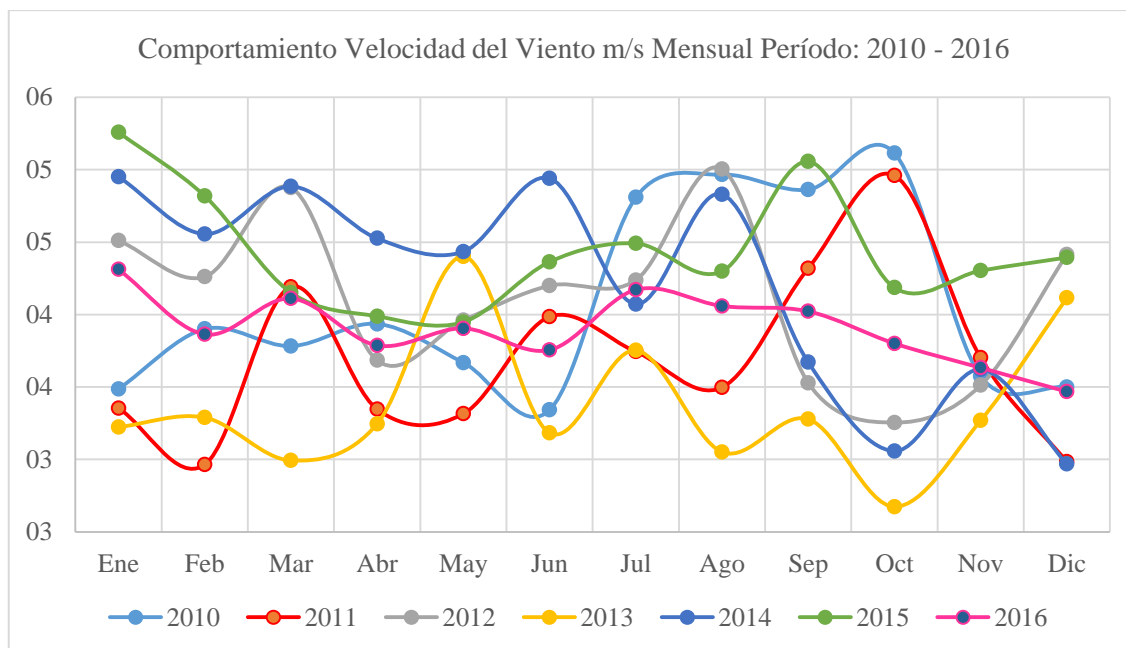


Gráfico 9-4. Comportamiento de la velocidad del viento mensual 2010-2016.

Fuente: ARC GIS.

Elaboración: Fabián Cerón.

El gráfico 9-4 correspondiente al comportamiento de la velocidad del viento mensual 2010-2016 en la parroquia de Sevilla, indica una variación particular en todos los meses y años de estudio, no existe un patrón de seguimiento marcado en cuanto a la velocidad del viento en la parroquia de Sevilla, (Andrade G. , 2014) afirma que las fuertes diferencias que se originarían entre la temperatura de las aguas superficiales de los océanos y la de los continentes cercanos debido al cambio climático, podría dar lugar a una intensificación de los vientos que acompañan las corrientes existentes en esas zonas, en la parroquia de Sevilla indica para el mes de enero una variación de 2.1 m/s entre los años 2015 y 2013 siendo el valor más alto 5.3m/s del año 2015 y el valor más bajo 3.2 m/s del año 2013. Para el mes de febrero indica una variación de 1.8 m/s entre los años 2015 y 2011 siendo el valor más alto 4.8 m/s del año 2015 y el valor más bajo 3.0 m/s del año 2011. Para el mes de marzo indica una variación de 1.9 m/s entre los años 2014 y 2013 siendo el valor más alto 4.9 m/s del año 2014 y el valor más bajo 3.0 m/s del año 2013. Para el mes de abril indica una variación de 1.3 m/s entre los años 2014 y 2013 siendo el valor más alto 4.5 m/s del año 2014 y el valor más bajo 3.2 m/s del año 2013. Para el mes de mayo indica una variación de 1.1 m/s entre los años 2013 y 2011 siendo el valor más alto 4.4 m/s del año 2013 y el valor más bajo 3.3 m/s del año 2011. Para el mes de junio indica una variación de 1.7 m/s entre los años 2014 y 2013 siendo el valor más alto 4.9 m/s del año 2014 y el valor más bajo 3.2 m/s del año 2013. Para el mes de julio indica una variación de 1.1 m/s entre los años 2010 y 2011 siendo el valor más alto 4.8 m/s del año 2010 y el valor más bajo 3.7 m/s del año 2011. Para el mes de agosto indica una variación de 1.9 m/s entre los años 2012 y 2013 siendo el valor más alto 5.0 m/s del año 2012 y el valor más bajo 3.1 m/s del año 2013. Para el mes de

septiembre indica una variación de 1.8 m/s entre los años 2015 y 2013 siendo el valor más alto 5.1 m/s del año 2015 y el valor más bajo 3.3 m/s del año 2013. Para el mes de octubre indica una variación de 2.4 m/s entre los años 2010 y 2013 siendo el valor más alto 5.1 m/s del año 2010 y el valor más bajo 2.7 m/s del año 2013. Para el mes de noviembre indica una variación de 1.0 m/s entre los años 2015 y 2013 siendo el valor más alto 4.3 m/s del año 2015 y el valor más bajo 3.3 m/s del año 2013. Para el mes de diciembre indica una variación de 1.4 m/s entre los años 2012 y 2011 siendo el valor más alto 4.4 m/s del año 2012 y el valor más bajo 3.0 m/s del año 2011.

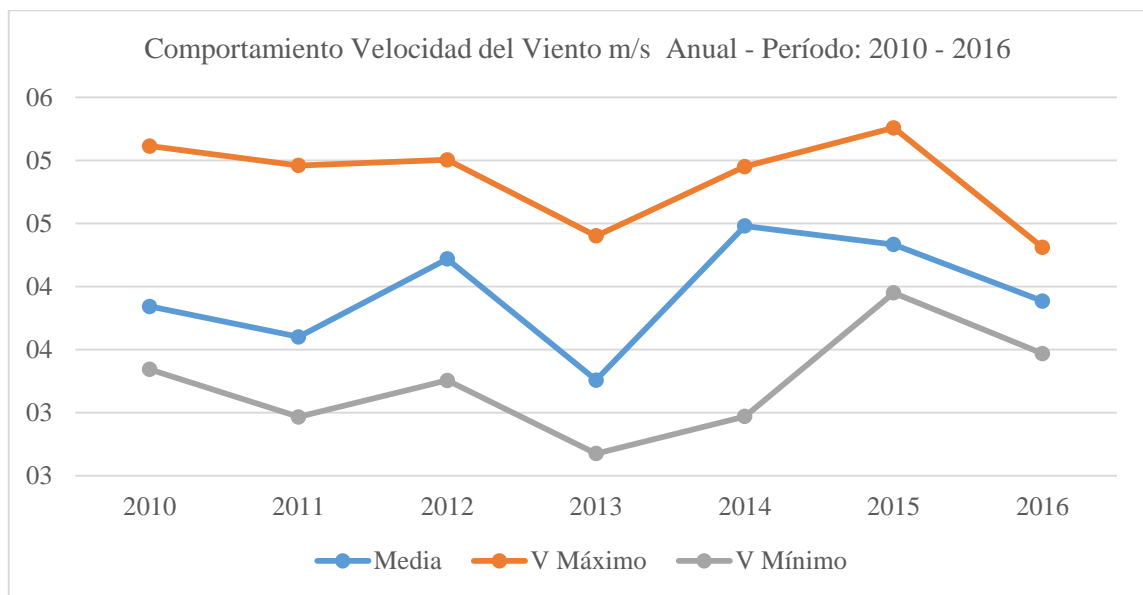


Gráfico 10-4. Máximas, medias y mínimas de la velocidad del viento anual 2010-2016.

Fuente: ARC GIS.

Elaboración: Fabián Cerón.

El gráfico 10-4 correspondiente a máximas, medias y mínimas de la velocidad del viento anual 2010-2016 en la parroquia de Sevilla, indica en referencia a la máxima que el año con mayor velocidad del viento fue el 2015 con un valor de 5.3 m/s y el año de menor velocidad del viento fue el 2016 con un valor de 4.3 m/s. En referencia a la media, el año con mayor velocidad del viento fue el 2014 con un valor de 4.5 m/s y el año de menor velocidad del viento fue el 2013 con un valor de 3.3 m/s. Con respecto a la mínima, el año con mayor velocidad del viento fue el 2015 con un valor de 3.9 m/s y el año de menor velocidad del viento fue el 2013 con un valor de 2.7 m/s, (Abram, 2014) indica que en los últimos 70 años los vientos antárticos llevan intensificándose de manera progresiva, fenómeno se ha acelerado debido al cambio climático vinculado particularmente al aumento de los niveles de gases de invernadero.

4.1.6. Climogramas.

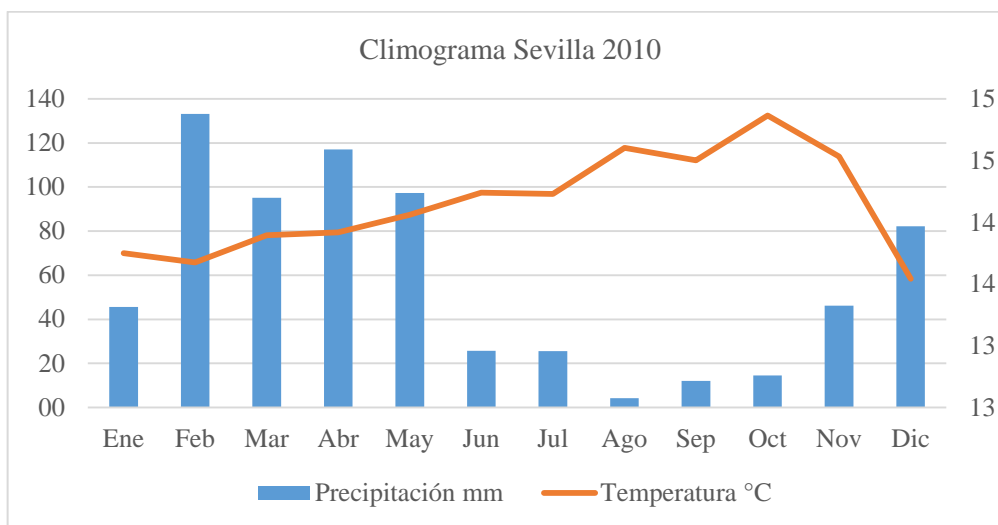


Gráfico 11-4. Climograma de la parroquia de Sevilla en el año 2010.

Fuente: Bases de datos climatológicos.

Elaboración: Fabián Cerón.

En el gráfico 11-4 correspondiente al climograma de la parroquia de Sevilla en el año 2010 indica una temperatura media anual de 14.2 °C con una amplitud térmica de 1.3 °C, siendo el mes con mayor temperatura el mes de octubre con 14.9 °C y el mes más frío el mes de diciembre con 13.5 °C. Indica además una precipitación anual de 698.9 mm siendo el mes de febrero el que presenta mayor cantidad de precipitaciones con 133.2 mm y el mes de agosto el que presenta menos precipitaciones con 4.2 mm corresponde a la clasificación ecológica arbustal siempre verde montano del norte de los Andes, según el Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental propuesto por (MAE, 2012).

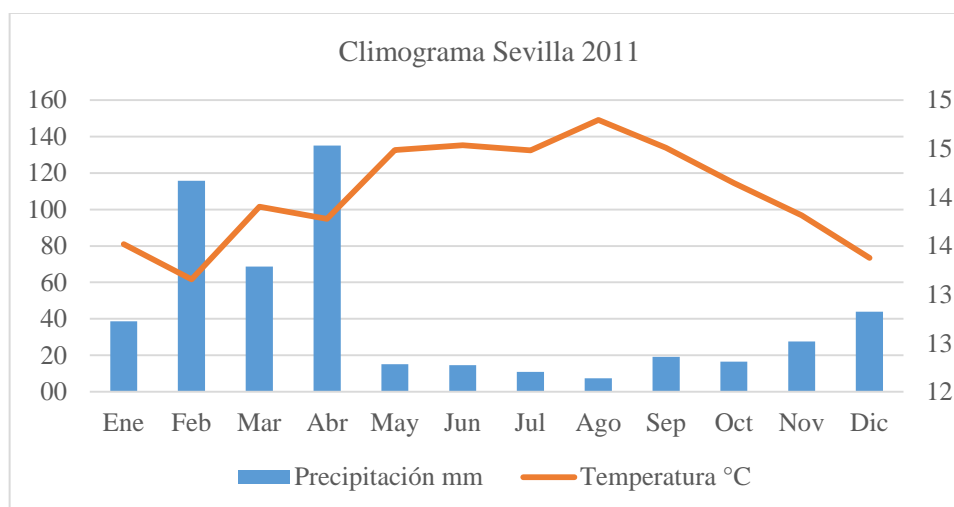


Gráfico 12-4. Climograma de la parroquia de Sevilla en el año 2011.

Fuente: Bases de datos climatológicos.

Elaboración: Fabián Cerón.

En el gráfico 12-4 correspondiente al climograma de la parroquia de Sevilla en el año 2011 indica una temperatura media anual de 14 °C con una amplitud térmica de 1.6 °C, siendo el mes con mayor temperatura el mes de agosto con 14.8 °C y el mes más frío el mes de febrero con 13.2 °C. Indica además una precipitación anual de 513.8 mm siendo el mes de abril el que presenta mayor cantidad de precipitaciones con 135.1 mm y el mes de agosto el que presenta menos precipitaciones con 7.4 mm, corresponde a la clasificación ecológica arbustal siempre verde montano del norte de los Andes, según el Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental propuesto por (MAE, 2012).

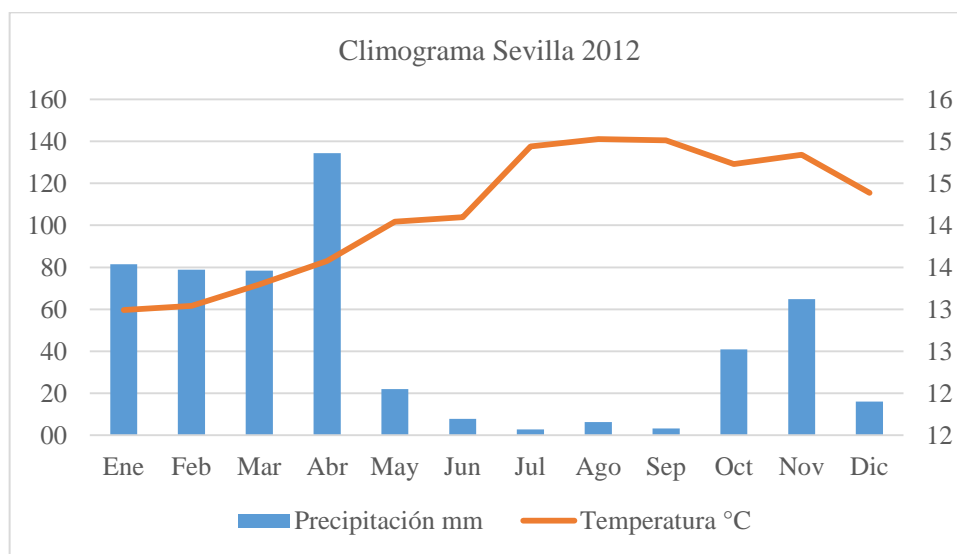


Gráfico 13-4. Climograma de la parroquia de Sevilla en el año 2012.
Fuente: Bases de datos climatológicos.
Elaboración: Fabián Cerón.

En el gráfico 13-4 correspondiente al climograma de la parroquia de Sevilla en el año 2012 indica una temperatura media anual de 14.2 °C con una amplitud térmica de 2 °C, siendo el mes con mayor temperatura el mes de agosto con 15°C y el mes más frío el mes de febrero con 13°C. Indica además una precipitación anual de 536.9 mm siendo el mes de abril el que presenta mayor cantidad de precipitaciones con 134.3 mm y el mes de julio el que presenta menos precipitaciones con 2.8 mm, corresponde a la clasificación ecológica arbustal siempre verde montano del norte de los Andes, según el Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental propuesto por (MAE, 2012).

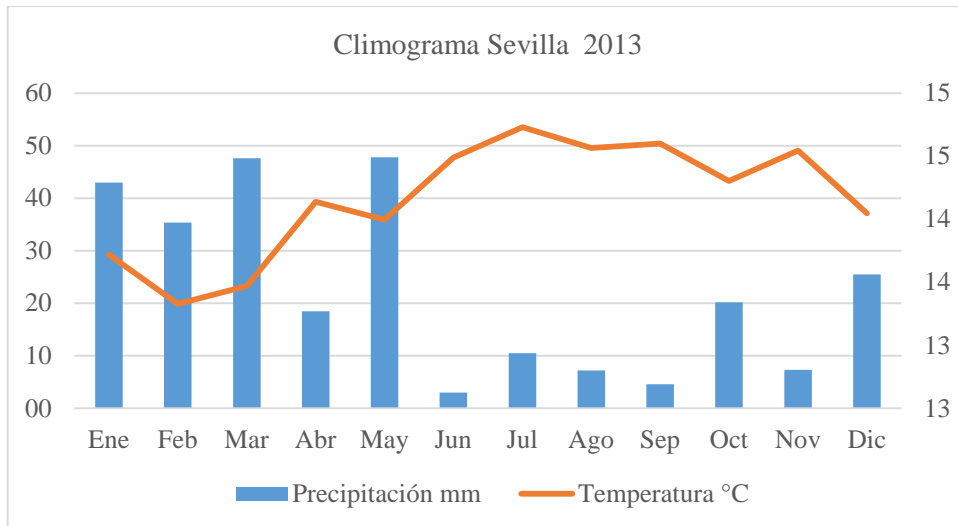


Gráfico 14-4. Climograma de la parroquia de Sevilla en el año 2013.

Fuente: Bases de datos climatológicos.

Elaboración: Fabián Cerón.

En el gráfico 14-4 correspondiente al climograma de la parroquia de Sevilla en el año 2013 indica una temperatura media anual de 14.2 °C con una amplitud térmica de 1.4°C, siendo el mes con mayor temperatura el mes de julio con 14.7°C y el mes más frío el mes de febrero con 13.3°C. Indica además una precipitación anual de 270.4 mm siendo el mes de mayo el que presenta mayor cantidad de precipitaciones con 47.8 mm y el mes de junio el que presenta menos precipitaciones con 3 mm, corresponde a la clasificación ecológica arbustal siempre verde montano del norte de los Andes, según el Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental propuesto por (MAE, 2012).

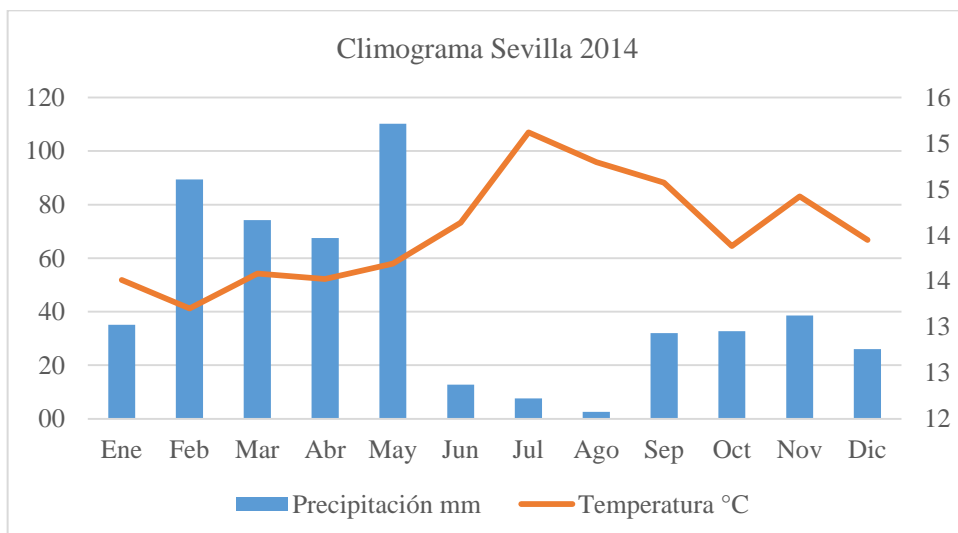


Gráfico 15-4. Climograma de la parroquia de Sevilla en el año 2014.

Fuente: Bases de datos climatológicos.

Elaboración: Fabián Cerón.

En el gráfico 15-4 correspondiente al climograma de la parroquia de Sevilla en el año 2014 indica una temperatura media anual de 14°C con una amplitud térmica de 1.6°C, siendo el mes con mayor temperatura el mes de agosto con 14.8°C y el mes más frío el mes de febrero con 13.2°C. Indica además una precipitación anual de 528.8 mm siendo el mes de mayo el que presenta mayor cantidad de precipitaciones con 110.2 mm y el mes de agosto el que presenta menos precipitaciones con 2.6 mm, corresponde a la clasificación ecológica arbustal siempre verde montano del norte de los Andes, según el Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental propuesto por (MAE, 2012).

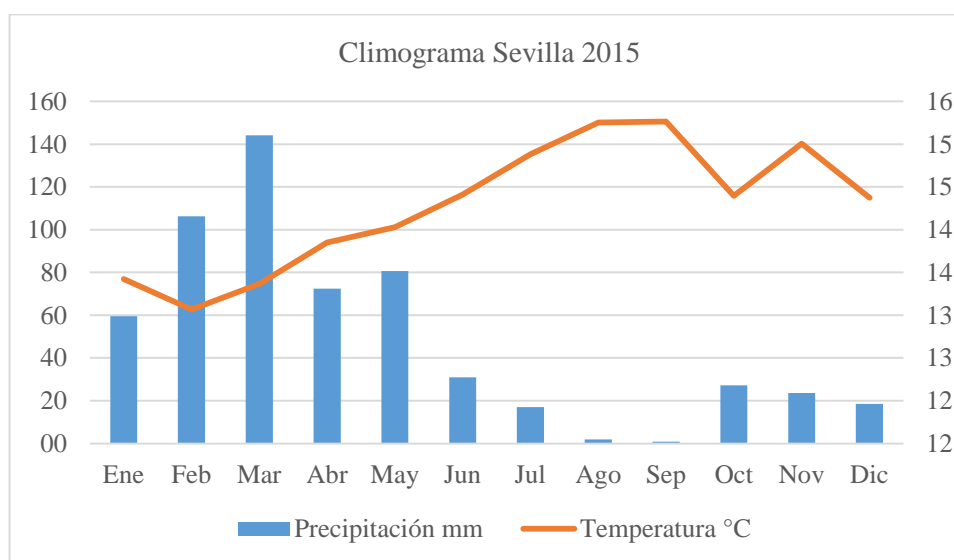


Gráfico 16-4. Climograma de la parroquia de Sevilla en el año 2015.

Fuente: Bases de datos climatológicos.
Elaboración: Fabián Cerón.

En el gráfico 16-4 correspondiente al climograma de la parroquia de Sevilla en el año 2015 indica una temperatura media anual de 14.3°C con una amplitud térmica de 2.2°C, siendo el mes con mayor temperatura el mes de agosto con 15.3°C y el mes más frío el mes de febrero con 13.1°C. Indica además una precipitación anual de 583 mm siendo el mes de marzo el que presenta mayor cantidad de precipitaciones con 144.1 mm y el mes de septiembre el que presenta menos precipitaciones con 0.9 mm, corresponde a la clasificación ecológica arbustal siempre verde montano del norte de los Andes, según el Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental propuesto por (MAE, 2012).

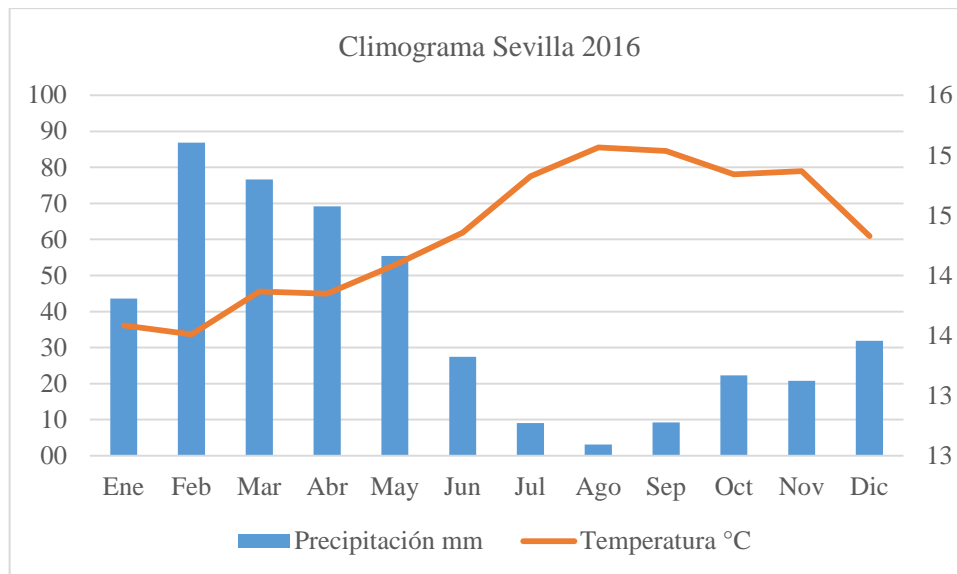


Gráfico 17-4. Climograma de la parroquia de Sevilla en el año 2016.

Fuente: Bases de datos climatológicos.

Elaboración: Fabián Cerón.

En el gráfico 17-4 correspondiente al climograma de la parroquia de Sevilla en el año 2016 indica una temperatura media anual de 14.4°C con una amplitud térmica de 1.6°C, siendo el mes con mayor temperatura el mes de agosto con 15.1°C y el mes más frío el mes de febrero con 13.5°C.

Indica además una precipitación anual de 455.6 mm siendo el mes de febrero el que presenta mayor cantidad de precipitaciones con 86.8 mm y el mes de agosto el que presenta menos precipitaciones con 3.1 mm, corresponde a la clasificación ecológica arbustal siempre verde montano del norte de los Andes, según el Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental propuesto por (MAE, 2012).

4.1.7. Relación variables meteorológicas con la productividad.

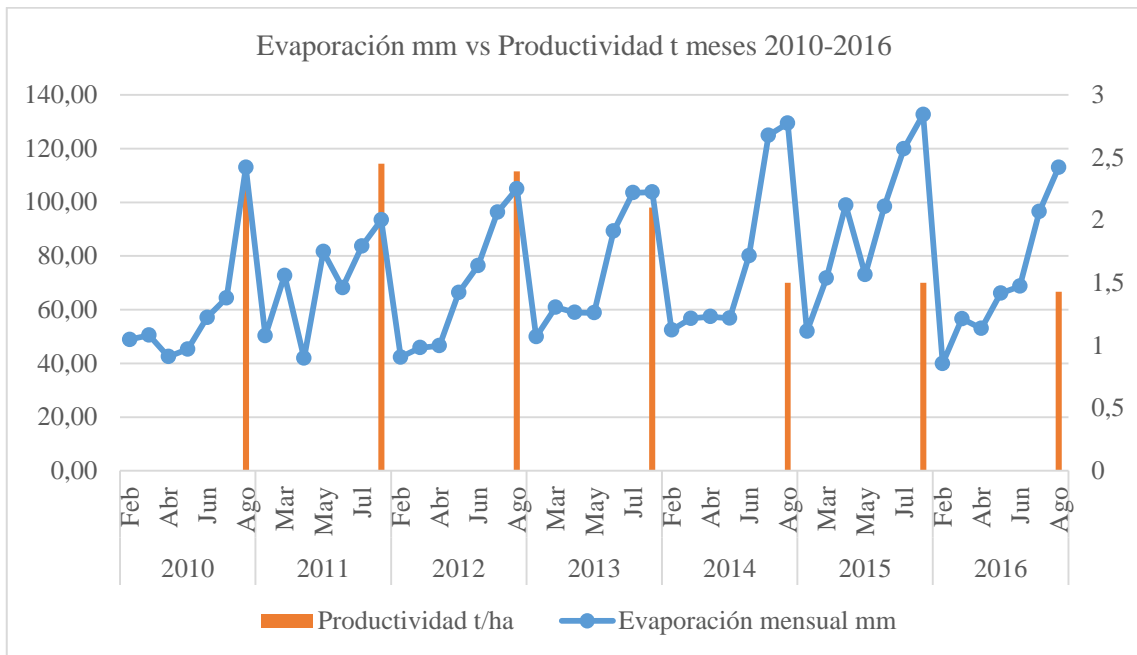


Gráfico 18-4. Relación mensual evaporación vs productividad período 2010 - 2016.

Fuente: Bases de datos climatológicos, encuestas productivas.

Elaboración: Fabián Cerón.

En el Gráfico 18-4 relación mensual evaporación vs productividad durante el período 2010 al 2016 en la parroquia de Sevilla, indica un comportamiento cíclico año tras año de la variable evaporación, se nota un incremento de los valores de evaporación desde el primer hasta el último año de estudio, siendo el mes con mayor evaporación el mes de agosto y los meses con menor evaporación fueron los meses de febrero y marzo, además indica que el año con los valores más altos de evaporación fue el 2015 y el año con los valores más bajos de evaporación fue el 2011, con respecto a la productividad se nota que desde el año 2010 hasta el 2016 existe un decrecimiento de la productividad en la zona, variable que tiene relación directa con el incremento de los niveles de evaporación, (Mendelsohn, 2017) indica que el sector agrícola es uno de los sectores más sensible a los impactos directos del cambio climático, al aumentar la temperatura los cultivos se ven propensos a sufrir estrés debido a que la evaporación aumentaría de forma similar, existiría alteración de los ecosistemas, el rendimiento de los cultivos y la producción agrícola se vería limitada.

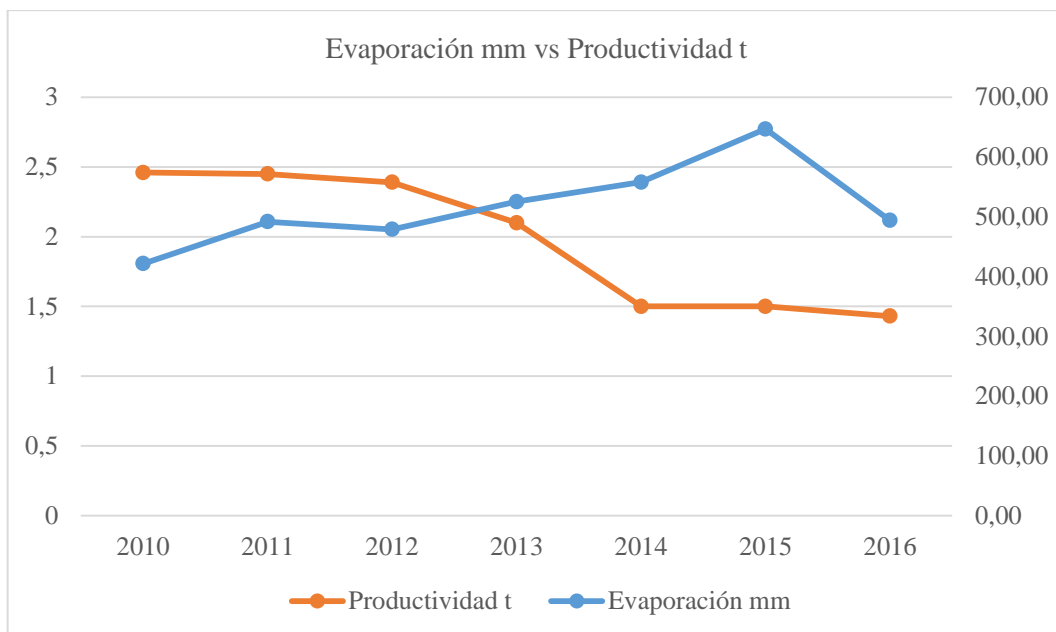


Gráfico 19-4. Relación anual evaporación vs productividad período 2010 - 2016.

Fuente: Bases de datos climatológicos, encuestas productivas.

Elaboración: Fabián Cerón.

En el gráfico 19-4 respecto a la relación anual evaporación vs productividad durante el período 2010 al 2016 en la parroquia de Sevilla, indica que la evaporación ha ido incrementándose año tras año, teniendo su pico más elevado en el año 2015 con un valor de 646.8 mm y el año con el valor más bajo el 2010 con un valor de 421.6 mm, del año 2015 al 2016 existe un descenso en los valores, pero estos siguen por encima de la evaporación inicial del año 2010 y 2014, se puede afirmar que guarda una relación directa con respecto a la productividad, debido a que esta variable tiene un descenso significativo desde el año 2010 al año 2016 es así que en el año 2010 presenta una productividad de 232.05 t y en el año 2016 desciende a 122.45 t, las variables muestran que a mayor evaporación, menor es la productividad de la zona.

(Ocampo, 2015) Enfatiza que el ciclo hidrológico está estrechamente vinculado al balance de radiación, el cambio climático afecta este balance, alterando procesos como precipitación, temperatura, evaporación, lo cual afecta a la producción agropecuaria.

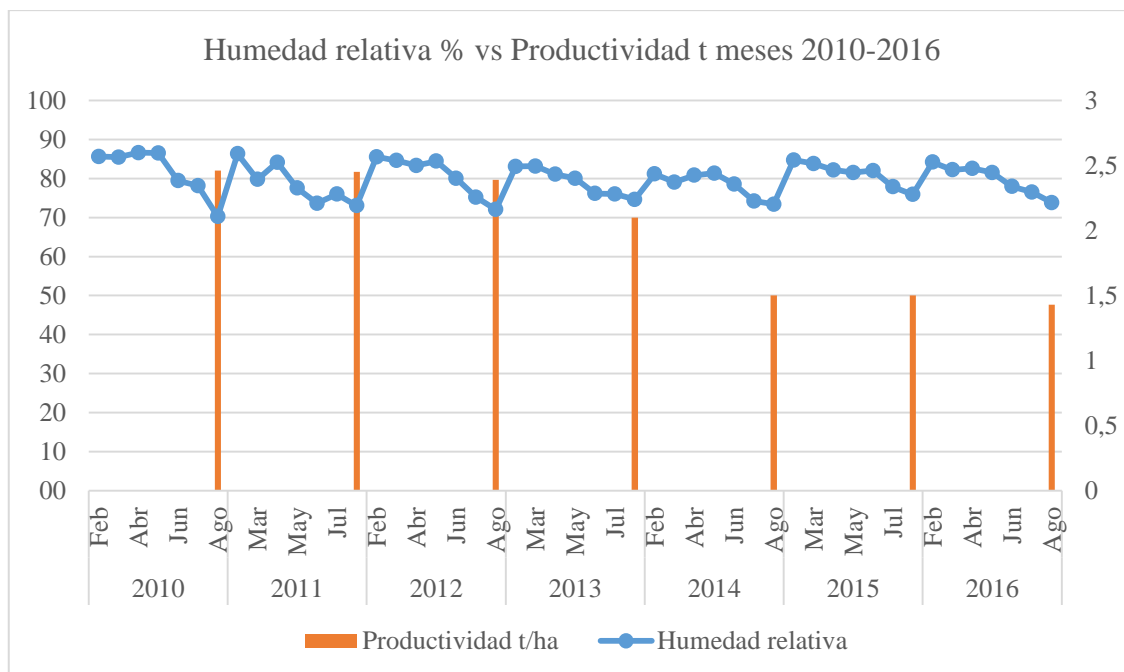


Gráfico 20-4. Relación mensual humedad relativa vs productividad período 2010 - 2016.

Fuente: Bases de datos climatológicos, encuestas productivas.

Elaboración: Fabián Cerón.

En el Gráfico 20-4 relación mensual de la humedad relativa vs productividad durante el período 2010 al 2016 en la parroquia de Sevilla, indica un comportamiento cíclico muy marcado en cada año de estudio, siendo los meses de febrero y marzo los meses con mayor porcentaje de humedad relativa, y el mes de agosto el mes con menor porcentaje de humedad relativa, indica además una paridad en los valores registrados año tras año; con respecto a la productividad se nota que desde el año 2010 hasta el 2016 existe un decrecimiento de la productividad en la zona.

(Rivera, 2017) Afirma que el aumento de la humedad relativa es un fenómeno que se da en todo el mundo y se debe al calentamiento global debido a la acción humana.

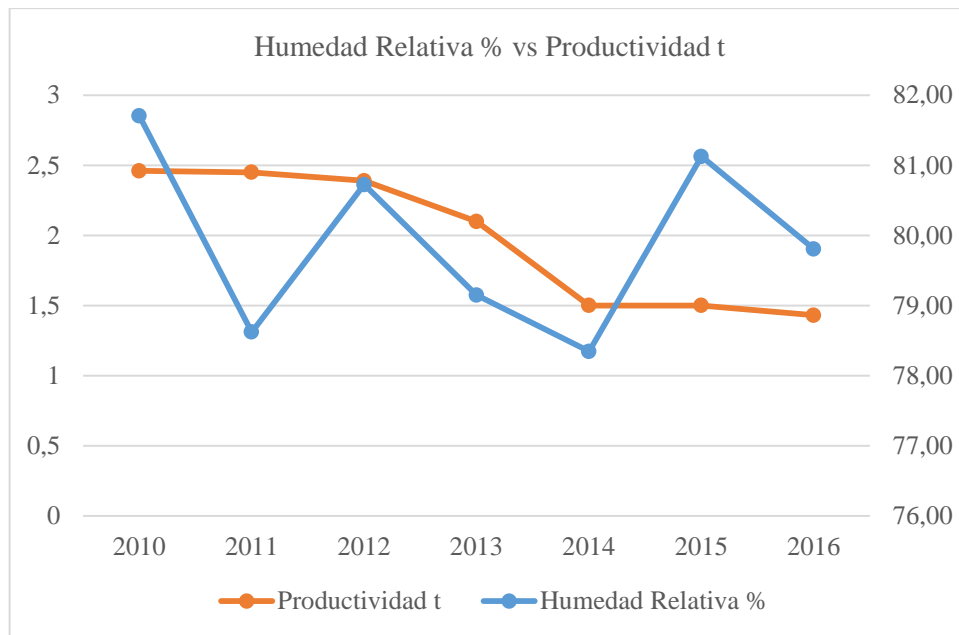


Gráfico 21-4. Relación anual humedad relativa vs productividad 2010 - 2016.

Fuente: Bases de datos climatológicos, encuestas productivas.

Elaboración: Fabián Cerón

En el gráfico 21-4 con respecto a la relación anual humedad relativa vs productividad durante el período 2010 al 2016 en la parroquia de Sevilla, indica que la humedad relativa ha tenido un comportamiento irregular durante el período aunque en general se nota un descenso de la humedad relativa, es así que su pico más elevado es en el año 2010 con una media de 81.7% y el año con el valor más bajo el 2014 con una media de 78.4%, con respecto a la productividad se nota un descenso año tras año de esta variable con el particular que en el año 2015 al haber una subida de la humedad relativa hay una estabilidad en la curva de la productividad.

(Uribe, 2015) Indica que la humedad ambiental es un factor que depende de la temperatura y de las precipitaciones de una zona, siendo estos dos factores los definitivos a la hora de determinar la productividad de un determinado lugar, la variación climática podría hacer que existiese un desequilibrio de estas variables repercutiendo en la población en general.

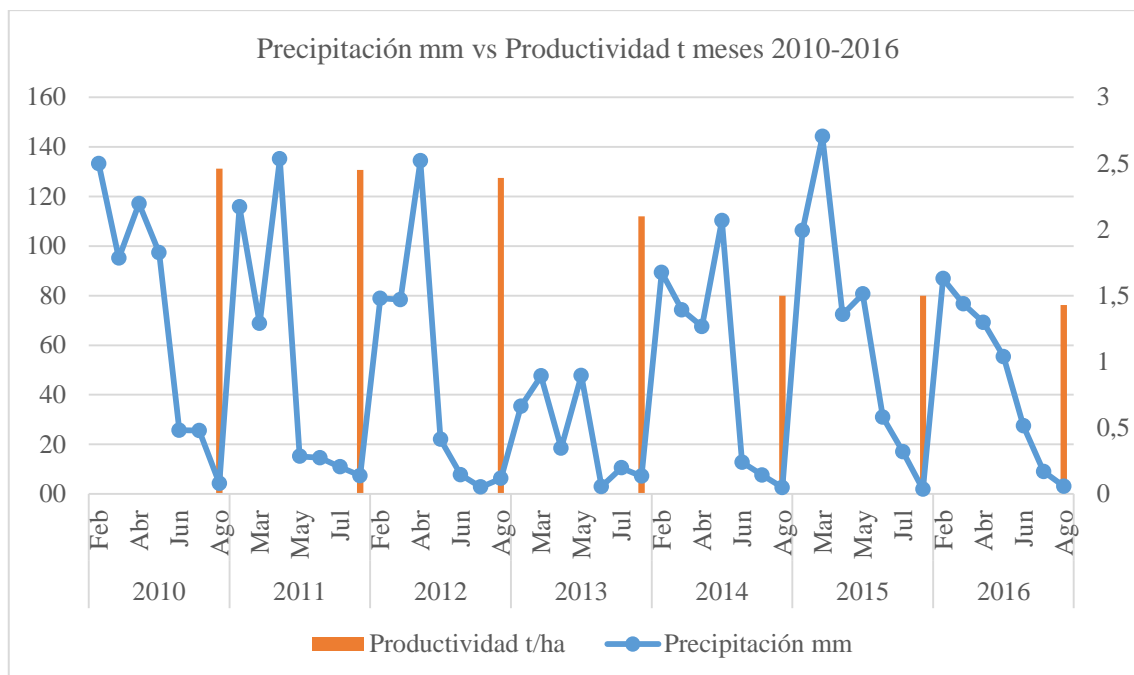


Gráfico 22-4. Relación mensual de la precipitación vs productividad período 2010 - 2016.
Fuente: Bases de datos climatológicos, encuestas productivas.
Elaboración: Fabián Cerón.

En el Gráfico 22-4 relación mensual de la precipitación vs productividad durante el período 2010 al 2016 en la parroquia de Sevilla, indica año tras año un comportamiento cíclico de la variable precipitación, siendo los meses con más lluvias los meses de febrero y marzo, y el mes con menos lluvias el mes de agosto, además indica que el año con las mayores precipitaciones fue el 2015 y el año donde ha llovido menos fue el 2013, con respecto a la productividad, se nota que desde el año 2010 hasta el 2016 existe un decrecimiento de la productividad en la zona.

(Rodríguez A. , 2017) Señala que el incremento en la frecuencia de lluvias excesivas o sequías, afectará la producción local negativamente, especialmente en sectores de subsistencia por lo que la amenaza del cambio climático afectará a sectores de países vulnerables.

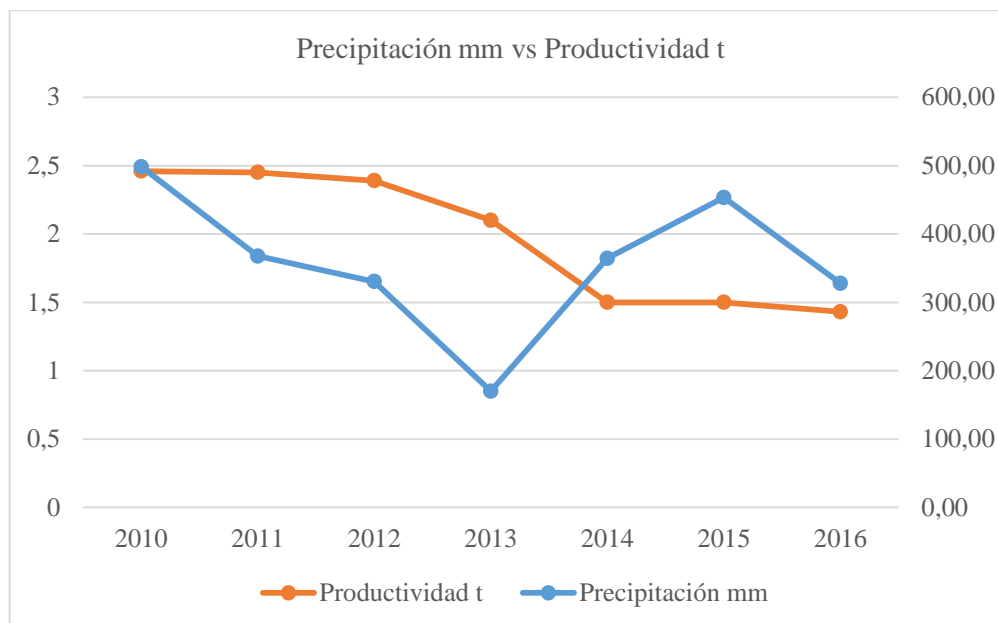


Gráfico 23-4. Relación precipitación vs productividad período 2010 - 2016.

Fuente: Bases de datos climatológicos, encuestas productivas.

Elaboración: Fabián Cerón.

En el gráfico 23-4 respecto a la precipitación vs productividad durante el período 2010 al 2016 en la parroquia de Sevilla, indica que la precipitación tuvo un comportamiento en descenso desde el año 2010 hasta el año 2013 y a partir de año 2014 hasta el 2016 existe una relativa subida de esta variable, aunque el gráfico en general muestra que desde el primer año de estudio los valores han ido decreciendo hasta el último año, el valor más elevado de la precipitación es en el año 2010 con una media de 498.21 mm y el año con el valor más bajo el 2013 con una media de 169.87 mm, con respecto a la productividad indica una relación directa de ambas variables, debido a que al disminuir el valor de la precipitación también se ve disminuido el valor de la productividad.

(Oñate & Bosque, 2011) Indican en su estudio que a pesar de que en ciertos meses se prevé un incremento de los niveles de precipitaciones debido al cambio climático, en otros meses las disminuciones serían igualmente significativas, por lo que en general se notará significativamente la reducción de las lluvias, la productividad agrícola y pecuaria será la primera en verse afectada.

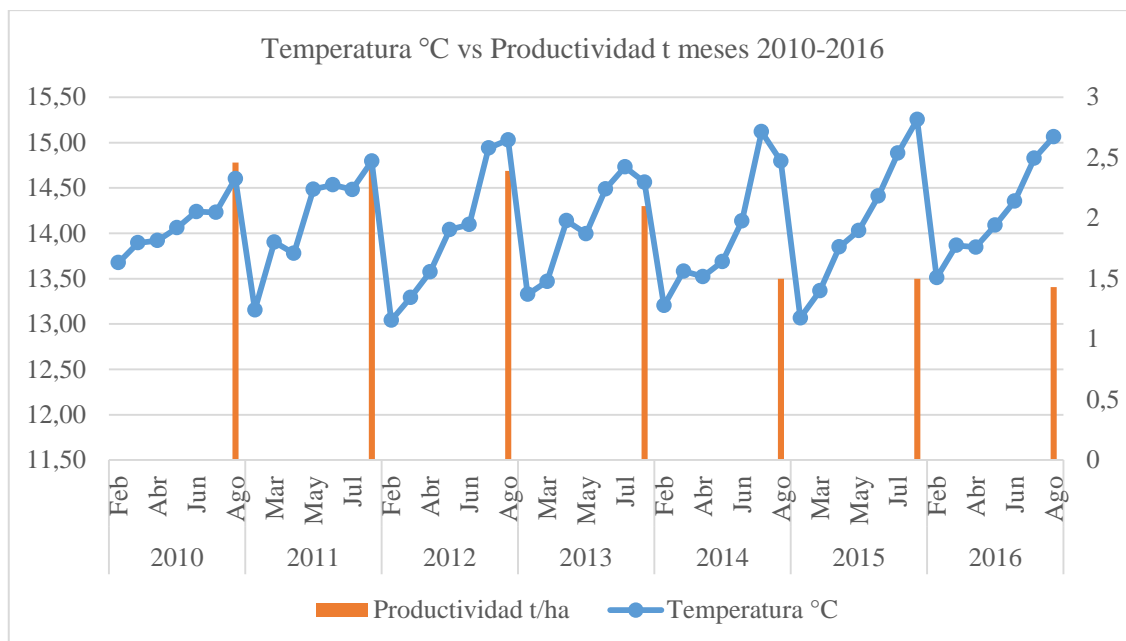


Gráfico 24-4. Relación mensual temperatura vs productividad período 2010 - 2016.

Fuente: Bases de datos climatológicos, encuestas productivas.

Elaboración: Fabián Cerón.

En el Gráfico 24-4 relación mensual de la temperatura °C vs productividad durante el período 2010 al 2016 en la parroquia de Sevilla, indica año tras año un comportamiento cíclico de la variable temperatura, siendo el mes más frío el mes de febrero y el mes más cálido el mes de agosto, la diferencia de año a año está en los valores de la temperatura ya que desde el año 2010 hasta el año 2016 se nota un incremento de esta variable, con respecto a la productividad indica que desde el año 2010 hasta el 2016 existe un decrecimiento de la productividad en la zona.

(Rodríguez A. , 2017) Señala que el efecto del cambio climático en la temperatura principalmente en regiones tropicales y con sequía estacional, aumentará el riesgo de hambruna debido a la reducción en la productividad de los cultivos provocado por pequeños incrementos en temperatura media (1 a 2 °C).

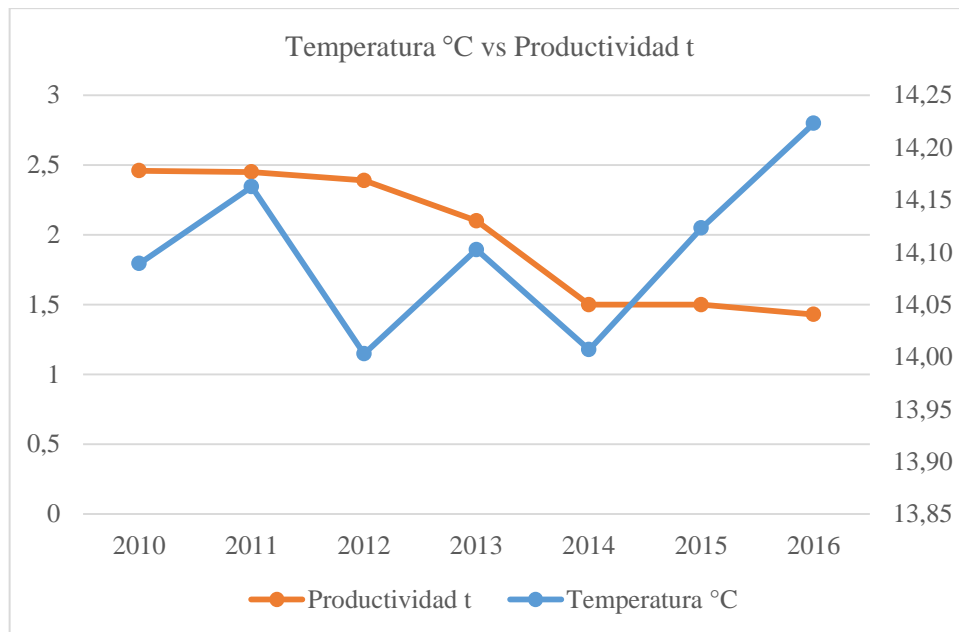


Gráfico 25-4. Relación anual temperatura vs productividad período 2010 - 2016.

Fuente: Bases de datos climatológicos, encuestas productivas.

Elaboración: Fabián Cerón.

En el gráfico 25-4 con respecto a la temperatura vs productividad durante el período 2010 al 2016 en la parroquia de Sevilla, indica que la temperatura tuvo un comportamiento irregular durante los 7 años de estudio con una tendencia general de ir incrementándose si se toma como referencia el primer dato con el último, siendo el valor más elevado en el año 2016 con una media de 14,22 °C y el año con el valor más bajo el 2012 con una media de 14,0 °C, en relación con la productividad se afirma que aunque los datos de los años de estudio tienen un comportamiento irregular, se guarda una relación de las variables debido a que la temperatura tiene una tendencia creciente y la productividad una tendencia decreciente, por lo tanto se afirma que al existir mayor temperatura se ve disminuida la productividad.

(Oñate & Bosque, 2011) Manifiestan que la variación creciente de la tendencia de la temperatura evidencia la existencia de un cambio climático, debido principalmente al volumen de emisiones de gases de efecto invernadero lo que conllevará a que existan en zonas ecuatoriales una disminución de la producción agropecuaria.

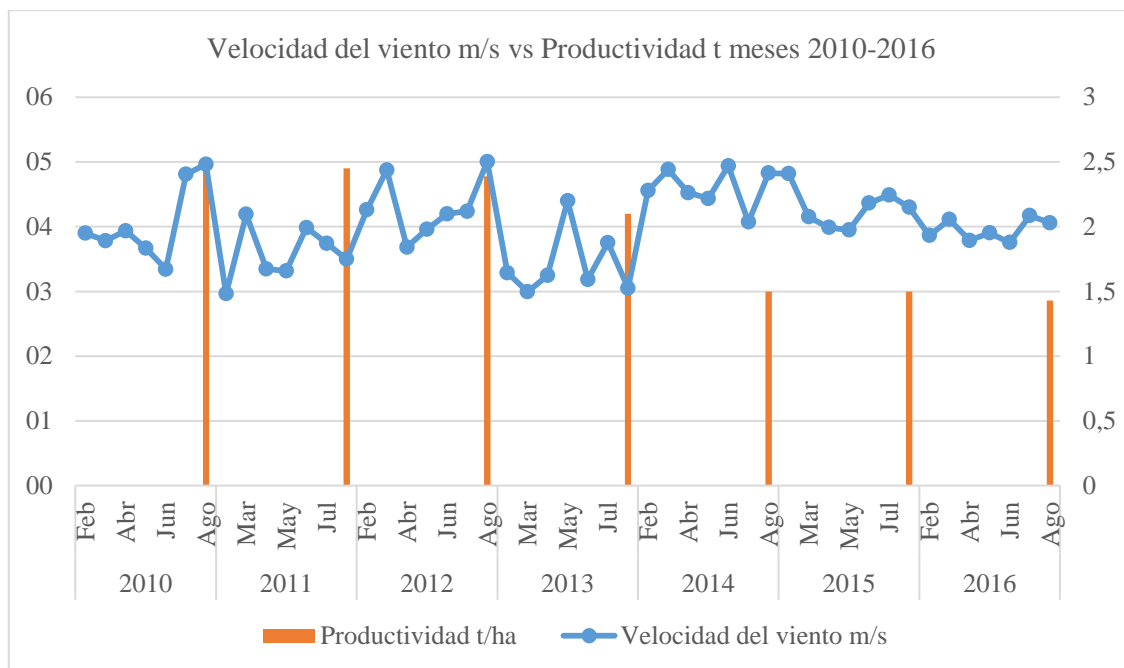


Gráfico 26-4. Relación mensual velocidad del viento vs productividad período 2010 al 2016.

Fuente: Bases de datos climatológicos, encuestas productivas.

Elaboración: Fabián Cerón.

En el Gráfico 26-4 relación mensual velocidad del viento vs productividad durante el período 2010 al 2016 en la parroquia de Sevilla, indica año tras año un comportamiento irregular de la variable, siendo los meses con los valores más altos de velocidad del viento los meses de julio y agosto, y el mes con menor velocidad del viento el mes de abril, con respecto a la productividad, se nota que desde el año 2010 hasta el 2016 existe un decrecimiento de la productividad en la zona.

(Maldonado G. , 2016) Señala que la importancia de los vientos en la agricultura viene marcada por el daño que este factor climático pueda hacer a los cultivos, puede colaborar al aumento o disminución de la evapotranspiración, y al aumento o disminución de la fotosíntesis, que bajo un escenario de cambio climático podría verse afectado de sobre manera.

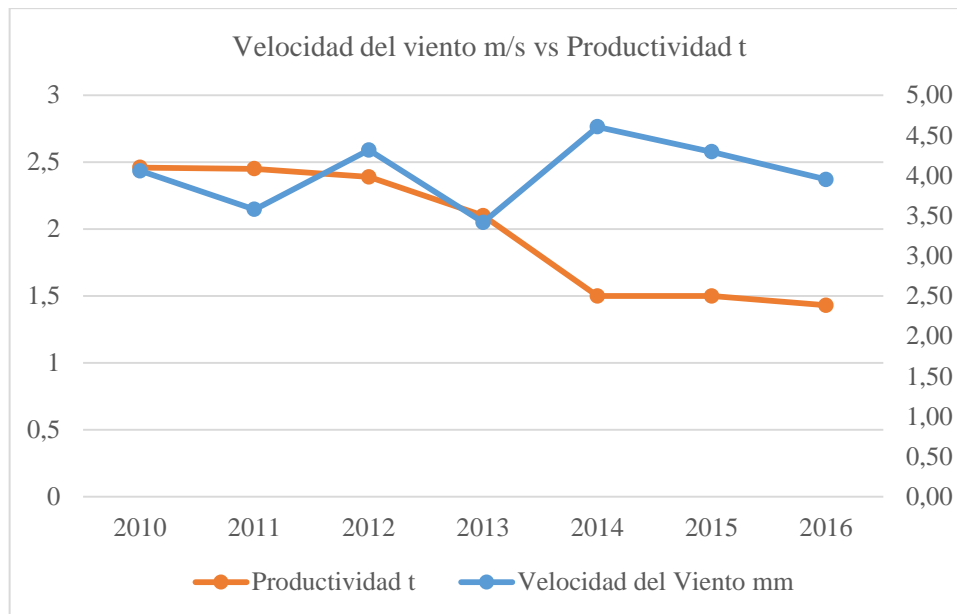


Gráfico 27-4. Relación velocidad del viento vs productividad 2010 - 2016.

Fuente: Bases de datos climatológicos, encuestas productivas.

Elaboración: Fabián Cerón.

En el gráfico 27-4 con respecto a la velocidad del viento vs productividad durante el período 2010 al 2016 en la parroquia de Sevilla, indica que la velocidad del viento tuvo un comportamiento similar en sus valores durante el período de estudio, existiendo una variación significativa de subida durante los años 2012 y 2014, siendo el valor más alto en el año 2014 con una media de 4.61 m/s y el año con el valor más bajo el 2013 con una media de 3.42 m/s, en relación con la productividad se afirma que a partir del año 2014 al 2016 y durante el período 2010 -2012, las variables guardan relación en su comportamiento, a nivel general se nota un crecimiento moderado de la curva de velocidad del viento en contraste con la curva de productividad que tiene un comportamiento decreciente.

(Andrade G. , 2014) Afirma que las fuertes diferencias que se originarían entre la temperatura de las aguas superficiales de los océanos y la de los continentes cercanos debido al cambio climático, podría dar lugar a una intensificación de los vientos que acompañan las corrientes existentes en esas zonas, la productividad de los distintos lugares se vería marcada por los efectos que el viento provocare en las plantaciones.

4.2. Ofertas y demandas.

4.2.1. Balance hídrico.

Tabla 1-4. Balance hídrico en el año 2010.

2010	Precipitación mm	Precipitación efectiva 60%	ETc	Déficit	Exceso
Febrero	133.2	79.9	16.2	0.0	63.7
Marzo	95.1	57.0	39.9	0.0	17.1
Abril	117.1	70.3	84.7	14.4	0.0
Mayo	97.3	58.4	112.6	54.2	0.0
Junio	25.7	15.4	111.3	95.9	0.0
Julio	25.6	15.3	82.8	67.5	0.0
Agosto	4.2	2.5	11.9	9.4	0.0
Total		298.9	459.4	160.5	

Fuente: Estaciones meteorológicas en estudio - CROPWAT.

Elaboración: Fabián Cerón.

Para la discusión del balance hídrico del año 2010 en el cultivo de trigo de la parroquia de Sevilla, se toma como referencia el estudio de (Yzarra & Lopez, 2016) los cuales indican los diferentes estados fenológicos del cultivo de trigo, y a (FAO, 2012) quienes indican las diferentes etapas del coeficiente del cultivo Kc en el trigo, es así que la tabla 1-4 muestra para el mes de febrero un requerimiento del cultivo de 16.2 mm, una precipitación efectiva de 79.9 mm lo que da un exceso de 63.7 mm debido principalmente a que en este mes el cultivo se encuentra en su etapa inicial que es la emergencia de las plantas en el suelo por lo que la demanda de agua es mínima, para el mes de marzo se observa un requerimiento del cultivo de 39.9 mm y una precipitación efectiva de 57 mm lo que da un exceso de 17.1 mm, en este mes la demanda comienza a incrementarse, existe menor exceso de agua que en el mes de febrero debido a que el cultivo continúa en etapa inicial la cual corresponde a la aparición de la tercera hoja, durante el mes de abril existió un requerimiento del cultivo de 84.7 mm y una precipitación efectiva de 70.3 mm teniendo un déficit de 14.4 mm, la falta de agua se hace presente debido a que el cultivo ha pasado a la etapa de desarrollo y las precipitaciones de la zona no son suficientes para cubrir las necesidades hídricas de la planta, los macollos empiezan a desarrollarse por lo que el trigo demanda de más cantidad de agua que en la etapa inicial, información que concuerda con el estudio realizado por (Maldonado I. , 2014) quien indica que el consumo de agua en la productividad de trigo se incrementa al empezar la fase de desarrollo y es donde se debería empezar a complementar la oferta hídrica natural con riego tecnificado para incrementar los rendimientos, para el mes de mayo existió un requerimiento del cultivo de 112.6 mm, una precipitación efectiva de 58.4 mm dando un déficit de 54.2 mm, mientras el cultivo pasa del estado de macollo al estado de encañado y posterior formación de la espiga la demanda de agua

se incrementa para poder cubrir las necesidades fisiológicas de la planta, en este estado es cuando el trigo llega a su máximo requerimiento hídrico, para el mes de junio existió un requerimiento del cultivo de 111.3 mm y una precipitación efectiva de 15.4 mm dando un déficit de 95.9 mm, esta etapa viene a ser fundamental dentro de la parte productiva debido a que corresponde a la etapa de mediados de temporada donde se desarrollan las flores y empieza el llenado de los granos, la demanda hídrica es similar con respecto al mes de mayo pero el déficit viene a ser el mayor de todo el ciclo de cultivo, información que concuerda con lo descrito por (Salinas & Giubergia , 2015) quienes afirman que desde la formación de la espiga hasta el llenado de granos es la etapa donde más agua demanda el cultivo de trigo y de esta dependerá la calidad de la producción, para el mes de julio existió un requerimiento del cultivo de 82.8 mm y una precipitación efectiva de 15.3 mm dando un déficit de 67.5 mm, debido a que el cultivo de trigo entra en su última etapa que es el final de temporada, la demanda disminuye con respecto al mes de junio por motivo que fisiológicamente la planta se encuentra en el estado de maduración lechosa y maduración pastosa, cada vez el grano de trigo irá tomando la dureza característica de este cereal por lo que disminuirá la demanda conforme se vaya acercando a la etapa final que será en el mes de agosto donde hubo un requerimiento del cultivo de 11.9 mm y una precipitación efectiva de 2.5 mm, dando un déficit de 9.4 mm, al llegar la planta a su madurez fisiológica la demanda hídrica es mucho menor que en otros estados ya que el trigo pasará a maduración córnea donde se encontrará listo para ser cosechado, información que concuerda con (Morábito & Saltiano, 2015) quienes manifiestan que las etapas donde el cultivo requiere menos agua son en la inicial y en la final de temporada debido a las características fisiológicas. En resumen del 2010 existió un requerimiento hídrico del cultivo de trigo de 459.4 mm, una precipitación efectiva de 298.9 mm, lo que da un déficit de 160.5 mm.

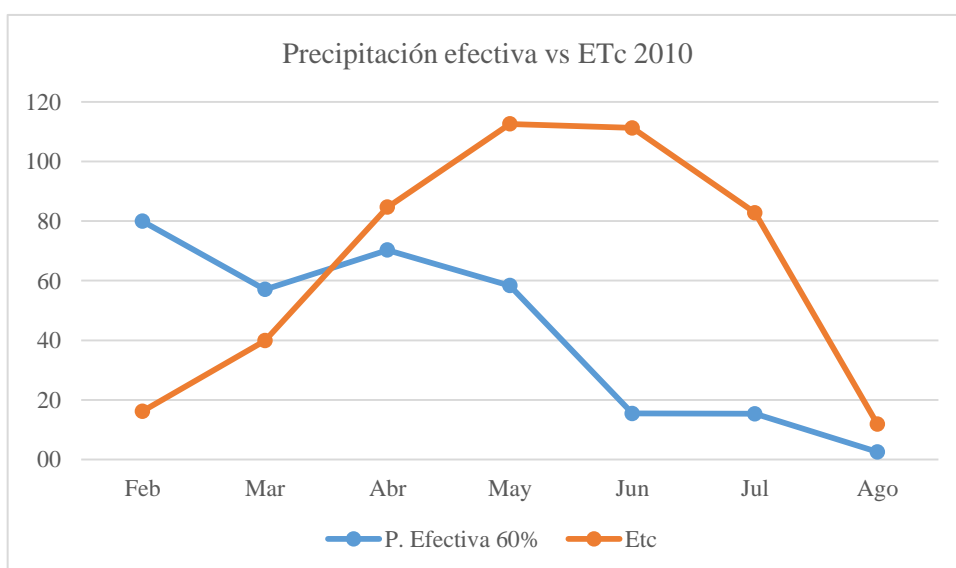


Gráfico 28-4. Balance hídrico en el año 2010.

Fuente: Estaciones meteorológicas en estudio - CROPWAT.

Elaboración: Fabián Cerón.

En el gráfico 28-4 correspondiente al balance hídrico en el año 2010, se observa que únicamente en los meses de febrero y marzo se cubrió la demanda de agua del cultivo, debido a que en las etapas iniciales la planta se encuentra empezando su desarrollo fisiológico, además se puede indicar que al existir un exceso de agua en estos meses, existe una mala distribución de este recurso ya que la etapa donde más demanda existe es en la etapa de desarrollo del cultivo lo que repercute directamente en la productividad concordando así con (Maldonado I. , 2014) quien manifiesta que la etapa donde más demanda hídrica existe es en la etapa de desarrollo del cultivo, se nota a nivel general que a excepción de los meses de febrero y marzo, en los demás meses del ciclo productivo existieron requerimientos altos y ofertas bajas, es así que para el año 2010 existió una demanda total de 106.5 mm para cumplir con las necesidades o requerimientos del cultivo de trigo. Cabe indicar que en base a las encuestas realizadas, los productores de la parroquia de Sevilla manifestaron su preocupación por el descenso de la productividad del cultivo de trigo año tras año debido a las alteraciones climáticas existentes, particular que muestra el gráfico 5-4 comportamiento de la precipitación mensual 2010-2016 y en gráfico 11-4 climograma de la parroquia de Sevilla 2010, donde se analiza el comportamiento de la precipitación en la zona en estudio, en el análisis de las alteraciones y diferencias de la precipitación se nota que existen variaciones marcadas entre años y meses corroborando la existencia del cambio climático en la zona y sus efectos se ven reflejados en la productividad de los cultivos, análisis que concuerda con lo que indica (Lehmann, 2017) en su investigación acerca del efecto del cambio climático y sus efectos en la disminución de las precipitaciones y aumento de sequías.

Tabla 2-4. Balance hídrico en el año 2011.

2011	Precipitación mm	Precipitación efectiva 60%	ETc	Déficit	Exceso
Febrero	115.7	69.4	15.2	0.0	54.2
Marzo	68.8	41.3	42.1	0.8	0.0
Abril	135.1	81.1	98.4	17.3	0.0
Mayo	15.2	9.1	139.9	130.8	0.0
Junio	14.6	8.8	129.9	121.1	0.0
Julio	10.9	6.6	90.9	84.3	0.0
Agosto	7.4	4.4	13.1	8.7	0.0
Total		220.6	529.5	308.9	

Fuente: Estaciones meteorológicas en estudio - CROPWAT.
Elaboración: Fabián Cerón.

Para el análisis del balance hídrico del año 2011 para el cultivo de trigo en la parroquia de Sevilla, se toma como referencia el estudio de (Yzarra & Lopez, 2016) los cuales indican los diferentes estados fenológicos del cultivo de trigo, y a (FAO, 2012) quienes indican las diferentes

etapas del coeficiente del cultivo K_c en el trigo, es así que la tabla 2-4 muestra para el mes de febrero un requerimiento del cultivo de 15.2 mm, una precipitación efectiva de 69.4 mm lo que da un exceso de 54.2 mm debido a que en este mes el cultivo se encuentra en etapa inicial que es la emergencia de las plantas en el suelo por lo que la demanda de agua es mínima, para el mes de marzo indica un requerimiento del cultivo de 42.1 mm y una precipitación efectiva de 41.3 mm lo que da un déficit de 0.8 mm, en este mes la demanda comienza a incrementarse, existe ya un déficit de agua aunque mínimo debido a que el cultivo continúa en etapa inicial la cual corresponde a la aparición de la tercera hoja, durante el mes de abril hubo un requerimiento del cultivo de 98.4 mm y una precipitación efectiva de 81.1 mm teniendo un déficit de 17.3 mm, la falta de agua se incrementa debido a que el cultivo ha pasado a la etapa de desarrollo y las precipitaciones de la zona no son suficientes para cubrir las necesidades hídricas de la planta, los macollos empiezan a desarrollarse por lo que el trigo demanda de más cantidad de agua que en la etapa inicial, información que concuerda con el estudio realizado por (Maldonado I. , 2014) quien indica que el consumo de agua en la productividad de trigo se incrementa al empezar la fase de desarrollo y es donde se debería empezar a complementar la oferta hídrica natural con riego tecnificado para subir los rendimientos, para el mes de mayo existió un requerimiento del cultivo de 139.9 mm, una precipitación efectiva de 9.1 mm dando un déficit de 130.8 mm, mientras el cultivo pasa del estado de macollo al estado de encañado y posterior formación de la espiga la demanda de agua se incrementa para poder cubrir las necesidades fisiológicas de la planta, en este estado es cuando el trigo llega a su máximo requerimiento hídrico y también cuando mayor déficit existe, para el mes de junio existió un requerimiento del cultivo de 129.9 mm y una precipitación efectiva de 8.8 mm dando un déficit de 121.1 mm, esta etapa viene a ser fundamental dentro de la parte productiva debido a que corresponde a la etapa de mediados de temporada donde se desarrollan las flores y empieza el llenado de los granos, la demanda hídrica se reduce en comparación al mes de mayo, información que concuerda con lo descrito por (Salinas & Giubergia , 2015) quienes afirman que desde la formación de la espiga hasta el llenado de granos es la etapa donde más agua demanda el cultivo de trigo y de esta dependerá la calidad de la producción, para el mes de julio hubo un requerimiento del cultivo de 90.0 mm y una precipitación efectiva de 6.6 mm dando un déficit de 84.3 mm, debido a que el cultivo de trigo entra en su última etapa que es el final de temporada, la demanda disminuye con respecto al mes de junio por motivo que fisiológicamente la planta se encuentra en el estado de maduración lechosa y maduración pastosa, cada vez el grano de trigo irá tomando la dureza característica de este cereal por lo que disminuirá la demanda conforme se vaya acercando a la etapa final que será en el mes de agosto donde existió un requerimiento del cultivo de 13.1 mm y una precipitación efectiva de 4.4 mm, dando un déficit de 8.7 mm, al llegar la planta a su madurez fisiológica la demanda hídrica es mucho menor que en otros estados ya que el trigo

pasará a maduración córnea donde se encontrará listo para ser cosechado, información que concuerda con (Morábito & Saltiano, 2015) quienes manifiestan que las etapas donde el cultivo requiere menos agua son en la inicial y en la final de temporada debido a las características fisiológicas del trigo.

En datos generales durante el año 2011 existió un requerimiento del cultivo de trigo de 529.5 mm, una precipitación efectiva de 220.6 mm, lo que da un déficit de 308.9 mm.

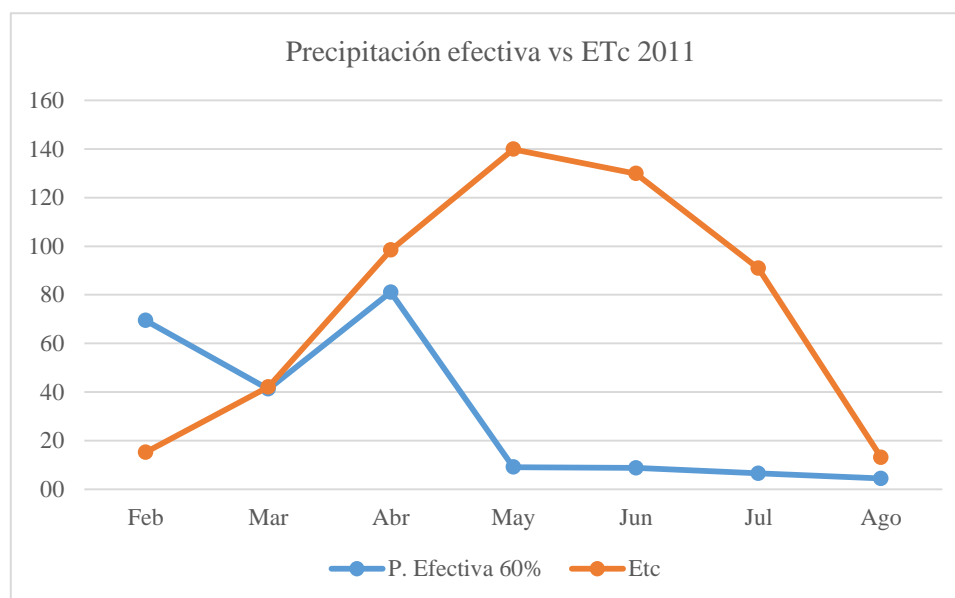


Gráfico 29-4. Balance hídrico en el año 2011

Fuente: Estaciones meteorológicas en estudio - CROPWAT.

Elaboración: Fabián Cerón.

En el gráfico 29-4 correspondiente al balance hídrico en el año 2011, se observa que únicamente en el mes de febrero se cubrió la demanda hídrica del cultivo, debido a que en las etapas iniciales la planta se encuentra empezando su desarrollo fisiológico, además se indica que al existir un exceso de agua en este mes, existe una mala distribución de este recurso ya que la etapa donde más demanda hay es en la etapa de desarrollo del cultivo lo que repercute directamente en la productividad, concordando así con (Maldonado I. , 2014) quien manifiesta que la etapa donde más demanda hídrica existe es en la etapa de desarrollo del cultivo, se nota a nivel general que a excepción del mes de febrero, en los demás meses del ciclo productivo existieron requerimientos altos y ofertas bajas, es así que para el año 2011 existió una demanda total de 308.9 mm para cumplir con las necesidades o requerimientos del cultivo de trigo. Cabe indicar que en base a las encuestas realizadas a productores del sector, manifestaron su inquietud por el descenso de la productividad del cultivo de trigo año tras año debido a las alteraciones climáticas existentes, particular que muestra el gráfico 5-4 comportamiento de la precipitación mensual 2010-2016 y en gráfico 12-4 climograma de la parroquia de Sevilla 2011,

donde se analiza el comportamiento de la precipitación en la zona en estudio, en el análisis de las alteraciones y diferencias de la precipitación se nota que existen variaciones marcadas entre años y meses corroborando la existencia del cambio climático en la zona y sus efectos se ven reflejados en la productividad de los cultivos, análisis que concuerda con lo que indica (Lehmann, 2017) en su investigación acerca del efecto del cambio climático y sus efectos en la disminución de las precipitaciones y aumento de sequías. En comparación con el año 2010 se nota que existe una disminución en las precipitaciones de todo el año, de manera particular en los meses de marzo, mayo, junio y julio que presentaron ofertas más bajas, corroborando así con la investigación realizada por (Altieri & Nicholls, 2015) quienes afirman que las precipitaciones a través de los años han sido afectadas principalmente por el cambio climático existente, con comportamientos impredecibles y una disminución de hasta el 50% de las mismas.

Tabla 3-4. Balance hídrico en el año 2012.

2012	Precipitación mm	Precipitación efectiva 60%	ETc	Déficit	Exceso
Febrero	78.9	47.3	15.6	0.0	31.7
Marzo	78.4	47.0	38.3	0.0	8.7
Abril	134.3	80.6	86.9	6.3	0.0
Mayo	22.0	13.2	114.8	101.6	0.0
Junio	7.7	4.6	111.6	107.0	0.0
Julio	2.8	1.7	87.3	85.6	0.0
Agosto	6.2	3.7	12.1	8.4	0.0
Total		198.3	466.6	268.3	

Fuente: Estaciones meteorológicas en estudio - CROPWAT.
Elaboración: Fabián Cerón.

Con respecto al balance hídrico del año 2012 para el cultivo de trigo en la parroquia de Sevilla, se toma como referencia el estudio de (Yzarra & Lopez, 2016) los cuales indican los diferentes estados fenológicos del cultivo de trigo, y a (FAO, 2012) quienes indican las diferentes etapas del coeficiente del cultivo Kc en el trigo, es así que la tabla 3-4 muestra para el mes de febrero un requerimiento del cultivo de 15.6 mm, una precipitación efectiva de 47.3 mm lo que da un exceso de 31.7 mm debido principalmente a que en este mes el cultivo se encuentra en su etapa inicial que es la emergencia de las plantas en el suelo por lo que la demanda de agua es mínima, para el mes de marzo existió un requerimiento del cultivo de 38.3 mm, una precipitación efectiva de 47 mm lo que da un exceso de 8.7 mm, en este mes la demanda comienza a incrementarse, existe menor exceso de agua que en el mes de febrero debido a que el cultivo continúa en etapa inicial la cual corresponde a la aparición de la tercera hoja, durante el mes de abril existió un requerimiento del cultivo de 86.9 mm, una precipitación efectiva de 80.6 mm teniendo un déficit de 6.3 mm, existe un déficit hídrico en esta etapa debido a que el cultivo ha

pasado a la etapa de desarrollo y las precipitaciones de la zona no son suficientes para cubrir las necesidades hídricas de la planta, los macollos empiezan a desarrollarse por lo que el trigo demanda de más cantidad de agua que en la etapa inicial, información que concuerda con el estudio realizado por (Maldonado I. , 2014) quien indica que el consumo de agua en la productividad de trigo se incrementa al empezar la fase de desarrollo y es donde se debería empezar a complementar la oferta hídrica natural con riego tecnificado para subir los rendimientos, para el mes de mayo existió un requerimiento del cultivo de 114.8 mm, una precipitación efectiva de 13.2 mm dando un déficit de 101.6 mm, mientras el cultivo pasa del estado de macollo al estado de encañado y posterior formación de la espiga la demanda de agua se incrementa para poder cubrir las necesidades fisiológicas de la planta, en este estado es cuando el trigo llega a su máximo requerimiento hídrico, para el mes de junio indica un requerimiento del cultivo de 111.6 mm y una precipitación efectiva de 4.6 mm dando un déficit de 107 mm, esta etapa viene a ser fundamental dentro de la parte productiva debido a que corresponde a la etapa de mediados de temporada donde se desarrollan las flores y empieza el llenado de los granos, la demanda hídrica es similar con respecto al mes de mayo pero el déficit viene a ser el mayor de todo el ciclo de cultivo, información que concuerda con lo descrito por (Salinas & Giubergia , 2015) quienes afirman que desde la formación de la espiga hasta el llenado de granos es la etapa donde más agua demanda el cultivo de trigo y de esta dependerá la calidad de la producción, para el mes de julio indica un requerimiento del cultivo de 87.3 mm y una precipitación efectiva de 1.7 mm dando un déficit de 85.6 mm, debido a que el cultivo de trigo entra en su última etapa que es el final de temporada, la demanda disminuye con respecto al mes de junio por motivo que fisiológicamente la planta se encuentra en el estado de maduración lechosa y maduración pastosa, cada vez el grano de trigo irá tomando la dureza característica de este cereal por lo que disminuirá la demanda conforme se vaya acercando a la etapa final que será en el mes de agosto donde existió un requerimiento del cultivo de 12.1 mm y una precipitación efectiva de 3.7 mm, dando un déficit de 8.4 mm, al llegar la planta a su madurez fisiológica la demanda hídrica es mucho menor que en otros estados ya que el trigo pasará a maduración córnea donde se encontrará listo para ser cosechado, información que concuerda con (Morábito & Saltiano, 2015) quienes manifiestan que las etapas donde el cultivo requiere menos agua son en la inicial y en la final de temporada debido a las características fisiológicas del trigo.

Como resumen del año 2012 existió un requerimiento del cultivo de trigo de 466.6 mm, una precipitación efectiva de 198.93 mm, lo que da un déficit de 268.3 mm.

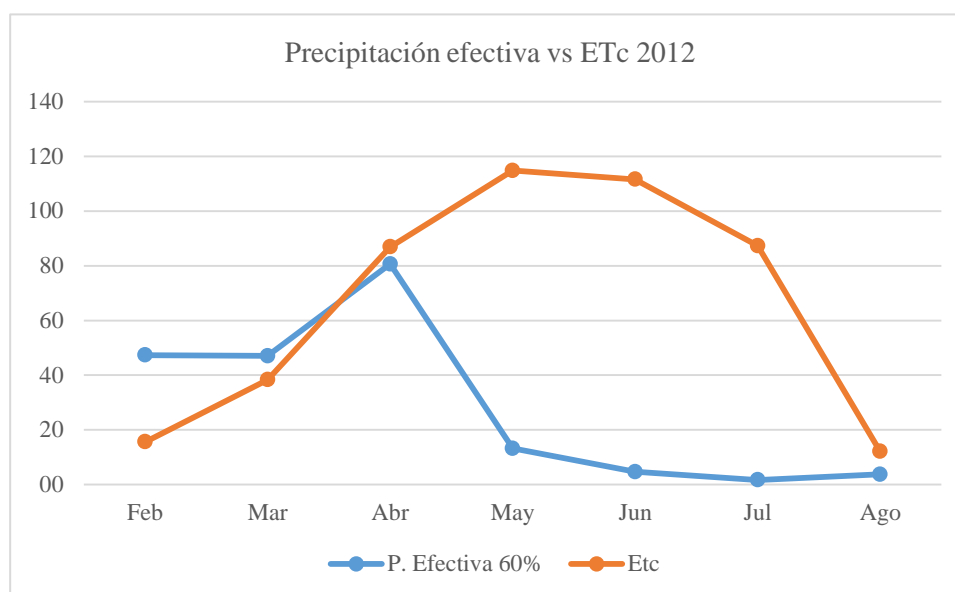


Gráfico 30-4. Balance hídrico en el año 2012.

Fuente: Estaciones meteorológicas en estudio - CROPWAT.

Elaboración: Fabián Cerón.

En el gráfico 30-4 correspondiente al balance hídrico en el año 2012, se observa que únicamente en los meses de febrero y marzo se cubrió la demanda de agua del cultivo, debido a que en las etapas iniciales la planta se encuentra empezando su desarrollo fisiológico, además se puede indicar que al existir un exceso de agua en estos meses, existe una mala distribución de este recurso ya que la etapa donde más demanda existe es en la etapa de desarrollo del cultivo lo que repercute directamente en la productividad lo que concuerda con (Maldonado I. , 2014) quien manifiesta que la etapa donde más demanda hídrica existe es en la etapa de desarrollo del cultivo, se nota a nivel general que a excepción de los meses de febrero y marzo, en los demás meses del ciclo productivo existieron requerimientos altos y ofertas bajas, es así que para el año 2012 existió una demanda total de 268.3 mm para cumplir con las necesidades o requerimientos del cultivo de trigo.

Cabe indicar que en base a las encuestas realizadas a los productores de la parroquia de Sevilla manifestaron su preocupación por el descenso de la productividad del cultivo de trigo año tras año debido a las alteraciones climáticas existentes, particular que se indica en el gráfico 5-4 comportamiento de la precipitación mensual 2010-2016 y en gráfico 13-4 climograma de la parroquia de Sevilla 2012, donde se analiza el comportamiento de la precipitación en la zona en estudio, en el análisis de las alteraciones y diferencias de la precipitación se nota que existen variaciones marcadas entre años y meses corroborando la existencia del cambio climático en la zona y sus efectos se ven reflejados en la productividad de los cultivos, análisis que concuerda con lo que indica (Lehmann, 2017) en su investigación acerca del efecto del cambio climático y sus efectos en la disminución de las precipitaciones y aumento de sequías. En comparación con el

año 2010 se nota que existe una disminución en las precipitaciones de todo el año, presentando ofertas más bajas, corroborando así con la investigación realizada por (Altieri & Nicholls, 2015) quienes afirman que las precipitaciones a través de los años han sido afectadas principalmente por el cambio climático existente, con comportamientos impredecibles y una disminución de hasta el 50% de las mismas, en comparación con el año 2011 existe una similitud en el comportamiento de la oferta hídrica con respecto a los meses más lluviosos y más secos, aunque a nivel general existe una disminución leve de la oferta.

Tabla 4-4. Balance hídrico en el año 2013.

2013	Precipitación mm	Precipitación efectiva 60%	ETc	Déficit	Exceso
Febrero	35.3	21.2	16.6	0.0	4.6
Marzo	47.6	28.6	41.3	12.7	0.0
Abril	18.5	11.1	91.0	79.9	0.0
Mayo	47.8	28.7	119.2	90.5	0.0
Junio	3.0	1.8	116.3	114.5	0.0
Julio	10.5	6.3	86.3	80.0	0.0
Agosto	7.2	4.3	11.7	7.4	0.0
Total		101.9	482.4	380.5	

Fuente: Estaciones meteorológicas en estudio - CROPWAT.
Elaboración: Fabián Cerón.

Para el análisis del balance hídrico del año 2013 para el cultivo de trigo en la parroquia de Sevilla, se toma como referencia el estudio de (Yzarra & Lopez, 2016) los cuales indican los diferentes estados fenológicos del cultivo de trigo, y a (FAO, 2012) quienes indican las diferentes etapas del coeficiente del cultivo Kc en el trigo, es así que la tabla 4-4 muestra para el mes de febrero un requerimiento del cultivo de 16.6 mm, una precipitación efectiva de 21.2 mm lo que da un exceso de 4.6 mm debido a que en este mes el cultivo se encuentra en etapa inicial que es la emergencia de las plantas en el suelo por lo que la demanda de agua todavía no es grande, para el mes de marzo indica un requerimiento del cultivo de 41.3 mm y una precipitación efectiva de 28.6 mm lo que da un déficit de 12.7 mm, en este mes la demanda comienza a incrementarse, existe ya un déficit de agua aunque mínimo debido a que el cultivo continúa en etapa inicial la cual corresponde a la aparición de la tercera hoja, durante el mes de abril indica un requerimiento del cultivo de 91 mm y una precipitación efectiva de 11.1 mm teniendo un déficit de 79.9 mm, la falta de agua se incrementa debido a que el cultivo ha pasado a la etapa de desarrollo y las precipitaciones de la zona no son suficientes para cubrir las necesidades hídricas de la planta, los macollos empiezan a desarrollarse por lo que el trigo demanda de más cantidad de agua que en la etapa inicial, información que concuerda con el estudio realizado por (Maldonado I. , 2014) donde indica que el consumo de agua en la productividad de trigo se

incrementa al empezar la fase de desarrollo y es donde se debería empezar a complementar la oferta hídrica natural con riego tecnificado para incrementar los rendimientos, para el mes de mayo hubo un requerimiento del cultivo de 119.2 mm, una precipitación efectiva de 28.7 mm dando un déficit de 90.5 mm, mientras el cultivo pasa del estado de macollo al estado de encañado y posterior formación de la espiga la demanda de agua se incrementa para poder cubrir las necesidades fisiológicas de la planta, en este estado es cuando el trigo llega a su máximo requerimiento hídrico, para el mes de junio existió un requerimiento del cultivo de 116.3 mm, una precipitación efectiva de 1.8 mm dando un déficit de 114.1 mm, esta etapa viene a ser fundamental dentro de la parte productiva debido a que corresponde a la etapa de mediados de temporada donde se desarrollan las flores y empieza el llenado de los granos, la demanda hídrica se reduce en comparación al mes de mayo, aunque es el mes que más déficit existió debido a la falta de lluvia, información que concuerda con lo descrito por (Salinas & Giubergia, 2015) quienes afirman que desde la formación de la espiga hasta el llenado de granos es la etapa donde más agua demanda el cultivo de trigo y de esta dependerá la calidad de la producción, para el mes de julio hubo un requerimiento del cultivo de 86.3 mm y una precipitación efectiva de 6.3 mm dando un déficit de 80 mm, debido a que el cultivo de trigo entra en su última etapa que es el final de temporada, la demanda disminuye con respecto al mes de junio por motivo que fisiológicamente la planta se encuentra en el estado de maduración lechosa y maduración pastosa, cada vez el grano de trigo irá tomando la dureza característica de este cereal por lo que disminuirá la demanda conforme se vaya acercando a la etapa final que será en el mes de agosto donde hubo un requerimiento del cultivo de 11.7 mm y una precipitación efectiva de 4.3 mm, dando un déficit de 7.4 mm, al llegar la planta a su madurez fisiológica la demanda hídrica es mucho menor que en otros estados ya que el trigo pasará a maduración córnea donde se encontrará listo para ser cosechado, información que concuerda con (Morábito & Saltiano, 2015) quienes manifiestan que las etapas donde el cultivo requiere menos agua son en la inicial y en la final de temporada debido a las características fisiológicas del trigo.

En datos generales durante el año 2013 existió un requerimiento del cultivo de trigo de 482.4 mm, una precipitación efectiva de 101.9 mm, lo que da un déficit de 380.5 mm.

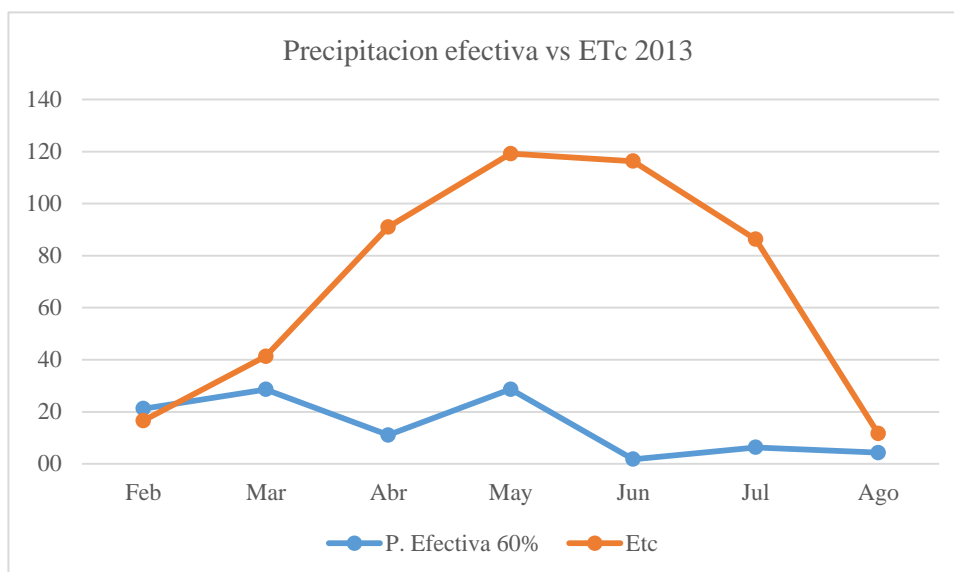


Gráfico 31-4. Balance hídrico en el año 2013.

Fuente: Estaciones meteorológicas en estudio - CROPWAT.

Elaboración: Fabián Cerón.

En el gráfico 31-4 correspondiente al balance hídrico en el año 2013, se observa que únicamente en el mes de febrero se cubrió la demanda hídrica del cultivo, debido a que en las etapas iniciales la planta se encuentra empezando su desarrollo fisiológico, además se indica que al existir un exceso de agua en este mes, existe una mala distribución de este recurso ya que la etapa donde más demanda hay es en la etapa de desarrollo del cultivo lo que repercute directamente en la productividad, concordando así con (Maldonado I. , 2014) quien manifiesta que la etapa donde más demanda hídrica existe es en la etapa de desarrollo del cultivo, se nota a nivel general que a excepción del mes de febrero en los demás meses del ciclo productivo existieron requerimientos altos y ofertas bajas, es así que para el año 2013 existió una demanda total de 380.5 mm para cumplir con las necesidades o requerimientos del cultivo de trigo. En el gráfico 5-4 comportamiento de la precipitación mensual 2010-2016 y en gráfico 14-4 climograma de la parroquia de Sevilla 2013, se analiza el comportamiento de la precipitación en la zona en estudio, en el análisis de las alteraciones y diferencias de la precipitación se nota que existen variaciones marcadas entre años y meses corroborando la existencia del cambio climático en la zona y sus efectos se ven reflejados en la productividad de los cultivos, análisis que concuerda con lo que indica (Lehmann, 2017) en su investigación acerca del efecto del cambio climático y sus efectos en la disminución de las precipitaciones y aumento de sequías. Este año es particularmente seco en comparación con los años anteriores, presentando la oferta hídrica más baja del estudio, existe una disminución en las precipitaciones de todo el año en todos los meses donde se presentaron ofertas bajas, corroborando así con la investigación realizada por (Altieri & Nicholls, 2015) quienes afirman que las precipitaciones a través de los años han sido afectadas principalmente por el cambio climático existente, con comportamientos impredecibles

y una disminución de hasta el 50% de las mismas, este particular muestra un indicio de que existen años donde el cambio climático es más notorio y puede afectar más a los cultivos y a la economía de los agricultores.

Tabla 5-4. Balance hídrico en el año 2014.

2014	Precipitación mm	Precipitación efectiva 60%	ETc	Déficit	Exceso
Febrero	89.4	53.6	16.4	0.0	37.2
Marzo	74.2	44.5	41.0	0.0	3.5
Abril	67.5	40.5	89.1	48.6	0.0
Mayo	110.2	66.1	118.3	52.2	0.0
Junio	12.8	7.7	114.1	106.4	0.0
Julio	7.6	4.6	89.7	85.1	0.0
Agosto	2.6	1.6	12.0	10.4	0.0
Total		218.6	480.6	262.0	

Fuente: Estaciones meteorológicas en estudio - CROPWAT.

Elaboración: Fabián Cerón.

Para el estudio del balance hídrico del año 2014 en el cultivo de trigo de la parroquia de Sevilla, se toma de referencia el estudio de (Yzarra & Lopez, 2016) los cuales indican los diferentes estados fenológicos del cultivo de trigo, y a (FAO, 2012) quienes indican las diferentes etapas del coeficiente del cultivo Kc en el trigo, es así que la tabla 5-4 muestra para el mes de febrero un requerimiento del cultivo de 16.4 mm, una precipitación efectiva de 53.6 mm lo que da un exceso de 37.2 mm debido principalmente a que en este mes el cultivo se encuentra en su etapa inicial, para el mes de marzo hubo un requerimiento del cultivo de 41 mm y una precipitación efectiva de 44.5 mm lo que da un exceso de 3.5 mm, en este mes la demanda comienza a incrementarse, existe menor exceso de agua que en el mes de febrero debido a que el cultivo continúa en etapa inicial la cual corresponde a la aparición de la tercera hoja, durante el mes de abril existe un requerimiento del cultivo de 89.1 mm, una precipitación efectiva de 40.5 mm teniendo un déficit de 48.6 mm, existe ya un déficit hídrico en esta etapa debido a que el cultivo ha pasado a la etapa de desarrollo y las precipitaciones de la zona no son suficientes para cubrir las necesidades hídricas de la planta, los macollos empiezan a desarrollarse por lo que el trigo demanda de más cantidad de agua que en la etapa inicial, información que concuerda con el estudio realizado por (Maldonado I. , 2014) quien indica que el consumo de agua en la productividad de trigo se incrementa al empezar la fase de desarrollo y es donde se debería empezar a complementar la oferta hídrica natural con riego tecnificado para subir los rendimientos. Para el mes de mayo existió un requerimiento del cultivo de 118.3 mm, una precipitación efectiva de 66.1 mm dando un déficit de 52.2 mm, mientras el cultivo pasa del estado de macollo al estado de encañado y posterior formación de la espiga, en este estado es cuando el trigo llega a su máximo requerimiento hídrico, para el mes de junio hubo un

requerimiento del cultivo de 114.1 mm y una precipitación efectiva de 7.7 mm dando un déficit de 106.4 mm, esta etapa viene a ser fundamental dentro de la parte productiva debido a que corresponde a la etapa de mediados de temporada donde se desarrollan las flores y empieza el llenado de los granos, la demanda hídrica es similar con respecto al mes de mayo pero el déficit viene a ser el mayor de todo el ciclo de cultivo, información que concuerda con lo descrito por (Salinas & Giubergia , 2015) quienes afirman que desde la formación de la espiga hasta el llenado de granos es la etapa donde más agua demanda el cultivo de trigo y de esta dependerá la calidad de la producción, para el mes de julio existió un requerimiento del cultivo de 89.7 mm y una precipitación efectiva de 4.6 mm dando un déficit de 85.1 mm, debido a que el cultivo de trigo entra en su última etapa que es el final de temporada, la demanda disminuye con respecto al mes de junio por motivo que fisiológicamente la planta se encuentra en el estado de maduración lechosa y maduración pastosa, cada vez el grano de trigo irá tomando la dureza característica de este cereal por lo que disminuirá la demanda conforme se vaya acercando a la etapa final que será en el mes de agosto donde existe un requerimiento del cultivo de 12 mm y una precipitación efectiva de 1.6 mm, dando un déficit de 10.4 mm, al llegar la planta a su madurez fisiológica la demanda hídrica es mucho menor que en otros estados ya que el trigo pasará a maduración córnea donde se encontrará listo para ser cosechado, información que concuerda con (Morábito & Saltiano, 2015) quienes manifiestan que las etapas donde el cultivo requiere menos agua son en la inicial y en la final de temporada debido a las características fisiológicas del trigo. Como resumen del año 2014 existió un requerimiento del cultivo de trigo de 480.6 mm, una precipitación efectiva de 218.6 mm, lo que da un déficit de 262 mm.

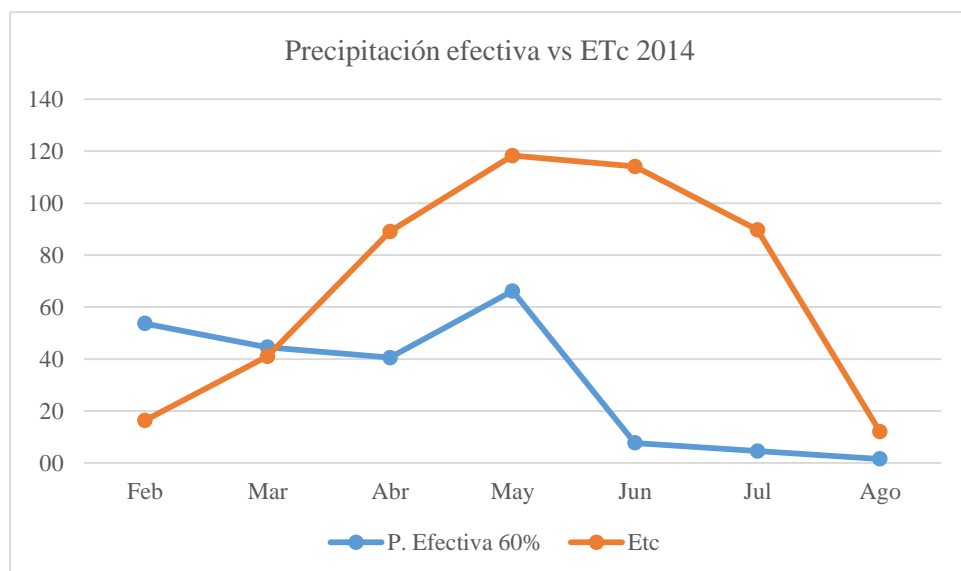


Gráfico 32-4. Balance hídrico en el año 2014.
Fuente: Estaciones meteorológicas en estudio - CROPWAT.
Elaboración: Fabián Cerón.

En el gráfico 32-4 correspondiente al balance hídrico en el año 2014, se observa que únicamente en los meses de febrero y marzo se cubrió la demanda de agua del cultivo, debido a que en las etapas iniciales la planta se encuentra empezando su desarrollo fisiológico, además se puede indicar que al existir un exceso de agua en estos meses, existe una mala distribución de este recurso ya que la etapa donde más demanda el trigo es en la etapa de desarrollo del cultivo, concordando así con (Maldonado I. , 2014) quien manifiesta que la etapa donde más demanda hídrica existe es en la etapa de desarrollo del cultivo, se nota a nivel general que a excepción de los meses de febrero y marzo, en los demás meses del ciclo productivo existieron requerimientos altos y ofertas bajas, es así que para el año 2014 existió una demanda total de 262 mm para cumplir con las necesidades o requerimientos del cultivo de trigo. Las alteraciones climáticas se indican en el gráfico 5-4 comportamiento de la precipitación mensual 2010-2016 y en gráfico 15-4 climograma de la parroquia de Sevilla 2014, donde se analiza el comportamiento de la precipitación en la zona en estudio, en el análisis de las alteraciones y diferencias de la precipitación se nota que existen variaciones marcadas entre años y meses corroborando la existencia del cambio climático en la zona y sus efectos se ven reflejados en la productividad de los cultivos, concordando con (Lehmann, 2017) en su investigación acerca de los efectos en la disminución de las precipitaciones y aumento de sequías. En comparación con el año 2010 y 2011 se nota que existe una disminución en las precipitaciones de todo el año, presentando ofertas más bajas, corroborando así con la investigación realizada por (Altieri & Nicholls, 2015) quienes afirman que las precipitaciones a través de los años han sido afectadas principalmente por el cambio climático existente, con comportamientos impredecibles y una disminución de hasta el 50% de las mismas, en comparación con los años 2012 y 2013 existe un aumento en las precipitaciones y cabe indicar que el mes de mayo del año 2014 es el mes donde más oferta hídrica existió de todos los meses de mayo en estudio, detalle que indica que existieron precipitaciones en un mes que por lo general tiende a ser seco.

Tabla 6-4. Balance hídrico en el año 2015.

2015	Precipitación mm	Precipitación efectiva 60%	ETc	Déficit	Exceso
Febrero	106.3	63.8	15.5	0.0	48.3
Marzo	144.1	86.5	39.3	0.0	47.2
Abril	72.4	43.4	88.5	45.1	0.0
Mayo	80.6	48.4	117.3	68.9	0.0
Junio	30.9	18.5	110.4	91.9	0.0
Julio	17.0	10.2	84.7	74.5	0.0
Agosto	1.9	1.1	11.7	10.6	0.0
Total		271.9	467.4	195.5	

Fuente: Estaciones meteorológicas en estudio - CROPWAT.
Elaboración: Fabián Cerón.

Para el estudio del balance hídrico del año 2015 en el cultivo de trigo de la parroquia de Sevilla, se tomó de referencia el estudio de (Yzarra & Lopez, 2016) los cuales indican los diferentes estados fenológicos del cultivo de trigo, y a (FAO, 2012) quienes indican las diferentes etapas del coeficiente del cultivo K_c en el trigo, es así que la tabla 6-4 muestra para el mes de febrero un requerimiento del cultivo de 15.5 mm, una precipitación efectiva de 63.8 mm lo que da un exceso de 48.3 mm debido principalmente a que en este mes el cultivo se encuentra en su etapa inicial que es la emergencia de las plantas en el suelo por lo que la demanda de agua es mínima, para el mes de marzo existe un requerimiento del cultivo de 39.3 mm y una precipitación efectiva de 86.5 mm lo que da un exceso de 47.2 mm, en este mes la demanda comienza a incrementarse, existe menor exceso de agua que en el mes de febrero debido a que el cultivo continúa en etapa inicial la cual corresponde a la aparición de la tercera hoja, durante el mes de abril muestra un requerimiento del cultivo de 88.5 mm, una precipitación efectiva de 43.4 mm teniendo un déficit de 45.1 mm, existe ya un déficit hídrico en esta etapa debido a que el cultivo ha pasado a la etapa de desarrollo y las precipitaciones de la zona no son suficientes para cubrir las necesidades hídricas de la planta, los macollos empiezan a desarrollarse por lo que el trigo demanda de más cantidad de agua que en la etapa inicial, información que concuerda con el estudio realizado por (Maldonado I. , 2014) quien indica que el consumo de agua en la productividad de trigo se incrementa al empezar la fase de desarrollo y es donde se debería empezar a complementar la oferta hídrica natural con riego tecnificado para subir los rendimientos.

Para el mes de mayo existe un requerimiento del cultivo de 117.3 mm, una precipitación efectiva de 48.4 mm dando un déficit de 68.9 mm, mientras el cultivo pasa del estado de macollo al estado de encañado y posterior formación de la espiga la demanda de agua se incrementa para poder cubrir las necesidades fisiológicas de la planta, en este estado es cuando el trigo llega a su máximo requerimiento hídrico, para el mes de junio existió un requerimiento del cultivo de 110.4 mm y una precipitación efectiva de 18.5 mm dando un déficit de 91.9 mm, esta etapa viene a ser fundamental dentro de la parte productiva debido a que corresponde a la etapa de mediados de temporada donde se desarrollan las flores y empieza el llenado de los granos, la demanda hídrica es similar con respecto al mes de mayo pero el déficit viene a ser el mayor de todo el ciclo de cultivo, información que concuerda con lo descrito por (Salinas & Giubergia , 2015) quienes afirman que desde la formación de la espiga hasta el llenado de granos es la etapa donde más agua demanda el cultivo de trigo y de esta dependerá la calidad de la producción, para el mes de julio hubo un requerimiento del cultivo de 84.7 mm y una precipitación efectiva de 10.2 mm dando un déficit de 74.5 mm, debido a que el cultivo de trigo entra en su última etapa que es el final de temporada, la demanda disminuye con respecto al mes de junio por motivo que fisiológicamente la planta se encuentra en el estado de maduración

lechosa y maduración pastosa, cada vez el grano de trigo irá tomando la dureza característica de este cereal por lo que disminuirá la demanda conforme se vaya acercando a la etapa final. La etapa final se da en el mes de agosto donde existió un requerimiento del cultivo de 11.7 mm y una precipitación efectiva de 1.1 mm, dando un déficit de 10.6 mm, al llegar la planta a su madurez fisiológica la demanda hídrica es mucho menor que en otros estados ya que el trigo pasará a maduración córnea donde se encontrará listo para ser cosechado, información que concuerda con (Morábito & Saltiano, 2015) quienes manifiestan que las etapas donde el cultivo requiere menos agua son en la inicial y en la final de temporada debido a las características fisiológicas del trigo.

Como resumen del año 2015 existió un requerimiento del cultivo de trigo de 467.4 mm, una precipitación efectiva de 271.9 mm, lo que da un déficit de 195.5 mm.

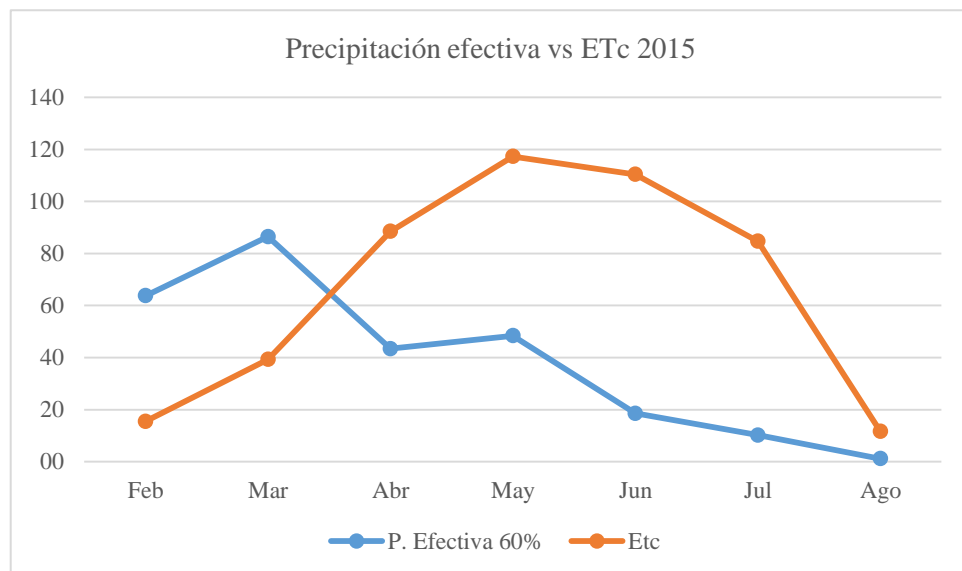


Gráfico 33-4. Balance hídrico en el año 2015.

Fuente: Estaciones meteorológicas en estudio - CROPWAT.

Elaboración: Fabián Cerón.

En el gráfico 33-4 correspondiente al balance hídrico en el año 2015, se observa que únicamente en los meses de febrero y marzo se cubrió la demanda de agua del cultivo, debido a que en las etapas iniciales la planta se encuentra empezando su desarrollo fisiológico, además se puede indicar que al existir un exceso de agua en estos meses, existe una mala distribución de este recurso ya que la etapa donde más demanda el trigo es en la etapa de desarrollo del cultivo lo que repercute directamente en la productividad, concordando así con (Maldonado I. , 2014) quien manifiesta que la etapa donde más demanda hídrica existe es en la etapa de desarrollo del cultivo, se nota a nivel general que a excepción de los meses de febrero y marzo, en los demás meses del ciclo productivo existieron requerimientos altos y ofertas bajas, es así que para el año 2015 existió una demanda total de 195.5 mm para cumplir con las necesidades o requerimientos

del cultivo de trigo. Cabe indicar que en base a las encuestas realizadas a los agricultores de la parroquia de Sevilla manifestaron su preocupación por el descenso de la productividad del cultivo de trigo año tras año debido a las alteraciones climáticas existentes, particular que se manifiesta en el gráfico 5-4 comportamiento de la precipitación mensual 2010-2016 y en gráfico 16-4 climograma de la parroquia de Sevilla 2015, donde se analiza el comportamiento de la precipitación en la zona en estudio, en el análisis de las alteraciones y diferencias de la precipitación se nota que existen variaciones marcadas entre años y meses corroborando la existencia del cambio climático en la zona y sus efectos se ven reflejados en la productividad de los cultivos, análisis que concuerda con lo que indica (Lehmann, 2017) en su investigación acerca del efecto del cambio climático y sus efectos en la disminución de las precipitaciones y aumento de sequías.

En comparación con el año 2010 se nota que fue un año muy similar en su comportamiento llegando por poco a igualar los valores de la oferta hídrica con respecto a los demás años en estudio, se nota que el año 2015 tuvo mayores precipitaciones llegando a ser el segundo año con mayores ofertas hídricas del estudio, corroborando así con la investigación realizada por (Altieri & Nicholls, 2015) quienes afirman que las precipitaciones a través de los años han sido afectadas principalmente por el cambio climático existente, con comportamientos impredecibles y una disminución de hasta el 50% de las mismas, se puede observar que desde el año 2010 hasta el año 2015 vuelve a existir una oferta mayor con respecto a las precipitaciones, a diferencia del resto de años que tienden a ser más secos.

Tabla 7-4. Balance hídrico en el año 2016.

2016	Precipitación mm	Precipitación efectiva 60%	ETc	Déficit	Exceso
Febrero	86.8	52.1	16.4	0.0	35.7
Marzo	76.7	46.0	40.8	0.0	5.2
Abril	69.2	41.5	87.9	46.4	0.0
Mayo	55.4	33.2	117.4	84.2	0.0
Junio	27.4	16.5	114.1	97.6	0.0
Julio	9.1	5.4	85.5	80.1	0.0
Agosto	3.1	1.9	11.8	9.9	0.0
Total		196.6	473.9	277.3	

Fuente: Estaciones meteorológicas en estudio - CROPWAT.
Elaboración: Fabián Cerón.

Para el estudio del balance hídrico del año 2016 en el cultivo de trigo de la parroquia de Sevilla, se tomó de referencia el estudio de (Yzarra & Lopez, 2016) los cuales indican los diferentes estados fenológicos del cultivo de trigo, y a (FAO, 2012) quienes indican las diferentes etapas del coeficiente del cultivo Kc en el trigo, es así que la tabla 7-4 muestra para el mes de febrero un

requerimiento del cultivo de 16.4 mm, una precipitación efectiva de 52.1 mm lo que da un exceso de 37.5 mm debido principalmente a que en este mes el cultivo se encuentra en su etapa inicial que es la emergencia de las plantas en el suelo por lo que la demanda de agua es mínima, para el mes de marzo existe un requerimiento del cultivo de 40.8 mm y una precipitación efectiva de 46 mm lo que da un exceso de 5.2 mm, en este mes la demanda comienza a incrementarse, existe menor exceso de agua que en el mes de febrero debido a que el cultivo continúa en etapa inicial la cual corresponde a la aparición de la tercera hoja, durante el mes de abril existe un requerimiento del cultivo de 87.9 mm, una precipitación efectiva de 41.5 mm teniendo un déficit de 46.4 mm, existe ya un déficit hídrico en esta etapa debido a que el cultivo ha pasado a la etapa de desarrollo y las precipitaciones de la zona no son suficientes para cubrir las necesidades hídricas de la planta, información que concuerda con el estudio realizado por (Maldonado I. , 2014) quien indica que el consumo de agua en la productividad de trigo se incrementa al empezar la fase de desarrollo y es donde se debería empezar a complementar la oferta hídrica natural con riego tecnificado para subir los rendimientos, para el mes de mayo se muestra un requerimiento del cultivo de 117.4 mm, una precipitación efectiva de 33.2 mm dando un déficit de 84.2 mm, en este estado es cuando el trigo llega a su máximo requerimiento hídrico, para el mes de junio existe un requerimiento del cultivo de 114.1 mm, una precipitación efectiva de 16.5 mm dando un déficit de 97.6 mm, esta etapa viene a ser fundamental dentro de la parte productiva debido a que corresponde a la etapa de mediados de temporada donde se desarrollan las flores y empieza el llenado de los granos, el déficit viene a ser el mayor de todo el ciclo de cultivo, información que concuerda con lo descrito por (Salinas & Giubergia , 2015) quienes afirman que desde la formación de la espiga hasta el llenado de granos es la etapa donde más agua demanda el cultivo de trigo y de esta dependerá la calidad de la producción, para el mes de julio hay un requerimiento del cultivo de 85.5 mm y una precipitación efectiva de 5.4 mm dando un déficit de 80.1 mm, debido a que el cultivo de trigo entra en su última etapa que es el final de temporada, la demanda disminuye con respecto al mes de junio por que fisiológicamente la planta se encuentra en el estado de maduración lechosa y pastosa, cada vez el grano de trigo irá tomando la dureza característica por lo que disminuirá la demanda en el mes de agosto donde se observa un requerimiento del cultivo de 11.8 mm y una precipitación efectiva de 1.9 mm, dando un déficit de 9.9 mm, al llegar la planta a su madurez fisiológica la demanda hídrica es mucho menor que en otros estados ya que el trigo pasará a maduración córnea donde se encontrará listo para ser cosechado, información que concuerda con (Morábito & Saltiano, 2015) quienes manifiestan que las etapas donde el cultivo requiere menos agua son en la inicial y final de temporada debido a las características fisiológicas del trigo. Como resumen del año 2016 existió un requerimiento del cultivo de trigo de 473.9 mm, una precipitación efectiva de 196.6 mm, lo que da un déficit de 277.3 mm.

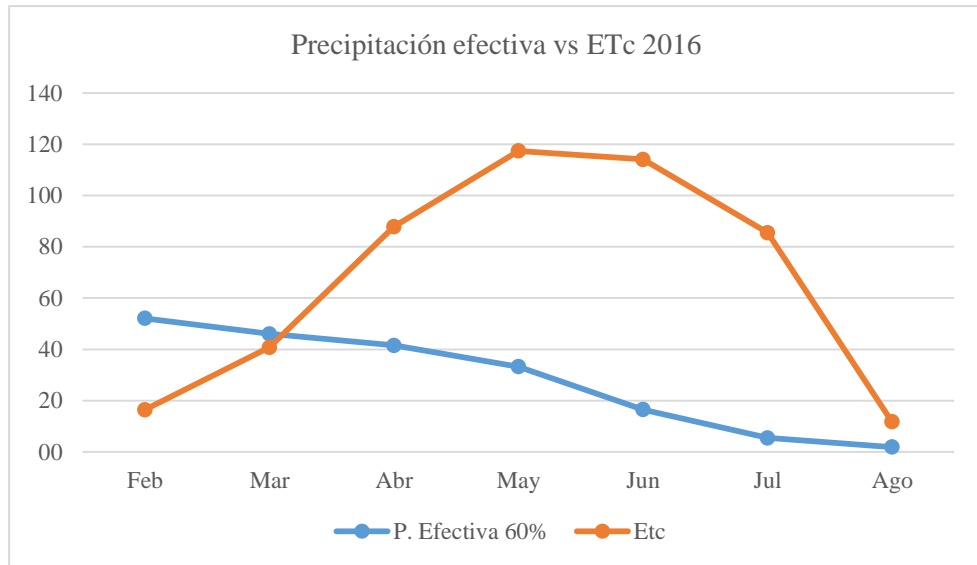


Gráfico 34-4. Balance hídrico en el año 2016.

Fuente: Estaciones meteorológicas en estudio - CROPWAT.

Elaboración: Fabián Cerón.

En el gráfico 34-4 correspondiente al balance hídrico en el año 2016, se observa que únicamente en los meses de febrero y marzo se cubrió la demanda de agua del cultivo, debido a que en las etapas iniciales la planta se encuentra empezando su desarrollo fisiológico, además se puede indicar que al existir un exceso de agua en estos meses, existe una mala distribución de este recurso ya que la etapa donde más demanda el trigo es en la etapa de desarrollo del cultivo lo que repercute directamente en la productividad, concordando así con (Maldonado I. , 2014) quien manifiesta que la etapa donde más demanda hídrica existe es en la etapa de desarrollo del cultivo, se nota a nivel general que a excepción de los meses de febrero y marzo, en los demás meses del ciclo productivo existieron requerimientos altos y ofertas bajas, es así que para el año 2016 existió una demanda total de 277.3 mm para cumplir con las necesidades o requerimientos del cultivo de trigo. Cabe indicar que en base a las encuestas realizadas a los agricultores de la parroquia de Sevilla manifestaron su preocupación por el descenso de la productividad del cultivo de trigo año tras año debido a las alteraciones climáticas existentes, particular que se indica en el gráfico 5-4 comportamiento de la precipitación mensual 2010-2016 y en gráfico 17-4 climograma de la parroquia de Sevilla 2016, donde se analiza el comportamiento de la precipitación en la zona en estudio, en el análisis de las alteraciones y diferencias de la precipitación se nota que existen variaciones marcadas entre años y meses corroborando la existencia del cambio climático en la zona y sus efectos se ven reflejados en la productividad de los cultivos, análisis que concuerda con lo que indica (Lehmann, 2017) en su investigación acerca del efecto del cambio climático y sus efectos en la disminución de las precipitaciones y aumento de sequías. Durante los años de estudio comparando con el año 2012 se nota que fue un año muy similar con respecto a la oferta hídrica, este año en particular se puede considerar como un

año seco debido a que únicamente es superior al año 2013 en la cantidad de las precipitaciones, en los demás años de estudio como son el 2010, 2011, 2012, 2014 y 2015 existió más oferta hídrica corroborando así con la investigación realizada por (Altieri & Nicholls, 2015) quienes afirman que las precipitaciones a través de los años han sido afectadas principalmente por el cambio climático existente, con comportamientos impredecibles y una disminución de hasta el 50% de las mismas, se nota que existe una variación muy marcada entre el año anterior 2015 y el año 2016, ya que de tener un año con altas precipitaciones para la zona, pasa a haber un año con bajas precipitaciones, marcándose de esta forma el efecto del cambio climático.

Tabla 8-4. Balance hídrico período 2010 - 2016.

Años	P. Efectiva 60%	ETc	Déficit
2010.0	298.9	459.4	160.5
2011.0	220.6	529.5	308.9
2012.0	198.3	466.6	268.3
2013.0	101.9	482.4	380.5
2014.0	218.6	480.6	262.0
2015.0	271.9	467.4	195.5
2016.0	196.6	473.9	277.3
Suma	1506.9	3359.8	1852.9
Promedio	215.3	480.0	264.7

Fuente: Estaciones meteorológicas en estudio - CROPWAT.
Elaboración: Fabián Cerón.

En la tabla 8-4 correspondiente al balance hídrico durante el período 2010 – 2016, indica con respecto a la oferta hídrica que el año donde existió mayor oferta fue el 2010 lo cual concuerda con (Arreaga & Parra, 2018) en su estudio del comportamiento histórico de precipitaciones en la ciudad de Quito, a diferencia del año 2013 el cual presentó la menor oferta de todo el período de estudio, con respecto al comportamiento de las curvas de la oferta hídrica se indica que fueron similares en precipitación los años 2010 y 2015, mostrando un nivel alto de lluvias en comparación con los demás años, con precipitaciones marcadas desde el mes de febrero hasta el mes de mayo para posterior a esto existir un descenso de las lluvias, los años 2011 y 2012 fueron similares al mostrar un descenso de lluvias en el mes de marzo para después de esto existir un incremento en el mes de abril, posterior a esto existe un descenso de las precipitaciones, los años más secos del estudio fueron el 2013 y 2016 mostrando un nivel bajo de precipitaciones con un comportamiento irregular. No se puede establecer un patrón definido de un comportamiento que se repite en cada año de estudio, se afirma que los efectos del cambio climático son impredecibles año tras año con respecto a las precipitaciones concordando de esta manera lo descrito por (Altieri & Nicholls, 2015) en su estudio del comportamiento de las lluvias bajo efecto del cambio climático. La demanda del cultivo o ETc indica valores similares

en todos los años de investigación debido a que el comportamiento fisiológico del trigo es característico para la variedad Vivar según lo expuesto por (Ponce & Garófalo, 2012) tomando en cuenta además que es la variedad que se sembró por todo el tiempo de estudio en la parroquia de Sevilla. Con respecto al déficit hídrico en cada año de estudio, existe una relación directa con la precipitación efectiva, es así que el año que menor precipitación efectiva tuvo fue el 2013 dando como resultado que sea el año donde mayor déficit hídrico existió, al contrario de esta situación, el año donde mayor precipitación efectiva hubo fue el 2010 siendo también el año donde existió el menor déficit hídrico. Durante el período de estudio desde el año 2010 hasta el año 2016 existió un requerimiento del cultivo de 3359.8 mm, una precipitación efectiva de 1506.9 mm, lo que da un déficit total de 1852.9 mm, cabe indicar que del 100% de agua requerida por el cultivo únicamente fue satisfecha la demanda en un 44.9%, se indica además que durante los 7 años de estudio en la parroquia de Sevilla, existe una media de precipitación efectiva de 215.3 mm, una media de la ETc de 480 mm y una media en el déficit de 264.7 mm, lo que denota que la zona en estudio pese a ser nombrada como una de las mejores productoras de cereales no satisface la demanda hídrica del cultivo de trigo, en gran medida principalmente por los efectos del cambio climático que se han venido manifestando año tras año con la reducción de las lluvias y la incertidumbre de no conocer qué año será seco y cual no, situación acorde a lo manifestado por (Altieri & Nicholls, 2015) quienes afirman que las precipitaciones a través de los años han sido afectadas principalmente por el cambio climático existente, con comportamientos impredecibles y una disminución de ofertas.

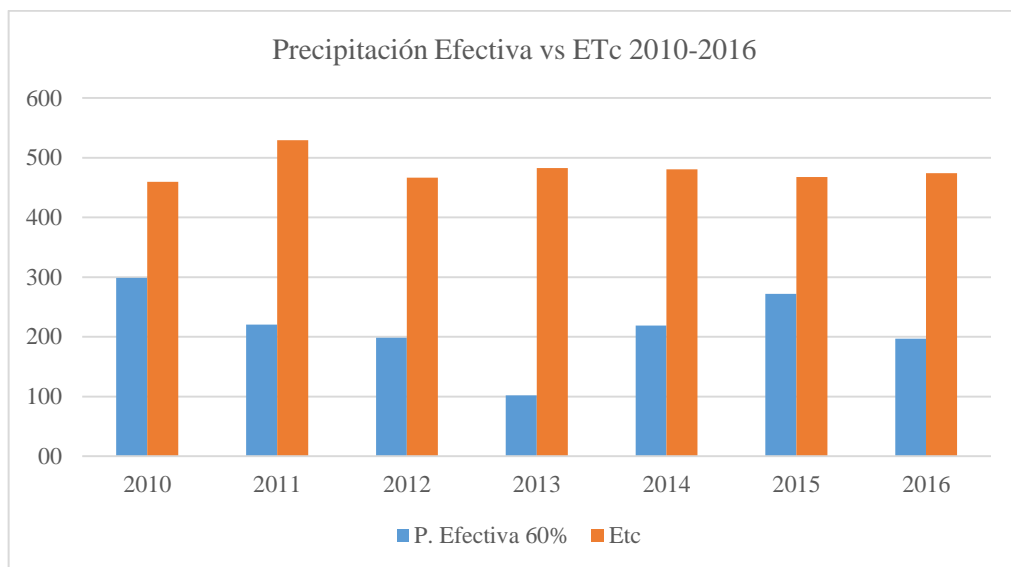


Gráfico 35-4. Balance hídrico período 2010 - 2016.

Fuente: Estaciones meteorológicas en estudio - CROPWAT.

Elaboración: Fabián Cerón.

En el gráfico 35-4 correspondiente al balance hídrico durante el período 2010 – 2016, se observa en cada uno de los años la relación oferta – demanda con respecto al cultivo de trigo en la parroquia de Sevilla, donde se indica que durante los 7 años de estudio existió más demanda

que oferta, en ningún año se logró cubrir por completo las necesidades del cultivo, situación que se ve reflejada en la productividad la cual fue en descenso año tras año, dato que concuerda con lo indicado por (Fernandez, 2013) quien indica en su estudio que los rendimientos de muchos cultivos podrían disminuir significativamente como consecuencia, del estrés térmico e hídrico, es así que el año de mayor oferta fue el 2010 con 298.9 mm y el de menor oferta fue el año 2013 con 101.9 mm, además el año con mayor demanda fue el 2011 con 529.5 mm y el de menor demanda fue el año 2012 con 466.6 mm, en relación a la oferta vs demanda se indica que el año que mayor demanda tubo en relación con la oferta fue el año 2013 donde existió de sobre manera una deficiencia importante, y el año que menos variación tubo fue el año 2010 donde pese a existir déficit, se cubrió más la demanda en comparación con los demás años.

Tabla 9-4. Oferta hídrica vs productividad 2010 - 2016.

Años	P. Efectiva 60%	Productividad t/ha/año
2010	298.9	2.46
2011	220.6	2.45
2012	198.3	2.39
2013	101.9	2.10
2014	218.6	1.50
2015	271.9	1.50
2016	196.6	1.43

Fuente: Estaciones meteorológicas en estudio - CROPWAT.
Elaboración: Fabián Cerón.

En la tabla 9-4 oferta hídrica vs productividad durante el período 2010 – 2016 indica que la productividad de trigo sufre un descenso muy significativo en cada año hasta llegar en los 7 años de estudio a disminuirse en un 41.8% concordando así con lo que afirma (Ortiz, 2012) en su estudio de los efectos del cambio climático en la agricultura, donde indica que la producción de trigo se verá disminuida en los próximos años debido al cambio climático, por lo que una de las estrategias será incrementar el área de siembra de los países que se vean más afectados, esta situación afecta principalmente a la economía de los productores trigueros de la parroquia de Sevilla quienes tienen en este cultivo uno de sus principales ingresos económicos.

Con respecto a las precipitaciones se observa además que en comparación del año más lluvioso que fue el 2010 con el año más seco que fue el 2013 existió una disminución del 65.9% en las precipitaciones, no se puede afirmar que existe un patrón regular de lluvias por lo que se considera que los efectos del cambio climático tienen su incidencia en esta variable debido a que todos los años son irregulares y existen diferencias muy grandes en sus valores, información que concuerda con (Altieri & Nicholls, 2015) quienes afirman que uno de los efectos del cambio climático es la disminución de las ofertas y las lluvias tendrán comportamientos impredecibles.

La problemática del cambio climático afirma en su estudio (Fernandez, 2013) que los rendimientos de muchos cultivos, podrían disminuir significativamente como consecuencia, del estrés térmico e hídrico, del acortamiento de la estación de crecimiento y del incremento de plagas y enfermedades.

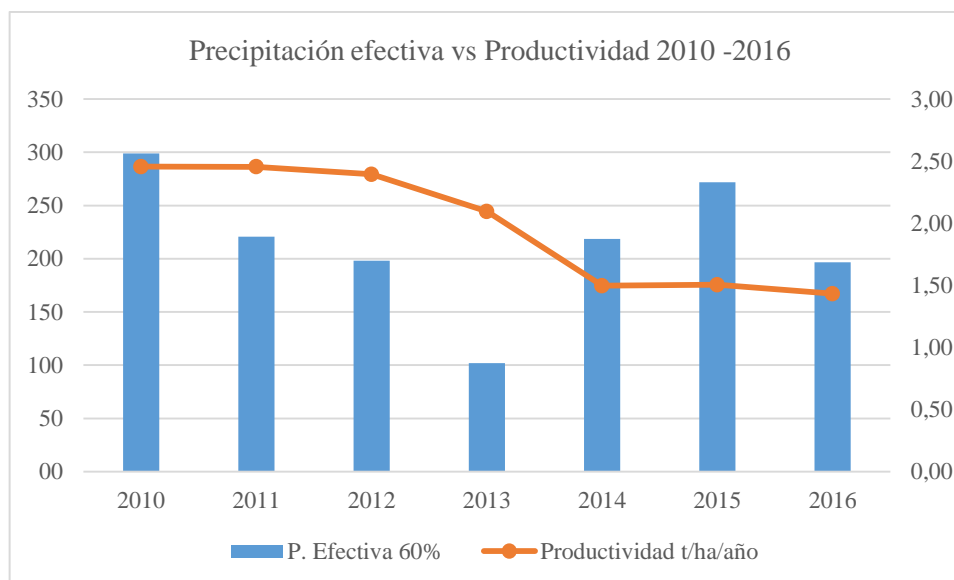


Gráfico 36-4. Oferta hídrica vs productividad 2010 - 2016.

Fuente: Estaciones meteorológicas en estudio - CROPWAT.

Elaboración: Fabián Cerón.

En el gráfico 36-4 oferta hídrica vs productividad período 2010 – 2016, indica que en todos los años de estudio la oferta hídrica no fue suficiente para mantener la productividad ya que esta se ve afectada y disminuye año tras año, es así que el año 2010 es el de mayor oferta con 298.9 mm y el año 2013 es el de menor oferta con 101.9 mm, indica un comportamiento irregular con tendencia a la disminución año tras año de las precipitaciones en la zona, información que concuerda con lo descrito por (Altieri & Nicholls, 2015) quienes afirman que uno de los efectos del cambio climático es la disminución de las ofertas y las lluvias tendrán comportamientos impredecibles. Con respecto a la productividad, se muestra que el año de mayor productividad fue el 2010 con 232.1 t y el año de menor productividad fue el 2016 con 122.5 t, se nota un descenso paulatino de la productividad en cada año, desde el primero hasta el último.

Tabla 10-4. Demanda (ETc) vs productividad 2010 - 2016.

Años	ETc	Productividad t/ha/año
2010	459.4	2.46
2011	529.5	2.45
2012	466.6	2.39
2013	482.4	2.10
2014	480.6	1.50
2015	467.4	1.50
2016	473.9	1.43

Fuente: Estaciones meteorológicas en estudio - CROPWAT.
Elaboración: Fabián Cerón.

Para la interpretación y análisis de la tabla 10-4 demanda (ETc) vs Productividad período 2010 – 2016 se toma como referencia al libro 56 de (FAO, 2012) quienes indican que el cálculo de la ETc se lo realiza bajo condiciones estándar, las mismas se refieren a la evapotranspiración de un cultivo que se desarrolla libre de enfermedades, con buena fertilización, que crece en un campo extenso bajo condiciones óptimas de humedad en el suelo y el cual alcanza su producción total bajo ciertas condiciones climáticas, es así que los requerimientos del cultivo de trigo en la parroquia de Sevilla llega a un promedio en los 7 años de estudio de 480 mm dentro de los 175 días que dura el estado fenológico del trigo variedad Vivar, se nota una paridad en los datos de los años 2010, 2012, 2013, 2014, 2015 y 2016 ya que los valores de la ETc son similares en todos estos años, debido a que las condiciones climáticas de evaporación de estos años son similares en su comportamiento, como se muestra en el gráfico 18-4 relación mensual evaporación vs productividad durante el período 2010 al 2016 en la parroquia de Sevilla, pero en el año 2011 existe un valor de la ETc que no concuerda con el resto de años por ser más alto, debido principalmente a que en este año existieron dos meses, marzo y mayo donde hubieron subidas significativas de la evaporación lo que incidió en la ETc del año 2011, información que concuerda con (Vargas, 2009) quien indica que uno de los efectos del cambio climático es la subida de la temperatura media y por ende la alteración en los demás elementos climáticos como evaporación y precipitación.

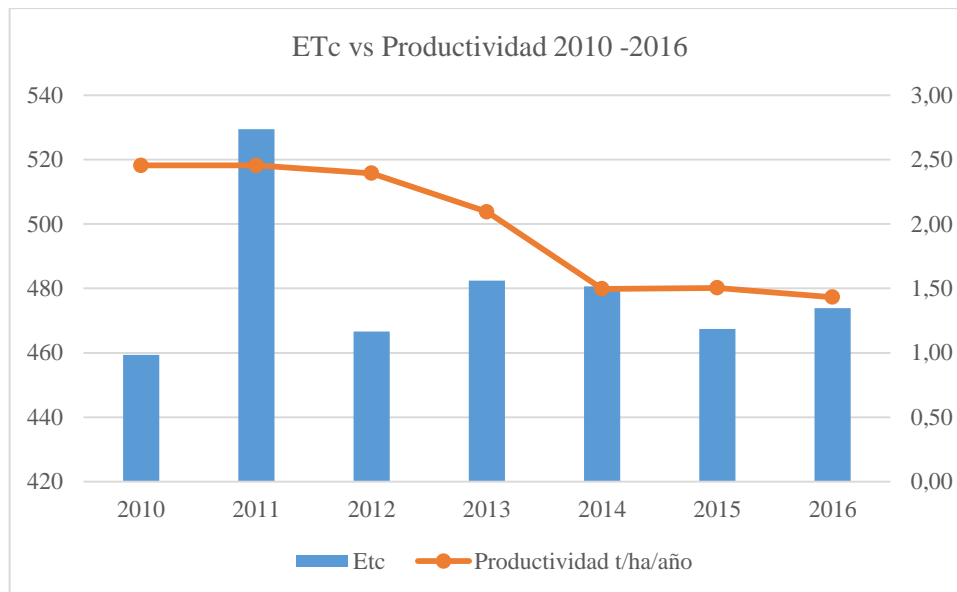


Gráfico 37-4. Demanda (ETc) vs productividad período 2010 - 2016.

Fuente: Estaciones meteorológicas en estudio - CROPWAT.

Elaboración: Fabián Cerón.

En el gráfico 37-4 demanda (ETc) vs productividad período 2010 – 2016 indica a nivel general que en todos los años hubo un déficit hídrico para el cultivo de trigo, dato marcado en el descenso paulatino de la productividad año tras año, es así que para la demanda (ETc) el año de mayor demanda fue el 2011 con un valor de 529.5 mm y el año que menor demanda hubo fue el 2012 con 459.4 mm.

A nivel general se observa que el comportamiento de la ETc en el transcurso de los años es irregular con una leve tendencia al incremento si tomamos en cuenta el año inicial y el año final de la investigación, con respecto a la productividad indica que el año de mayor productividad fue el 2010 con 232.1 t y el año de menor productividad fue el 2016 con 122.5 t, se nota un descenso paulatino de la productividad en cada año, desde el primero hasta el último, dato que corrobora la investigación realizada por (Fernandez, 2013) quien indica que los rendimientos de muchos cultivos, podrían disminuir significativamente como consecuencia, del estrés térmico e hídrico, del acortamiento de la estación de crecimiento y del incremento de plagas y enfermedades.

Tabla 11-4. Oferta vs ETc vs Productividad.

Años	P. Efectiva 60%	ETc	Productividad t/ha/año
2010	298.9	459.4	2.46
2011	220.6	529.5	2.45
2012	198.3	466.6	2.39
2013	101.9	482.4	2.10
2014	218.6	480.6	1.50
2015	271.9	467.4	1.50
2016	196.6	473.9	1.43

Fuente: Estaciones meteorológicas en estudio - CROPWAT.
Elaboración: Fabián Cerón.

Para la discusión de la tabla 11-4 oferta vs ETc vs Productividad se tomó como referencia lo descrito por el libro 56 de (FAO, 2012) quienes indican que el cálculo de la ETc se lo realiza bajo condiciones estándar, y lo relacionaremos con las ofertas de cada año y con la productividad obtenida durante los 7 años de estudio, particularmente se nota que en todos los años la productividad desciende desde el año 2010 hasta el año 2016, concordando así con lo que afirma (Ortiz, 2012) en su estudio de los efectos del cambio climático en la agricultura, donde indica que la producción de trigo se verá disminuida debido al cambio climático, pero esta variable no guarda una relación estrecha con la precipitación debido a que esta tiene un comportamiento irregular durante los 7 años de estudio, corroborando así con (Altieri & Nicholls, 2015) quienes afirman que uno de los efectos del cambio climático es la disminución de las ofertas y las lluvias tendrán comportamientos impredecibles.

Se nota de manera particular que el año más lluvioso fue el año 2010 que concuerda con el año de mayor productividad también, pero el año menos lluvioso fue el 2013 el cual no concuerda con el año menos productivo que fue el 2016, de la misma forma la productividad no guarda una relación estrecha con la ETc debido a que el año donde más producción hubo fue el 2010 pero el año donde mayor demanda existió fue el año 2011, el año que menos produjo fue el 2016 y el año donde menos demanda existió fue el 2010.

Se afirma que la productividad guarda una relación directa con la precipitación y la ETc pero se debe tomar en cuenta en este estudio que existen otros factores que pueden incidir más directamente en la productividad, lo que concuerda con (Dixon & Gulliver, 2014) en su estudio acerca de los factores generales, bióticos y abióticos que inciden en la productividad de los cultivos.

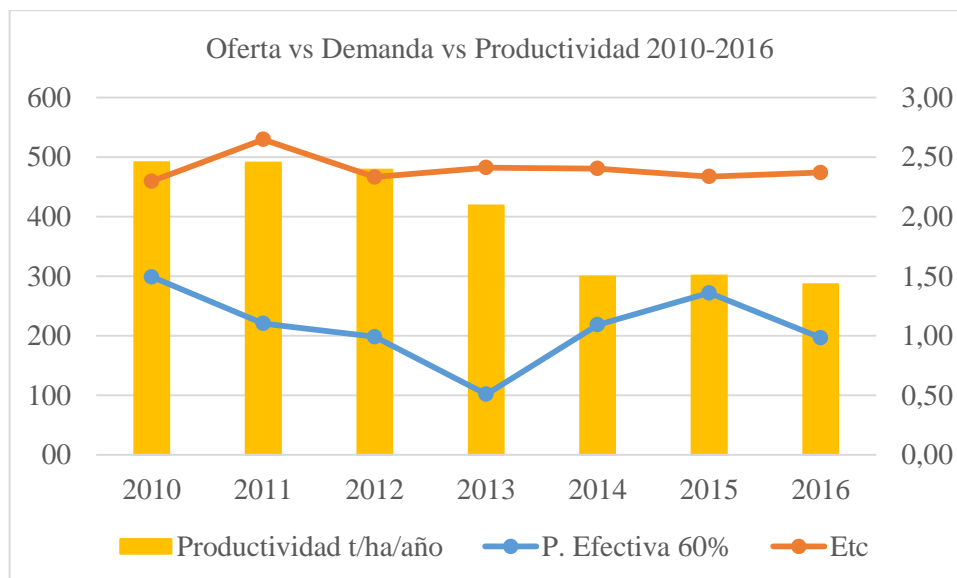


Gráfico 38-4. Oferta vs Demanda ETC vs Productividad.

Fuente: Estaciones meteorológicas en estudio - CROPWAT.

Elaboración: Fabián Cerón.

En el gráfico 38-4 oferta vs Demanda ETC vs Productividad, indica que en todos los años de estudio la demanda hídrica superó a la oferta, siendo el año de mayor oferta el 2010 y el de menor oferta el 2013, además muestra que la productividad tuvo un descenso significativo año tras año desde el año 2010 hasta el 2016, información acorde a lo expuesto por (Ortiz, 2012) en su estudio de los efectos del cambio climático en la agricultura, donde indica que la producción de trigo se verá disminuida debido a las alteraciones del clima. La ETC tuvo un comportamiento regular en todos sus años a excepción del año 2011 donde existe un valor más alto en comparación a los demás años, citando a (Dixon & Gulliver, 2014) en su estudio acerca de los factores generales que inciden en la productividad de los cultivos, se indica que la productividad está sujeta a diferentes variables y factores de tipo bióticos y abióticos, por lo que no necesariamente dos factores pueden explicar el descenso de la productividad, pese a que guardan relación directa, sino que también se puede atribuir a otro tipo de incidencias externas.

Tabla 12-4. Kc vs Productividad período 2010 – 2016.

Kc	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Febrero	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Marzo	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Abril	0.77	0.77	0.78	0.77	0.79	0.78	0.77
Mayo	1.04	1.06	1.05	1.04	1.07	1.05	1.05
Junio	1.04	1.06	1.05	1.04	1.07	1.05	1.05
Julio	0.73	0.76	0.74	0.73	0.75	0.74	0.73
Agosto	0.36	0.38	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
Productividad t/ha/año	2.46	2.45	2.39	2.10	1.50	1.50	1.43

Fuente: CROPWAT – Encuestas productivas.

Elaboración: Fabián Cerón.

Para la interpretación y análisis de la tabla 12-4 Kc vs Productividad período 2010 – 2016, se toma de referencia para el análisis el libro 56 de (FAO, 2012) acerca de la evapotranspiración del cultivo, es así que para el mes de febrero durante el período 2010 – 2016 correspondiente a la etapa inicial se observa un valor de 0.30, dato que concuerda con lo que indica (FAO, 2012) y difiere con lo descrito por (CITRA, 2015) quien manifiesta que el Kc en la etapa inicial para el cultivo de trigo es de 0.35, cabe indicar que fenológicamente las etapas que corresponden al cultivo van desde la emergencia hasta la aparición de la tercera hoja (Yzarra & Lopez, 2016).

Para la etapa de desarrollo muestra un valor 0.77 para los años 2010, 2011, 2013, 2016, un valor de 0.78 para los años 2012 y 2015 y un valor de 0.79 para el año 2014, lo cual se aproxima a lo descrito por (CITRA, 2015) quien manifiesta que el Kc en la etapa de desarrollo para el cultivo de trigo es de 0.75 y difiere mínimamente a lo descrito por (FAO, 2012) quien manifiesta que el Kc en la etapa de desarrollo para el cultivo de trigo es de 0.41, en la etapa de desarrollo se considera fenológicamente al macollo, encañado y formación de la espiga (Yzarra & Lopez, 2016).

Para la etapa de mediados de temporada hubo un valor de 1.04 en los años 2010 y 2013, un valor de 1.05 para los años 2012, 2015 y 2016, un valor de 1.06 en el año 2011 y un valor de 1.07 para el año 2014, lo cual se aproxima a lo descrito por (FAO, 2012) quien manifiesta que el Kc en la etapa de mediados de temporada para el cultivo de trigo es de 1.15, dato que concuerda también con (Jaime, 2016) y también con (CITRA, 2015) quienes indican que el valor del Kc para esta etapa es de 1.15, en la etapa de mediados de temporada se considera fenológicamente a la floración, el inicio de llenado de granos y maduración lechosa (Yzarra & Lopez, 2016), en la etapa de final de temporada existió un valor de 0.36 para el año 2010, un valor de 0.37 para los años 2012, 2013, 2014, 2015 y 2016 y un valor de 0.38 para el año 2011, información que se aproxima a lo descrito por (CITRA, 2015) quien manifiesta que el Kc en la etapa de final de temporada para el cultivo de trigo es de 0.45, en la etapa de final de temporada se considera fenológicamente a la maduración pastosa y maduración córnea (Yzarra & Lopez, 2016).

Con respecto a la productividad se nota un descenso en cada año de estudio desde el 2010 al 2016, el Kc en todos los años de estudio tuvo un comportamiento similar dentro de la etapa inicial, etapa de desarrollo, etapa de mediados de temporada y etapa de finales de temporada, aunque varios de sus valores se aproximan a lo descrito como referencia por (FAO, 2012), (CITRA, 2015) y con (Jaime, 2016), se afirma que es debido a las distintas condiciones ambientales y climáticas de la zona de estudio que es la parroquia de Sevilla.

4.2.2. Huella Hídrica.

Tabla 13-4. Huella hídrica período 2010 – 2016.

Años	Producción Kg/ha	P. Efectiva l/ha	Huella hídrica l/kg
2010	2455.5	2989289.9	1217.4
2011	2454.5	2206078.8	898.8
2012	2393.9	1982503	828.1
2013	2095.1	1019201.5	486.5
2014	1497	2186091.6	1460.3
2015	1504.5	2719195.6	1807.4
2016	1432.2	1966436.2	1373
Promedio	-	-	1153

Fuente: CROPWAT – Encuestas productivas.
Elaboración: Fabián Cerón.

En la tabla 13-4 huella hídrica período 2010 – 2016, se observa año tras año la cantidad de agua en litros que se necesitó para la producción de 1 kg de grano seco de trigo, teniendo en promedio de los 7 años de investigación una huella hídrica de 1153 l/kg información que está acorde con lo descrito por (Sánchez J. S., 2009) quien indica que la huella hídrica del trigo en Argentina es de 1330 l/kg, cabe indicar que el año que menor huella hídrica presentó fue el 2013 con 486.5 l/kg y el año que mayor huella hídrica tuvo fue el año 2015 con 1807.4 l/kg información que está acorde a lo descrito por (CIAT, 2014) quienes indican que la huella hídrica del cultivo de trigo es de 1500 l/kg.

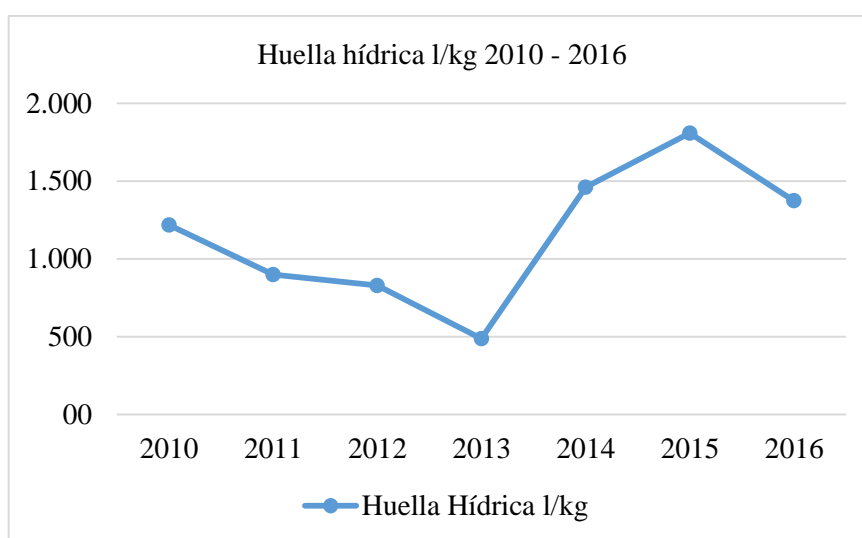


Gráfico 39-4. Huella hídrica período 2010 – 2016.

Fuente: CROPWAT – Encuestas productivas.
Elaboración: Fabián Cerón.

El gráfico 39-4 Huella hídrica período 2010 – 2016 muestra el comportamiento año tras año de la cantidad de agua requerida para la producción de 1 kg de trigo, se denota la existencia de un descenso en la curva desde el año 2010 hasta el año 2013, para después incrementarse en el año 2014 y 2015 y posteriormente descender en el año 2016, cabe indicar que los valores mostrados de la huella hídrica en el cultivo de trigo tienen relación directa con la precipitación de la parroquia de Sevilla, es decir, los años más secos son donde menor huella hídrica existe y los años con más precipitaciones son los que mayor huella hídrica presentan, el promedio de los 7 años de estudio de la huella hídrica fue de 1153 l/kg, según (Sánchez J. S., 2009), los valores de huella hídrica de otros productos agropecuarios son los siguientes: maíz 910 l/kg, arroz 2290 l/kg, soya 1790 l/kg, carne de res 15000 l/kg.

4.3. Análisis Económico.

Para determinar el análisis económico del presente estudio, se realizó un compendio de los datos de las encuestas agro productivas, ver Anexo C y Anexo D, con la finalidad de poder tener valores generales de productividad, precios, costos de producción y de esta manera proceder a realizar los análisis TIR, VAN y la relación Beneficio/Costo de los datos obtenidos por los productores en la parroquia de Sevilla.

Tabla 14-4. Resumen Productividad vs precios período 2010 – 2016.

Años	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Extensión sembrada ha	94.5	90	90	87	84.5	85.5	85.5
Productividad qq	5105	4860	4740	4010	2783	2830	2694
Productividad (qq/ha)	54.02	54.00	52.67	46.09	32.93	33.10	31.51
Precio promedio USD	17.78	18.00	18.29	19.47	19.78	20.51	20.60
Ingreso (USD/ha)	960.50	972.00	963.27	897.41	651.45	678.87	649.08

Fuente: Encuestas productivas.
Elaboración: Fabián Cerón.

Con respecto a la tabla 14-4 resumen de la productividad vs precios en el período 2010-2016 en la parroquia de Sevilla, indica que existe una disminución en las hectáreas sembradas desde el año 2010 hasta el año 2016, siendo el año de más extensión sembrada el 2010 con 94.5 ha y el año con menos hectáreas sembradas el año 2016 con 85.5 ha, de la misma forma la

productividad tiene un comportamiento decreciente, siendo el año con más productividad el 2010 con 5105 quintales cosechados, y el año con menor productividad el año 2016 con 2694 quintales cosechados, los precios promedio muestran un crecimiento paulatino año tras año es así que el año con los precios promedio más bajos fue el 2010 con USD 17.78 y el año con los precios más altos fue el 2016 con un valor de USD 20.60. Acorde con la realidad productiva y de precios, los ingresos de los productores/ha muestran que el año con mayores ingresos fue el 2011 con un promedio de 972 USD/ha y el de menores ingresos fue el 2016 con 649.08 USD/ha.

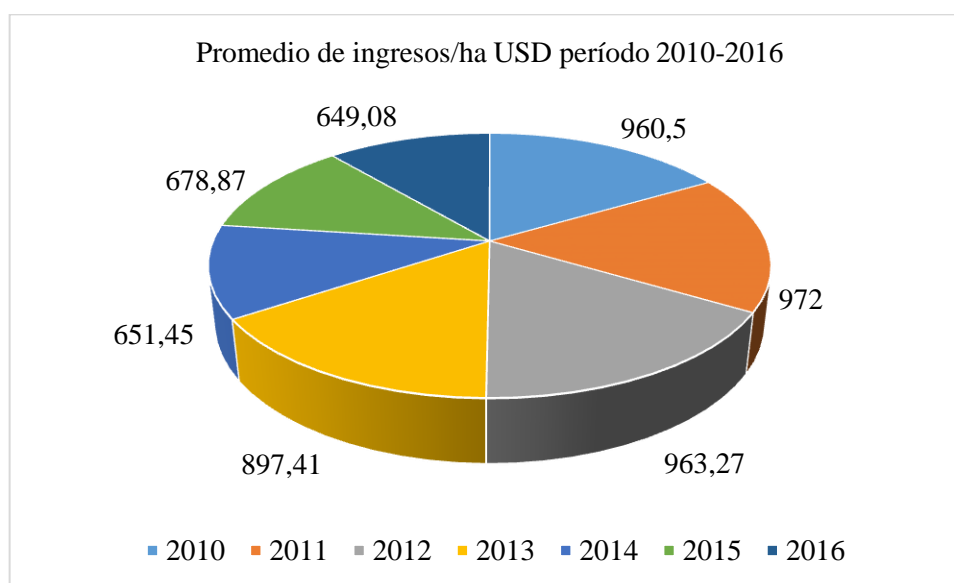


Gráfico 40-4. Promedio de ingresos/ha USD período 2010-2016

Fuente: Encuestas productivas.

Elaboración: Fabián Cerón.

El gráfico 40-4 promedio de ingresos/ha USD período 2010-2016 en la parroquia de Sevilla, muestra que el año 2011 fue el de mayores ingresos económicos/ha con USD 972 y el año con los menores ingresos/ha fue el 2016 con USD 649.04, la variación de ingresos/ha fue debido principalmente a 2 factores, la productividad obtenida cada año y a los precios del quintal de trigo ofertados en los mercados locales. Las políticas estatales con respecto a los precios de sustentación impuestos por el (MAGAP, 2010) para la venta del trigo, fija el precio de sustentación del trigo en USD 22 las 100 libras, valor que no se respeta en los mercados pero si en la Asociación de molineros del Ecuador quienes absorben una pequeña parte de la producción de trigo cada año como parte del acuerdo ministerial 460 y que algunos productores aprovechan para vender su producción a un precio estable, la reducción de la productividad se debe a la incidencia de los factores climáticos, la falta de riego y factores como el desgaste de los suelo debido al monocultivo de la zona.

4.3.1. Análisis financiero.

En los proyectos de inversión agropecuaria se buscan las mejores propuestas que guíen a desarrollar de manera sustentable y sostenible el manejo de los recursos naturales con el fin de generar productos de origen agropecuario para el consumo del ser humano. El éxito del nivel de producción depende de varios factores entre los cuales están: la condición climatológica, plagas, enfermedades, erosión, cambios tecnológicos, vías de comunicación y de transporte, mano de obra calificada, entre otros; lo cual convierte al sector en un escenario bastante riesgoso puesto que los fenómenos de la naturaleza muchas de las veces son imposibles de predecir y prevenir. Adicional a ello el comportamiento del mercado y el rendimiento productivo de algunas zonas en determinado tiempo también son factores importantes. (Moscoso Gómez, 2015).

En los proyectos agropecuarios existen dos variables que son importantes de considerar, éstas son:

1. Los costos de producción, los mismos que deben ser distribuidos para cada área cultivada y poder asignarlos proporcionalmente a cada uno reflejando el verdadero costo unitario de producción.
2. La comercialización de los productos agropecuarios está estrechamente ligado a la calidad el producto que se ofrece en el mercado y la aceptación que él mismo tendrá en el público.

El presente estudio hizo un análisis financiero en el caso de que los productores de trigo encuestados desearan implementar un proyecto organizado para promover esta actividad agrícola como fuente de trabajo y emprendimiento en su parroquia. Para medir la rentabilidad del proyecto se ha considerado a los índices financieros más utilizados como lo son: el Valor actual neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

En base a los resultados obtenidos de las encuestas, se realizó una estimación de los ingresos que los productores de trigo de la Parroquia Sevilla pudieran recibir por la producción obtenida en un año; del mismo modo se realizó la estimación de los costos de producción y de la inversión inicial que se requeriría para iniciar el proyecto. La inversión inicial abarca los rubros que se necesitarían para la siembra inicial tanto en cuestión de costos directos e indirectos y la inversión en maquinaria que se requeriría; el siguiente cuadro detalla el desglose de los mismos:

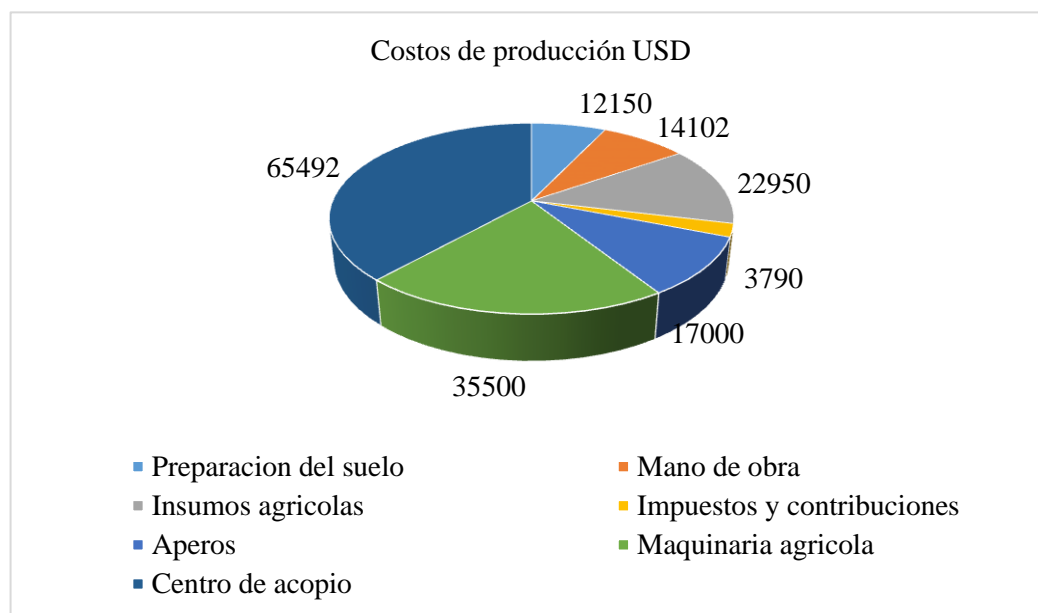
Tabla 15-4. Costos de producción.

	Costos fijos o de estructura USD	Costos proporcionales o variables USD	Costos fijos o de estructura USD/ha	Costos proporcionales o variables USD/ha
Preparación del suelo.				
Arado	0	5400	0	120
Rastra	0	3950	0	87.78
Tapado	0	2800	0	62.22
TOTAL		12150		270
Fuerza de trabajo - Mano de obra.				
Siembra	0	3165	0	70.33
Fertilización	0	585	0	13.00
Controles fitosanitarios	0	575	0	12.78
Desmalezado	0	538	0	11.96
Cosecha	0	4147	0	92.16
Trilla	0	2197	0	48.82
Quintal trillado	0	2895	0	64.33
TOTAL		14102		313.38
Suministros - Insumos Agrícolas.				
Semilla	0	6900	0	153.33
Fertilizantes	0	8300	0	184.44
Insumos fitosanitarios	0	4000	0	88.89
Insumos para cosecha	0	2700	0	60.00
Transporte	0	1050	0	23.33
TOTAL		22950		510
Impuestos y contribuciones.				
Impuestos prediales	0	3340	0	74.22
Agua de riego	0	450	0	10.00
TOTAL		3790		84.22
Costos Fijos.				
Tractores	35500	0	788.89	0
Aperos (arado, rastra)	17000	0	377.78	0
Motocultores	16000	0	355.56	0
Centro de acopio	65492	0	1455.38	0
TOTAL	133992	52992	2977.60	1177.60

Fuente: Encuestas productivas.
Elaborado por: Fabián Cerón.

La tabla 15-4 muestra los valores de los costos de producción que realizan los agricultores para la producción de trigo, dentro de la cual se toman en cuenta como costos variables: preparación del suelo, mano de obra, insumos agrícolas, impuestos y contribuciones, y dentro de los costos fijos la adquisición de tractores, aperos, centro de acopio y motocultores, como lo describe (Porfirio, 2012) en el esquema de costos que se tomó como guía para el cálculo, los valores presentados son los que utilizarían los trigueros de la parroquia de Sevilla para establecer un proyecto con respecto a la cadena productiva del trigo.

Gráfico 41-4. Costos de Inversión USD.



Fuente: Encuestas productivas.
Elaborado por: Fabián Cerón.

El gráfico 41-4 costos de producción, indica que el centro de acopio vendría a ser el que mayor inversión demande dentro del proyecto, seguido de la maquinaria agrícola incluido aperos y motocultores, dentro de los costos variables se observa que los insumos agrícolas son los que más inversión demandan seguido de los valores de mano de obra y costos de preparación del suelo, información que concuerda con lo descrito por (Altieri A. , 2004) quien indica que los costos fijos en un proyecto de inversión agropecuario son los que demandan de mayor inversión seguidos de los costos variables. Para el análisis e interpretación de la TIR y el VAN es necesario el cálculo del flujo de caja de la producción de trigo, es decir, se necesita realizar los cálculos de las diferencias entre los ingresos y egresos que se vayan a realizar en cada uno de los años sujetos a estudios. Los gastos se han calculado en base a las encuestas tomando en cuenta los porcentajes de variación del Índice de Precios al Productor (IPP); del mismo modo los ingresos están calculados en base a los resultados de las encuestas en el que se hizo un promedio del precio de venta del quintal de trigo multiplicado por el número de quintales producidos en cada hectárea perteneciente a cada agricultor.

Obtenidos los flujos de caja durante los 7 años del período de estudio se procedió a realizar el cálculo de la Tasa Interna de Retorno y del Valor Actual Neto mediante el paquete informático Excel, obteniendo los resultados que se muestran a continuación:

Tabla 16-4. Cálculo de TIR y VAN.

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
INGRESOS		USD 90755.56	USD 87480.00	USD 86694.60	USD 78074.70	USD 55047.74	USD 58043.30	USD 55496.40
EGRESOS		USD 36213.70	USD 37167.77	USD 38066.20	USD 38684.70	USD 39617.46	USD 40122.80	USD 40939.17
INVERSIÓN INICIAL	USD 133992.00							
FLUJO DE CAJA	USD - 133992.00	USD 54541.86	USD 50312.23	USD 48628.40	USD 39390.00	USD 15430.28	USD 17920.50	USD 14557.23

	USD
VAN	34714.35
TIR	23.37%

Fuente: Encuestas productivas, Excel.
Elaborado por: Fabián Cerón.

Tabla 17-4. Cálculo por hectárea de TIR y VAN.

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
INGRESOS		USD 2016.79	USD 1944.00	USD 1926.43	USD 1734.70	USD 1223.15	USD 1289.92	USD 1233.25
EGRESOS		USD 804.75	USD 825.95	USD 845.92	USD 859.66	USD 880.39	USD 891.62	USD 909.76
INVERSIÓN INICIAL	USD 2977.60							
FLUJO DE CAJA	USD - 2977.60	USD 1212.04	USD 1118.05	USD 1080.51	USD 875.04	USD 342.76	USD 398.30	USD 323.49

	USD
VAN	771.15
TIR	23.37%

Fuente: Encuestas productivas, Excel.
Elaborado por: Fabián Cerón.

La tabla 16-4 indica que la inversión inicial asciende a USD 133992.00 por un año; como se observa los ingresos anuales descienden en el transcurso del tiempo a un promedio del 7.15% debido a que intervienen factores como el desgaste de los suelos y las condiciones climáticas cambiantes. Por su parte, los egresos tienen una tasa de crecimiento promedio del 2.07% presentando su valor máximo de crecimiento en el año 2011 con una tasa del 2.63%. Con estos datos se obtuvo el resultado del VAN que no es más que la herramienta que permite medir el resultado de descontar la inversión de un proyecto al valor actual del flujo de caja neto que tendrá. En este caso el VAN resultante ha sido de USD 34714.35 a una tasa de rendimiento exigible del 12%, tasa escogida en base al riesgo del sector según lo recomendado por (FAO, 2017), al ser este valor positivo se puede considerar que el proyecto es rentable. En consecuencia, el resultado obtenido de la TIR es del 23.37% que al ser mayor que la tasa de descuento planteada significaría que el proyecto es aún más rentable, información que corrobora a lo descrito por (Jarrín, 2015) quien en su estudio de factibilidad de la cadena productiva del trigo obtiene una TIR de 15.86% en un período de 6 años.

La tabla 17-4 cálculo por hectárea del TIR y VAN indica que al realizar el cálculo por hectárea la inversión inicial asciende a USD 2977.60 por un año, y existe un comportamiento similar que en la tabla 16-4 con respecto al decrecimiento de los ingresos en cada año de estudio, con la diferencia que el VAN es de USD 771.15 a una tasa de rendimiento exigible del 12% y una TIR del 23.37%. A pesar de que las estadísticas plantean resultados favorables, como se había mencionado en un principio el factor climático en el sector agrícola es la variable que más se debe tomar en cuenta al momento de realizar análisis; es por ello que en la sección siguiente se planteará un modelo económico que permita evidenciar que variable repercute más en la productividad del trigo.

Otra de las herramientas de análisis de rentabilidad financiera es el análisis del costo-beneficio, el cual mide la relación existente entre los costos y los ingresos que se percibiría al implementar un proyecto de inversión. La fórmula del costo-beneficio es bastante simple:

$$B/C = \frac{\text{Valor actual de los ingresos totales}}{\text{Valor actual de los costos totales}};$$

Los datos que reflejan el beneficio/costo son los siguientes:

Tabla 18-4. Relación Beneficio/Costo 2010-2016

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Beneficio/Costo USD	2.51	2.35	2.28	2.02	1.39	1.45	1.36

Fuente: Encuestas productivas, Excel.
Elaborado por: Fabián Cerón.

Se puede observar en la tabla 18-4 que en todos los años, el valor del costo/beneficio es superior a uno reflejando que por cada dólar que se invierta la ganancia obtenida siempre será mayor, es decir, por ejemplo en el año 2010 por cada dólar invertido en costos para la producción se obtendrá un beneficio de USD 2.51; cabe notar que debido a lo observado en el flujo de caja en el que los gastos aumentaban a lo largo del tiempo y los ingresos disminuían, la relación beneficio/costo presenta tasas de decrecimiento en promedio de 9.01%. A pesar de que esta relación es decreciente, se puede observar que en tendencia el proyecto es rentable según los datos observados.

4.4. Análisis Estadístico de las Variables.

El diseño experimental utilizado fue un análisis de comparación a través del método de mínimos cuadrados ordinarios, en el cual la variable dependiente es la productividad y las variables independientes son: factores de cambio climático evaporación, humedad relativa, precipitación, temperatura, velocidad del viento y evapotranspiración y los factores económicos precios y costos de producción, con el fin de determinar la influencia que existen entre estos factores. El nivel de significancia al 5% fue de 0.0448 para la variable dependiente productividad mostrando que existió una diferencia significativa entre los factores. Se corrobora la hipótesis planteada.

4.4.1. Formulación económica.

Tal como lo describe (Bonilla, 2004) la función de producción explica técnicamente la relación existente que permite transformar los factores (insumos) en productos. En el sentido matemático una función es una regla de asignación en la cual cada elemento del conjunto de partida le corresponde un solo elemento del conjunto de llegada. En este contexto los valores de los insumos o factores que participan en el proceso de producción forman parte del dominio de la función (conjunto de partida), mientras que los posibles valores del producto constituyen el rango de la función (conjunto de llegada).

En este sentido para cumplir con los propósitos del presente estudio se utilizó una función de producción común adicionándole el factor del cambio climático representado por las variables detalladas a continuación:

Variables: productividad, precios, costos de producción y factores de cambio climático (evaporación, humedad relativa, precipitación, temperatura, velocidad del viento y evapotranspiración).

- Y → Productividad.
X₁ → Precios de venta.
X₂ → Costos de producción.
X₃ → Evaporación.
X₄ → Humedad relativa.
X₅ → Precipitación.
X₆ → Temperatura.
X₇ → Velocidad del viento.
X₈ → Evapotranspiración.

$$Y = f(X)$$

4.4.2. Formulación Matemática.

La función matemática que se utilizó fue:

$$\text{Productividad} = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8).$$

4.4.3. Formulación econométrica.

Una función de producción puede presentarse de variadas formas dependiendo del comportamiento de sus variables. Entre las diferentes formas de funciones de producción tenemos: función cuadrática, función cúbica, función raíz cuadrada, función de producción de Cobb-Douglas, función de Leontief, función CES, función transcendental y función translogarítmica, entre otras.

Dependiendo del criterio de cada investigador en la economía agrícola se parte de una forma particular de la función de producción, en base al conocimiento teórico y técnico que posean de la relación existente entre los factores de producción y el producto. Sin embargo, en muchos de los casos se desconoce el valor de todos los parámetros y la función de producción no está completamente especificada. (Bonilla, 2004)

En el presente trabajo se usó la función de producción de Cobb-Douglas en su expresión más simple y fundamental. Esta función de producción parte de la idea básica en la que se supone que, en una economía, la producción depende principalmente de la disposición de bienes de capital y de trabajo que ésta posea. Es decir, si una economía requiere producir más, necesita emplear una mayor cantidad de factor trabajo y de factor capital, con el fin de que estos le permitan generar más productos.

Cobb-Douglas plantea la función así:

$$Y_t = AK_t^\alpha L_t^\beta: \text{Dónde } 0 < \alpha, \beta < 1$$

Tal como lo explican (Feraudi Gonzalez & Ayaviri Nina, 2018), en la función normalizada de Cobb Douglas, los parámetros que representan el peso de los factores trabajo y capital en la producción son α y β . El progreso técnico (A) es una variable que no se puede observar directamente, ya que abarca factores¹ que presentan estados no cuantificables; por esta razón, la función de producción mencionada se compone de 2 factores productivos que son constantes en el tiempo y el factor adicional A.

Basados en la idea básica y fundamental del modelo económico de producción de Cobb Douglas, con el fin de cumplir con los objetivos de la presente investigación se realizó una adaptación de esta función de producción, en la que se añadió la variable del cambio climático expresado en las variables enumeradas previamente.

Para realizar la estimación del modelo se empleará el método de mínimos cuadrados ordinarios, para lo cual las variables deben cumplir los siguientes supuestos:

4.4.4. Supuesto del modelo de MCO.

Es necesario para que las observaciones obtenidas de la muestra sean representativas de la población, cumplan los siguientes requisitos:

- Linealidad.
- Muestreo aleatorio.
- Esperanza matemática=0.
- Variación muestral de las Xi.
- Homocedasticidad.
- Independencia.
- Normalidad.
- No multicolinealidad.

¹ Organización empresarial, conocimientos de los empresarios y trabajadores o el nivel de aplicación de tecnología.

4.4.5. *Coefficiente de correlación.*

- $-1 < R < 1$. Depende el signo del numerador.
- $R = 1$. Existe correlación positiva (directa, perfecta) entre las variables.
- $0.6 < R < 1$. Existe correlación directa y fuerte entre las variables.
- $0 < R < 0.6$. Existe correlación directa débil entre las variables.
- $R = 0$. Existe ausencia total de correlación lineal. Pero puede existir correlación de otro tipo (cuadrática, cúbica).
- $R = -1$. Existe correlación inversa perfecta directa débil entre las variables.
- $-1 < R < -0.6$. Existe correlación inversa directa fuerte entre las variables.
- $-0.6 < R < 0$. Existe correlación inversa débil entre las variables.

Al ser una función que no cumple con el supuesto de linealidad en sus parámetros; se requiere que linealizar a los mismos; debido a esto se utilizó uno de los instrumentos matemáticos de suavización de datos que es el logaritmo, por lo cual se procedió a aplicar logaritmos en cada una de las variables con el fin de linealizar los parámetros. Explicado esto, la función econométrica a estimar sería la siguiente:

$$\log Y_t = \beta_1 \log X_1 + \beta_2 \log X_2 + \beta_3 \log X_3 + \beta_4 \log X_4 + \beta_5 \log X_5 + \beta_6 \log X_6 + \beta_7 \log X_7 + \beta_8 \log X_8 + \mu$$

4.4.6. *Resultados de la estimación.*

Para la estimación del modelo se utilizó el paquete estadístico SPSS, en un principio al realizar dicha estimación incluyendo todas las variables fue imposible estimar los parámetros debido a que existía multicolinealidad entre las variables a pesar de que las mismas se encuentran suavizadas a través de logaritmos, véase el Anexo E resumen del modelo. A partir de este primer resultado se fue ajustando el modelo, quitando las variables que no eran significativas estadísticamente tanto de manera particular como colectivamente.

Tabla 19-4. Resumen del modelo.

M.	R	R cuadrado ^b	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio					Durbin-Watson
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F	
1	.995 ^a	.990	.983	.0448290	.990	143.275	2	3	.001	2.285

Fuente: Encuestas productivas, datos climáticos, SPSS.

Elaborado por: Fabián Cerón

- Variables predictoras: Precios, Temperatura
- Para la regresión a través del origen (el modelo sin término de intersección), R cuadrado mide la proporción de la variabilidad de la variable dependiente explicado por la regresión a través del origen. No se puede comparar lo anterior con la R cuadrado para los modelos que incluyen una intersección.
- Variable dependiente: Productividad.
- Regresión lineal a través del origen
- Error típico de la estimación: En 0.04 toneladas métricas/hectárea, como promedio se desvían los valores estimados de la productividad de sus verdaderos valores poblacionales.

4.4.7. Análisis De ANOVA.

Hipótesis: $H_0: B_1=0$

$H_1: B_1 \neq 0$

Si m (a nivel poblacional $=0$), por tanto la Variable Independiente del modelo no tiene independencia en Y .

Si $Sig \leq 0.05$. Existe suficiente evidencia empírica para no rechazar H_0

Tabla 20-4. ANOVA.

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	.576	2	.288	143.275	.001 ^a
	Residual	.006	3	.002		
	Total	.582 ^b	5			

Fuente: Encuestas productivas, datos climáticos, SPSS.

Elaborado por: Fabián Cerón.

- Variables predictoras: Temperatura, Precios.

- b. Esta suma de cuadrados total no se ha corregido para la constante porque la constante es cero para la regresión a través del origen.
- c. Variable dependiente: Productividad.
- d. Regresión lineal a través del origen.

En este caso, se rechaza la H_1 y se acepta H_0 , es decir, que X_i estadísticamente tiene significancia en el modelo.

4.4.8. Resultados del modelo.

La estimación del modelo econométrico muestra un R positivo de 0.995 indicando que existe una relación directa entre Y (productividad), X_1 (Precios) y X_2 (Temperatura), es decir, dicha relación se afirma en el 99.5%. Además, presenta un coeficiente de determinación de R cuadrado de 0.983 el cual mide la bondad de ajuste afirmando que aproximadamente el 98.3% de las veces las variables X_1 (Precios) y X_2 (temperatura) explican a la Y (Productividad).

El siguiente cuadro muestra los valores asignados para los parámetros de las variables.

Tabla 21-4. Coeficientes.

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Correlaciones			Estadísticos de colinealidad	
		B	Error típ.	Beta			Orden cero	Parcial	Semiparcial	Tolerancia	FIV
1	Temperatura	4.542	1.152	15.305	3.942	.029	.971	.916	.232	.000	4365.109
	Precios	-3.849	1.042	-14.336	-3.692	.034	.967	-.905	-.217	.000	4365.109

Fuente: Encuestas productivas, datos climáticos, SPSS.
Elaborado por: Fabián Cerón.

- a. Variable dependiente: Productividad.
- b. Regresión lineal a través del origen.

La ecuación obtenida de la estimación del modelo fue la siguiente:

$$Y = 4,542X_1 - 3,849X_2 + \mu$$

- El coeficiente $\beta_1 = 4.542$.- Este parámetro es correspondiente a la temperatura; el coeficiente parcial de Y con respecto a X_1 , al mantener constante a las demás variables independientes, expone que ante un aumento del 1% en X_1 genera un crecimiento de 4.542% en Y.
- El coeficiente $\beta_2 = -3.849$.- Respecto a la relación parcial entre Y y X_2 se puede observar que un aumento del 1% en los precios estimula de manera inversa en un 3.849% a Y, siempre y cuando se mantengan constantes el resto de variables independientes.

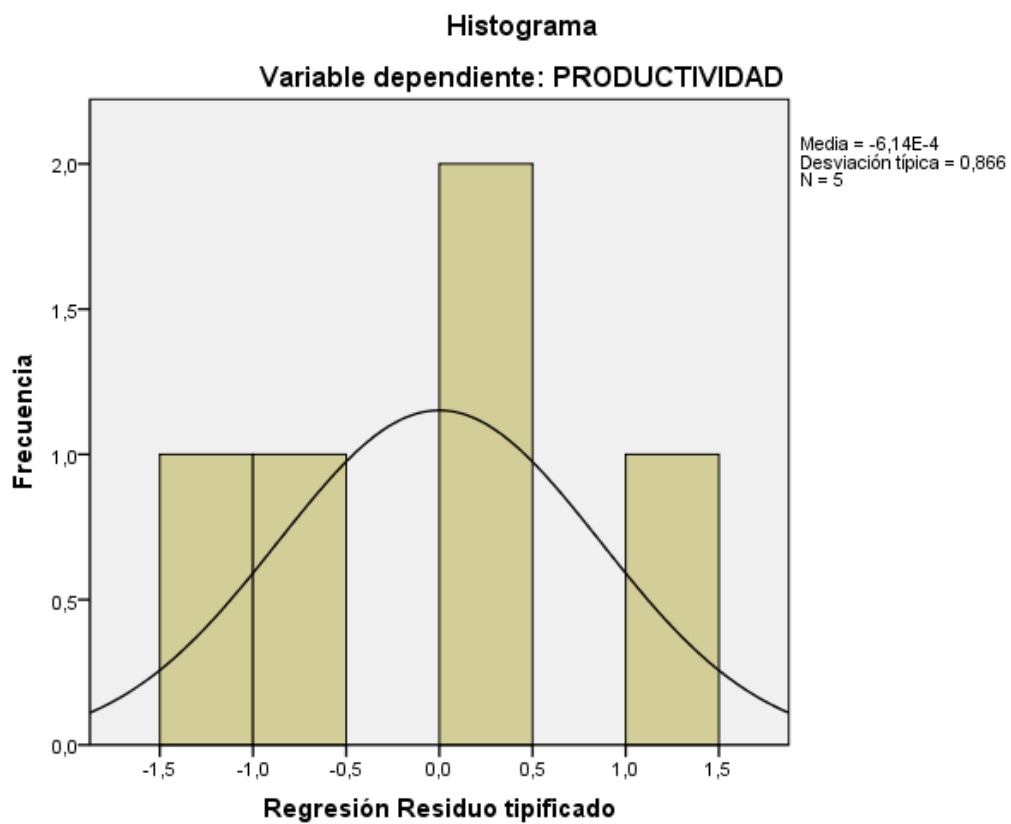


Gráfico 42-4. Histograma

Fuente: SPSS.

Elaborado por: Fabián Cerón.

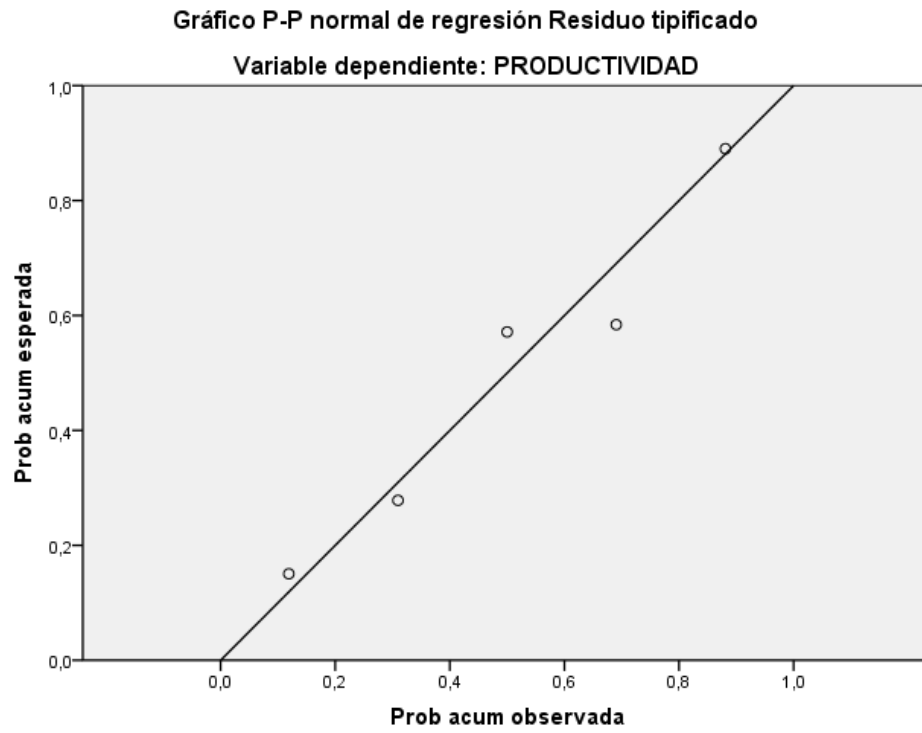


Gráfico 43-4. Normal de regresión residuo tipificado.

Fuente: SPSS.

Elaborado por: Fabián Cerón.

CONCLUSIONES

- Durante el período 2010 – 2016 en la parroquia de Sevilla, existe disminución en la productividad la cual desciende en cada año de estudio, es así que el año 2010 presentó la mayor productividad con 2.46 t/ha y el año 2016 la menor productividad con 1.43 t/ha, dando como resultado una disminución de 41.87% en los rendimientos durante los años de estudio.
- La variación climática en las ofertas hídricas indican que el año 2010 es el que presentó mayor oferta con 298.9 mm y el año con menos oferta fue el 2013 con un valor de 101.9 mm, existiendo una diferencia de 197 mm entre ambos períodos, lo cual refleja los efectos del cambio climático en la zona de estudio, sin embargo la productividad desciende todos los años, por lo que se concluye que mientras más oferta existe no significa que habrá mayor producción.
- La variación climática dentro de las demandas hídricas indican que el año de mayor demanda fue el 2011 con 529.5 mm y el de menor demanda fue el 2010 con un valor de 459.4 mm, valor que está relacionado principalmente con la temperatura, la cual en comparación entre meses llegó a tener un incremento de hasta 1.2 °C lo cual refleja los efectos del cambio climático.
- En la evaluación económica por hectárea para un horizonte de 7 años, considerando una tasa costo capital del 12%, se obtuvo un VAN de USD 771.15, una TIR de 23.37%, y la relación promedio Beneficio/Costo fue de USD 1.91, los datos obtenidos son viables económica y financieramente, considerando una siembra al año de febrero a agosto de cada año.
- De acuerdo al modelo estadístico analizado, la productividad también está influenciada por la temperatura, y los ingresos se ven afectados por la variación de precios, una vez estimado el modelo, se concluyó que por una variación de un punto porcentual en la temperatura, la productividad variaría en 4.54 de manera directa, debido a que este factor climático influye en la fisiología de los cultivos y de los ecosistemas afectando así la cantidad producida y por ende la productividad por hectárea.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar prácticas de manejo sustentable como la instalación de policultivos, rotación y asociación de cultivos, enfocadas a incrementar la productividad, pero que al mismo tiempo no generen impactos ambientales negativos y que sean socialmente aceptadas, esto contribuirá a la mitigación del cambio climático en la zona de estudio.
- En base a las ofertas y demandas presentadas, se deben implementar sistemas de riego por aspersión que favorezcan el incremento de la productividad y de los ingresos económicos de las familias productoras.

BIBLIOGRAFÍA

- Abram, N. (2014). *El cambio climático y los vientos antárticos*. Barcelona - España: EFEVERDE.
- AEMET. (2015). *Modelos numéricos*. Madrid - España: Buenaventura.
- Albis, V., & Martínez, R. (2012). *Las investigaciones meteorológicas de Caldas*. Caldas - Colombia: Editorial Buenaventura.
- Alovarria, J., & Jara, C. (2003). *Formulación y evaluación de proyectos de inversión Agropecuarios*. Talca, Chile: Universidad de Talca.
- Altieri, A. (2004). *Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable*. Santiago - Chile: Agricultura técnica Chile.
- Altieri, M., & Nicholls, C. (2015). *Cambio Climático y Agricultura Campesina: impactos y respuestas adaptativas*. Berkeley - USA: Universidad de California.
- Andrade, G. (2014). *El cambio climático: afectación de los vientos oceánicos*. Santiago - Chile: Global.
- Andrade, L., & Moreano, R. (2013). *Sistema de información para la interpolación de datos de temperatura y precipitación del Ecuador*. Quito - Ecuador: EPN.
- Arreaga, V., & Parra, R. (2018). *Comportamiento histórico de las precipitaciones en Quito*. Quito - Ecuador: INAMHI.
- Asseng, S., Martre, P., & Maiorano, A. (2 de Noviembre de 2018). Climate change impact and adaptation for wheat protein. (S. Long, Ed.) *Global Change Biology*, 129-133.
- Banco Central del Ecuador. (2010). *Producción de trigo*. Quito: BCE.
- Barajas, S. (2016). *Los impactos del cambio climático en el agua*. Madrid - España: Pueblos.
- Barros, V. (2015). *El cambio climático global*. Buenos Aires: Zorzal.
- BCE. (2015). *Reporte de Coyuntura Sector Agropecuario*. Quito: Banco Central del Ecuador.
- Benito, G., & Jiménez, A. (2018). *Estudio del impacto del cambio climático en el riesgo de inundación*. Madrid - España: Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

- Bermudez, M., & Lopez, O. (2015). *Efectos del cambio climático en el rendimiento del trigo, el maíz y el arroz en América Latina*. Bogotá - Colombia: Facultad de ciencias economicas - Pontificia Universidad Javeriana.
- Bonilla, J. A. (2004). Economía De La Produccion De Bienes Agrícolas. *CEDE*, 25-32.
- Casas, J., & Higuera, A. (2013). *Geografía y meteorología*. Madrid: España.
- CIAT. (2014). *La huella hídrica y cuál es su importancia en la agricultura*. Bogotá - Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural .
- CITRA. (2015). *Coefficiente del Cultivo Kc*. Talca - Chile: Comisión nacional de riego.
- Cortéz, R. (2014). *soyetas, Isotermas, Zonificación climática cuencas, hidrología e hidrogeología*. La Paz: Sucre.
- Cruz, C. (2012). *Climatología*. Santo Domingo: República.
- Davis, B. (1987). *Uses and abuses of Cross-validation in geostatistics*. Washington, United States: Mathematical Geology.
- Dixon, J., & Gulliver, A. (2014). *Farming Systems and Poverty: Improving Farmers Livelihoods in a Changing World*. Washington - EEUU: Organización de las Naciones Unidas FAO.
- Droumond, M., & O Brien, B. (2005). *Métodos para la Evaluación Económica*. España: Cruz de Santos.
- Erreis, R. (2015). *Evaluación del efecto del cambio climático en los cultivos de la zona de Santa Rosa de Cusubamba, cantón Cayambe, provincia de Pichincha*. Sangolqui: Escuela Superior Politécnica del Ejército.
- FAO. (2003). *Interpocación de datos climatológicos*. Washington DC: Organización de las Naciones Unidas.
- FAO. (2012). *Evapotranspiración del cultivo en condiciones estandar*. Santiago - Chile: FAO Editorial.
- FAO. (2012). *Evapotranspiración del cultivo, guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Roma - Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación.
- FAO. (2017). *Guia para la formulación de proyectos de inversión del Sector Agropecuario*. Panamá: Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura.

- Feraudi Gonzalez, P., & Ayaviri Nina, D. (2018). La Funcion De Produccion Cobb Douglas Y Su Aplicacion En La Economía Boliviana. *INNOVA RESEARCH JOURNAL*, VOL. 3, No. 4, 70-82.
- Fernandez, M. (2013). *Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de cultivos por sectores*. Bogotá - Colombia: FONDAE - IDEAM.
- Ferrer, J., & Paz, M. (2014). *Conceptos de economía*. Buenos Aires - Argentina: Alición.
- GAD Sevilla. (2016). Actualizacion PDOT. En G. SEVILLA. Alausi - Ecuador.
- Galindo, I., & Elizalde, A. (2008). *Climatología del volcán de Fuego de Colima*. Colima - México: Editorial universidad de Colima.
- Galindo, L., & Samaniego, J. (2014). *Reflexiones metodológicas del análisis del cambio climático*. Santiago de Chile : CEPAL.
- Galvez, J. O. (2011). *Balance Hídrico Superficial*. Lima-Perú: Anglo Perú.
- Godet, L. (2007). *Conceptos finales*. Barcelona-España: Salamanca.
- Guerra, J., & Molina, M. (2000). Efectos del cambio climático en el mundo. *Panel Internacional del cambio climático*. Mexico: Mexico DF.
- Hernandez, M., Ochoa, A., & Belay, A. (15 de Diciembre de 2018). Climate change impact on Mexico wheat production. *Agricultural and Forest Meteorology*, 373 - 387.
- Hernandez, R. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico: R.M Marcela.
- INAMHI. (2014). *Glaciares ceden en 7 cumbres del ecuador*. Quito.
- INAMHI. (2019). *Anuarios meteorológicos 2010 - 2016*. Quito - Ecuador: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
- INEC. (2010). *Censo de poblacion y vivienda Ecuador*. Obtenido de www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-yvivienda/.
- INEC. (2015). *Ingresos Economicos Por Familia*. Quito: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- INEC. (2016). *Superficie sembrada de cultivo de trigo*. Quito: Instituto nacional de estadísticas y censos.
- INEC. (2016). *Superficie sembrada en el cultivo de trigo*. Quito: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

- INIAP. (2011). *Guía del Cultivo de Trigo*. Quito-Ecuador: Santa Catalina.
- IPCC. (2012). *Costos de mitigación del cambio climático*. New York.
- Izasa, J., & Campos, D. (2012). *Cambio climático, glaciaciones y calentamiento global*. Bogotá: Universidad de Bogotá.
- Jaime, J. (2016). *Requerimiento de agua por los cultivos*. Mexico DF: Antílope.
- Jarrín, J. (2015). *Estudio de factibilidad para la implementación de una microempresa dedicada a la producción de harina de trigo en Guaranda*. Guayaquil - Ecuador: Universidad de Guayaquil - Facultad de Ciencias Administrativas.
- Juliá, J., & Sever, R. (2015). *Evaluación Económico - Financiera de los sistemas de cultivo en cítricos*. Madrid: España.
- Kassieab, T., & Xiong, W. (Febrero de 2017). Wheat production to decline as global temperature increases. (S. Narain, Ed.) *Down to Earth*.
- Keckler, D. (1995). *The Surfer Manual*. New York - EEUU: Golden Software Inc.
- Kumar, A., & Avtar, S. (2014). *Climate change and its impact on wheat production and mitigation through agroforestry technologies*. Punjab - India: Punjab Agricultural University.
- Lehmann, J. (2017). *El cambio climático global sus efectos*. Berlín - Alemania: Potsdam Institute For Climate Impact Research.
- Lopez, O. (2015). *Efectos del cambio climático en el rendimiento del Trigo, El Maiz*. Bogotá: Bermudez.
- MAE. (2012). *Sistemas de clasificación de los ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito - Ecuador: Ministerio del Ambiente.
- Magallanes, R., & Lopez, A. (2017). *Análisis de la evaporación y cambio climático en el centro de México*. Mexico DF: Nova Scientia.
- MAGAP. (2010). *Acuerdo ministerial 460*. Quito: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.
- MAGAP. (2010). *Parametros de calidad para la industria Ecuatoriana de trigo*. Quito - Ecuador: Quito.

- MAGAP. (2015). *La política agropecuaria ecuatoriana, hacia el desarrollo territorial rural sostenible 2015 - 2025*. Quito.: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.
- MAGAP. (2016). *Producción de trigo en la provincia de Chimborazo*. Quito-Ecuador: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.
- Maldonado, G. (2016). *La influencia de los vientos en la agricultura*. Buenos Aires - Argentina: Atlantida.
- Maldonado, I. (2014). *Requerimientos de agua en la producción de trigo*. Santiago - Chile: INIA.
- Mazzucato, M. (2015). *Tappe cronologiche fondamentali della meteorologia*. Roma: Italia.
- Mejía, L. C. (2011). *Evidencias del cambio climático en Ecuador*. Quito: Andines.
- Mena, M. P. (2012). *Clima, efecto invernadero y cambio climático*. Quito - Ecuador: INAMHI.
- Mendelsohn, R. (2017). *Climate Change Impacts on Agriculture*. Washington DC: Agricultural Development USDA.
- Miralles, D., & García, G. (2012). *Implicancias del cambio climático sobre el rendimiento de los cereales de invierno en la Región Pampeana*. San Martín - Buenos Aires: Facultad de Agronomía - Universidad de Buenos Aires.
- Mohan, M., & Martino, D. (2008). *Explorando altos rendimientos de Trigo*. Colonia - Uruguay: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.
- Morábito, J., & Saltiano, S. (2015). *Requerimientos hídricos e incremento de la productividad de los cultivos bajo riego ante escenarios de cambio climático en el noreste de Argentina*. Córdoba - Argentina: Instituto Nacional del Agua.
- Moscoso Gómez, M. E. (2015). *Los proyectos de inversión agropecuaria en un agroecosistema sostenible. Tomo I*. Riobamba, Ecuador: La Caracola Editores.
- Nelson, G., Rosegrant, M., & Koo, J. (2012). *Cambio climático, el impacto en la agricultura y los costos de adaptación*. Washington: IFPRI.
- Nelson, Gerald; Rosegrant, Mark. (2009). *Cambio climático el impacto en la agricultura y los costos de adaptación*. Washington, D.C: Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias IFPRI.

- Ocampo, O. (2015). *El cambio climático y su impacto en el agro*. Buenos Aires - Argentina: Atlántida.
- Oñate, F., & Bosque, J. (2011). *Estudio de tendencias climáticas y generación de escenarios regionales de cambio climático en una cuenca hidrográfica binacional en América del Sur*. Loja - Ecuador: IGM.
- Ortiz, R. (2012). *El cambio Climático y la producción Agrícola*. Washington - EEUU: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Oteros, J. (2014). *El cambio climático en cereales*. Madrid: España.
- Paymard, P., & Bannayan, M. (22 de Enero de 2018). Analysis of the climate change effect on wheat production systems and investigate the potential of management strategies. *Natural Hazards*, 33-35.
- PDOT Sevilla. (2014). *Plan de ordenamiento territorial parroquial Sevilla*. Sevilla - Chimborazo: GAD Sevilla.
- Pérez, J., & Gardey, A. (2012). *Conceptos de Economía Aplicada*. Mexico DF: Séneca.
- Perez, J., & Merino, M. (2012). *Definiciones*. Santiago-Chile: Planeta Chilena.
- PNAS. (2015). Influencia del cambio climático en el trigo a nivel mundial. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.
- Ponce, L., & Garófalo, J. (2012). *Guia para cultivos de cereales*. Quito: INIAP.
- Porfirio, A. (2012). *Administración marginal agropecuaria*. México DF, Mexico: Buenavista.
- Portela, A. (2103). *La meteorología*. Mexico: Santa.
- Porto, J. P. (12 de Febrero de 2017). *Definicion de Variedad*. Obtenido de <http://definicion.de/variedad/>
- RAE. (2017). *Real Academia de la Lengua*. Madrid-España: Planeta.
- Rajam, & Braun. (2010). *Potencialidades del trigo en Ecuador*. Mexico: CYMMYT.
- Rivera, A. (2017). *Estudio del aumento de la humedad del aire por el cambio climático*. Madrid - España: América.
- Rodriguez, A. (2017). *Cambio climático, agua y agricultura*. Washington DC: Instituto Interamericano de Cooperación a la Agricultura.

- Sabino, C. (2013). *DICCIONARIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS*. Caracas-Venezuela: Ayacucho.
- Salinas, A., & Giubergia, J. (2015). *Consumo y disponibilidad de agua en cultivo de trigo bajo riego*. Córdoba: Ministerio de agroindustria.
- Sánchez, J. S. (2009). *Método de estimación de la huella hídrica agraria*. Mexico DF: Ambar.
- Sánchez, R. (2012). *Cambio climático y energía*. Santiago - Chile: Global.
- SENPLADES. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017 - 2021*. Quito: Gobierno nacional de la república del Ecuador.
- Sherratt, R. (2018). *Tigo: estadísticas para el 2018 y perspectivas para el 2019*. Buenos Aires: Editorial de la Plata.
- SICA. (2002). *Resultados del Censo Agropecuario*. Quito-Ecuador: INEC.
- Song, J., & De Pinto, V. (1995). *A GIS-based Data Query System*. Ontario, Canadá: IAGLR.
- Sudmeyer, R. (2018). *How wheat yields are influenced by climate change*. Sydney - Australia: Department of primary industries and regional development.
- Toro, C. D. (2014). *Conceptos de ciencias económicas*. Madrid-España: Anagrama.
- Torrance, G. (2001). Métodos para la evaluación económica de los programas de atención. En G. Torrance, *Métodos para la evaluación económica de los programas de atención*. Madrid: Díaz de Santos.
- Tullot, I. F. (2007). *Climatología de España y Portugal*. Salamanca - España: Ediciones universidad Salamanca.
- Uribe, E. (2015). *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina*. Santiago - Chile: CEPAL.
- Vargas, P. (2009). *El Cambio climático y sus efectos en el Perú*. Lima: Banco central de reserva del Perú.
- Watson, L., & Dalwitz, J. (2010). *The grass genera of the world*. California - USA: Editorial Liberty.
- Watts, C., & Rodríguez, J. (2010). *Estimación de evaporación y radiación solar en el valle del Yanqui*. Sonora - Mexico: Instituto tecnológico de Sonora.
- Yzarra, J., & Lopez, C. (2016). *Manual de observaciones fisiológicas*. Lima - Perú: SENAMHI.

ANEXOS

Anexo A. Guía de entrevista productiva y económica.

CUESTIONARIO DIRIGIDO A PRODUCTORES

El presente cuestionario tiene por objeto identificar la superficie sembrada y el nivel de ingresos económicos de productores de trigo en la parroquia de Sevilla. Los datos serán tratados de forma confidencial y serán utilizados en la tesis de maestría **“EVALUACIÓN ECONÓMICA EN LA PRODUCTIVIDAD DE TRIGO VARIEDAD VIVAR, EN UN ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO DEL AÑO 2010 AL 2016, EN LA PARROQUIA SEVILLA, CANTÓN ALAUSÍ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**.

NOMBRES COMPLETOS.....

CI.....

EDAD.....

TENENCIA TOTAL DE TIERRA (ha).....

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Extensión sembrada de trigo (ha):								
Producción estimada (qq):								
Precio de venta/qq:								

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo B. Guía de entrevista costos de producción.

COSTO DE PRODUCCIÓN DE UNA HA. DE TRIGO				
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO DÓLARES	TOTAL DÓLARES
COSTOS DE PRODUCCIÓN				
1.Preparación del suelo				
Arada y cruza	horas/ tractor			
Surcado	jornal			
Subtotal preparación del suelo				
2.Mano de obra				
Siembra	jornal			
Fertilización	jornal			
Aplicación de insecticida/fungicida	jornal			
Deshierba	jornal			
Aporque	jornal			
Cosecha	jornal			
Trilla	qq			
Sub total mano de obra				
3.Insumos				
Semilla Vivar	kg			
Fertilizante 10-30-10	sacos			
Plaguicidas(f+i)	control			
Abonos foliares	kg			
Costales	costal			
Subtotal insumos				
TOTAL				

Fuente: Personal.

Elaboración: Fabián Cerón.

Anexo C. Listado de productores y datos productivos de la parroquia de Sevilla.

Nro.	Nombres	Cédula	Tenencia		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	Guilca Luis Enrique	905834198	5	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	1	1	1	1	1	1	1
				Producción Estimada (qq)	105	100	105	110	90	80	84
				Precio de Venta (qq)	23	25	25	26	25	25	25
2	Brito Zarmiento Cesar Cornelio	600434146	5	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	2	2	2	2	2	2	2
				Producción Estimada (qq)	100	100	95	90	80	80	90
				Precio de Venta (qq)	18	18	18	18	20	20	20
3	Chafla Álvarez Nelson Alcides	600280853	3	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	2	2	2	2	1	1	1
				Producción Estimada (qq)	100	120	120	110	50	40	45
				Precio de Venta (qq)	18	18	20	20	20	20	20
4	Chafla Lema María Ángela	600302871	4	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	1.5	2	2	2	2	2	2
				Producción Estimada (qq)	60	80	90	90	80	60	60
				Precio de Venta (qq)	19	18	18	19	20	20	20
5	Muños Homero Euclides	600274591	3	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	2	2	2	2	1.5	1.5	1.5
				Producción Estimada (qq)	100	120	120	30	28	90	70
				Precio de Venta (qq)	15	18	18	18	20	22	20
6	López Ortiz Eleonidas	600215925	15	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	10	5	5	2	1	2	2
				Producción Estimada (qq)	400	250	250	130	40	80	60
				Precio de Venta (qq)	12	15	15	18	20	20	18
7	Tenesaca Yugshi Ángel Taquino	600278691	2.5	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
				Producción Estimada (qq)	90	90	80	90	30	70	90
				Precio de Venta (qq)	18	18	18	18	20	20	20
8	Saeteros Mora Glenda Pilar	602464695	2.5	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
				Producción Estimada (qq)	110	110	120	120	80	80	60
				Precio de Venta (qq)	15	12	12	18	20	20	20
9	Ortiz Espinoza Inés Violeta	602421661	3	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	2	2	2	2	2	2	2
				Producción Estimada (qq)	80	80	90	90	60	60	50
				Precio de Venta (qq)	18	18	18	18	20	20	20
10	Yamasque Yamba María Alegria	600256044	4	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
				Producción Estimada (qq)	80	80	80	85	30	50	45
				Precio de Venta (qq)	18	18	18	18	20	20	20
11	Yupa Calle Walter Ramiro	604670562	5.5	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	3	3	3	3	3	3	3
				Producción Estimada (qq)	200	200	180	180	95	90	90
				Precio de Venta (qq)	18	18	18	18	20	20	20
12	López Muñoz Ángel Mauricio	602192429	4	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
				Producción Estimada (qq)	70	80	50	80	50	40	50
				Precio de Venta (qq)	22	22	22	22	22	22	22

13	Dutan Quishpe María Dolores	603426552	3	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	2	2	2	2	2	2	2
				Producción Estimada (qq)	100	90	90	60	50	45	50
				Precio de Venta (qq)	18	18	18	18	20	20	20
14	Quishpi Dobla María Esperanza	603471558	4	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
				Producción Estimada (qq)	100	110	110	90	80	80	70
				Precio de Venta (qq)	18	18	18	20	20	20	20
15	Lema Dobla Estelvina	1710181858	3	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	2	2	2	2	2	2	2
				Producción Estimada (qq)	110	100	110	100	80	80	80
				Precio de Venta (qq)	18	18	18	18	20	20	20
16	Choglio Tenesaca María Norma	302176334	3	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	2	2	2	2	2	2	2
				Producción Estimada (qq)	90	90	90	80	60	60	60
				Precio de Venta (qq)	17	17	18	20	20	20	20
17	Lema Morocho Sayda Margarita	302635800	3	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	2	2	2	2	2	2	2
				Producción Estimada (qq)	110	100	110	110	60	60	70
				Precio de Venta (qq)	18	18	20	20	20	20	22
18	Quishpe Moina José Rosalino	601837644	4	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	2	2	2	2	2	2	2
				Producción Estimada (qq)	160	160	160	120	90	90	90
				Precio de Venta (qq)	20	20	20	20	25	25	25
19	Quishpe Moina Rosa Emiliana	60297274	5	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	3	3	3	3	3	3	3
				Producción Estimada (qq)	200	180	180	130	100	90	90
				Precio de Venta (qq)	17	17	17	18	18	20	20
20	Cabrera Chafra Juan Jesús	602089039	3	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
				Producción Estimada (qq)	90	70	70	60	50	50	50
				Precio de Venta (qq)	18	18	18	20	20	20	20
21	Cabrera Chafra Emeterio	602204984	3	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
				Producción Estimada (qq)	50	50	50	45	30	30	25
				Precio de Venta (qq)	18	18	18	20	20	19	19
22	Novay Lema Carlos German	602784316	3	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
				Producción Estimada (qq)	40	40	40	35	25	25	25
				Precio de Venta (qq)	18	18	18	20	20	20	20
23	Paucar Lema María Francisca	601591480	3	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	2	2	2	2	2	2	2
				Producción Estimada (qq)	100	100	100	90	60	65	65
				Precio de Venta (qq)	18	18	18	20	20	20	20
24	Quishpe Yamasca Rogelio	1708442965	2	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	1	1	1	1	1	1	1
				Producción Estimada (qq)	50	50	50	40	30	30	30
				Precio de Venta (qq)	17	17	17	18	18	20	20
25	Novay Lema Blanca Azucena	1721520805	2	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
				Producción Estimada (qq)	90	90	90	70	50	50	40
				Precio de Venta (qq)	19	19	18	20	20	22	22
26	Quishpe Auqui Isidro	601100944	3	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	2	2	2	2	2	2	2
				Producción Estimada (qq)	120	120	100	90	60	60	50

	Francisco			Precio de Venta (qq)	15	15	15	20	20	20	20
27	Quishpe Juan Ambrosio	601868177	4	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	2	2	2	2	2	2	2
				Producción Estimada (qq)	100	100	90	80	50	60	60
				Precio de Venta (qq)	18	18	18	20	20	20	20
28	Quishpe Damasca Enrique	1708896400	5	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	3	3	3	3	3	3	3
				Producción Estimada (qq)	200	180	180	110	100	100	90
				Precio de Venta (qq)	18	20	20	20	20	22	22
29	Novay Medina Manuel Mesías	600393219	4	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
				Producción Estimada (qq)	180	180	140	120	90	90	90
				Precio de Venta (qq)	18	18	18	20	20	20	22
30	Huilca Calle Ángel Celidonio	602434664	3	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
				Producción Estimada (qq)	90	90	90	60	50	55	65
				Precio de Venta (qq)	18	18	18	20	20	20	20
31	Moina Auqui Juan Manuel	602486680	4	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	2	2	2	2	2	2	2
				Producción Estimada (qq)	120	120	120	100	70	70	60
				Precio de Venta (qq)	18	20	20	22	22	22	22
32	Quishpe Tenesaca María Florinda	601739634	2	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	1	1	1	1	1	1	1
				Producción Estimada (qq)	60	60	50	40	25	25	20
				Precio de Venta (qq)	18	18	18	20	2	20	22
33	Chafra Quishpe Juan Nicolás	917550733	2	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
				Producción Estimada (qq)	60	50	50	50	35	35	30
				Precio de Venta (qq)	20	20	20	20	22	22	22
34	Quishpe Auqui Segundo Aurelio	601747959	2	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	1	1	1	1	1	1	1
				Producción Estimada (qq)	90	80	80	70	50	50	50
				Precio de Venta (qq)	17	17	18	20	20	20	20
35	Ortega Quishpe Manuel Sacramento	603984907	2	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
				Producción Estimada (qq)	90	80	80	50	40	30	30
				Precio de Venta (qq)	15	15	18	18	18	20	20
36	Guilca Quishpi Zoila Victoria	929175271	3	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	2	2	2	2	2	2	2
				Producción Estimada (qq)	120	120	120	90	60	60	50
				Precio de Venta (qq)	16	16	16	20	20	20	20
37	Roto María Guillermina	602813321	3	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	2	2	2	2	2	2	2
				Producción Estimada (qq)	90	90	90	60	50	40	40
				Precio de Venta (qq)	18	18	18	18	20	20	20
38	Chafra Guaman Anselmo	600433437	6	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	3	3	3	3	3	3	3
				Producción Estimada (qq)	220	200	180	180	120	100	100
				Precio de Venta (qq)	19	19	19	20	20	20	20
39	Chafra Huilca María Inés	601941453	6	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	3	3	3	3	3	3	3
				Producción Estimada (qq)	200	180	180	180	120	120	100
				Precio de Venta (qq)	18	18	18	18	20	22	22

40	Parapi Paucar María Yolanda	603928532	4	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
				Producción Estimada (qq)	60	60	60	50	40	40	30
				Precio de Venta (qq)	18	18	18	20	20	20	22
41	Lema Guilca Esteban	601765480	3	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
				Producción Estimada (qq)	70	60	60	50	30	30	30
				Precio de Venta (qq)	19	19	19	19	20	20	20
42	Naula Quishpe Zoila Clementina	604154476	3.5	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
				Producción Estimada (qq)	100	100	90	90	70	60	60
				Precio de Venta (qq)	15	15	18	18	18	20	20
43	López Lema José Manuel	603844280	2	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
				Producción Estimada (qq)	70	70	70	65	55	50	50
				Precio de Venta (qq)	18	18	18	20	20	20	20
44	Quishpe Tenesaca José Miguel	603270356	3	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
				Producción Estimada (qq)	120	120	120	90	70	60	60
				Precio de Venta (qq)	18	20	20	20	20	20	20
45	Moina Cuenca Celio	604656165	5	Extensión Sembrada Trigo (Ha)	3	3	3	3	3	3	3
				Producción Estimada (qq)	160	160	160	150	120	120	90
				Precio de Venta (qq)	18	18	20	20	20	20	20

Fuente: Encuestas productivas.
Elaboración: Fabián Cerón.

Anexo D. Listado de productores y costos de producción.

Nombres	Cedula	Edad	Tenencia (ha)	Preparación del suelo USD	Mano de obra USD	Insumos USD	Impuesto predial USD	Agua de riego USD
Guilca Luis Enrique	905834198	63	5	290	391	584.32	100	10
Brito Zarmiento Cesar Cornelio	600434146	68	5	260	290	525.82	100	10
Chafila Álvarez Nelson Alcides	600280853	73	3	250	327	525.82	60	10
Chafila Lema María Ángela	600302871	84	4	260	249	503.32	80	10
Muñoz Homero Euclides	600274591	79	3	260	336	528.82	60	10
López Ortiz Eleonidas	600215925	77	15	270	333	503.32	300	10
Tenesaca Yugshi Ángel Taquino	600278691	74	2.5	290	334	548.32	50	10
Saeteros Mora Glenda Pilar	602464695	45	2.5	280	408	518.32	50	10
Ortiz Espinoza Inés Pioleta	602421661	50	3	260	260	520.41	60	10
Yamasque Yamba María Alegría	600256044	75	4	270	213	503.32	80	10
Yupa Calle Walter Ramiro	604670562	36	5.5	260	264	503.32	110	10
López Muñoz Ángel Mauricio	602192429	50	4	290	296	507.82	80	10
Dutan Quishpe María Dolores	603426552	37	3	280	224	495.82	60	10
Quishpi Doble María Esperanza	603471558	39	4	270	290	510.82	80	10
Lema Doble Estelvina	1710181858	45	3	260	334	518.32	60	10
Choglio Tenesaca María Norma	302176334	37	3	250	390	503.32	60	10
Lema Morocho Sayda Margarita	302635800	34	3	270	262	510.82	60	10
Quishpe Moina José Rosalino	601837644	54	4	290	282	525.82	80	10
Quishpe Moina Rosa Emiliana	600297274	40	5	280	288	503.32	100	10
Cabrera Chafila Juan Jesús	602089039	52	3	270	270	507.82	60	10
Cabrera Chafila Emeterio	602204984	48	3	280	204	483.82	60	10

Novay Lema Carlos German	602784316	47	3	270	280	483.82	60	10
Paucar Lema María Francisca	601591480	60	3	260	306	507.82	60	10
Quishpe Yamasca Rogelio	1708442965	54	2	265	300	503.32	40	10
Novay Lema Blanca Azucena	1721520805	32	2	275	306	498.82	40	10
Quishpe Auqui Isidro Francisco	601100944	64	3	280	320	510.33	60	10
Quishpe Juan Ambrosio	601868177	59	4	280	368	503.32	80	10
Quishpe Damasca Enrique	1708896400	52	5	270	348	503.32	100	10
Novay Medina Manuel Mesías	600393219	72	4	290	394	512.32	80	10
Huilca Calle Ángel Celidonio	602434664	44	3	280	446	522.82	60	10
Moina Auqui Juan Manuel	602486680	47	4	270	312	503.32	80	10
Quishpe Tenesaca María Florinda	601739634	43	2	290	304	488.32	40	10
Chafra Quishpe Juan Nicolas	917550733	40	2	275	310	488.32	40	10
Quishpe Auqui Segundo Aurelio	601747959	68	2	280	404	533.32	40	10
Ortega Quishpe Manuel Sacramento	603984907	37	2	270	290	488.32	40	10
Guilca Quishpi Zoila Victoria	929175271	33	3	290	278	495.82	60	10
Roto María Guillermina	602813321	44	3	280	240	530.33	60	10
Chafra Guaman Anselmo	600433437	66	6	270	306	507.82	120	10
Chafra Huilca María Inés	601941453	52	6	280	378	507.82	120	10
Parapi Paucar María Yolanda	603928532	33	4	275	310	488.32	80	10
Lema Guilca Esteban	601765480	63	3	260	362	525.25	60	10
Naula Quishpe Zoila Clementina	604154476	40	3.5	250	282	494.32	70	10
López Lema José Manuel	603844280	60	2	240	330	501.55	40	10
Quishpe Tenesaca José Miguel	603270356	37	3	210	347	515.15	60	10
Moina Cuenca Celio	604656165	32	5	250	336	503.32	100	10

Fuente: Encuestas productivas.
Elaboración: Fabián Cerón.

Anexo E. Resumen del modelo econométrico.

Para el modelo final con la variable dependiente Productividad, no se puede calcular las estadísticas de influencia porque el ajuste es perfecto.

Resumen del modelo ^b				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	1.000 ^a	1.000	.	.

Fuente: SPSS.

Elaboración: Fabián Cerón.

Resumen del modelo ^b						
Modelo	Estadísticos de cambio					Durbin-Watson
	Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F	
1	1.000	.	4	0	.	.203

Fuente: SPSS.

Elaboración: Fabián Cerón.

- a. Variables predictoras: (constante), etc, costos de producción, velocidad del viento, temperatura.
- b. Variable dependiente: productividad.

Anexo F. Datos referenciales de la estación meteorológica instalada en la parroquia de Sevilla.

Fecha	Temperatura °C	Humedad Relativa %	Velocidad del viento m/s	Evaporación mm	Precipitación mm
25/05/2017	5.28	36	0.76	3.5	0
26/05/2017	6.9	37.5	0	0.3	3
27/05/2017	4.36	40	0.45	3.5	0.1
28/05/2017	6.35	38.5	1.21	0.2	0
29/05/2017	0.37	36	0.36	0.4	0
30/05/2017	4.06	37.5	0.45	3.5	0.1
31/05/2017	5.74	38.5	0	1	0
01/06/2017	5.35	40.5	0	0	1.5
02/06/2017	4.94	40	1.12	3.5	0.1
03/06/2017	6.31	38	0.04	0.5	0
04/06/2017	8.31	38	1.03	0.2	0
05/06/2017	6.5	37.5	0.63	3.5	0
06/06/2017	2.04	36	1.47	1	0
07/06/2017	3.44	34	0	0.2	0
08/06/2017	5.47	37.5	0.04	0	2.6
09/06/2017	7.33	40	0	0	6.7
10/06/2017	5.76	41	0.18	0	0.2
11/06/2017	6.01	41.5	0.67	0	0.9
12/06/2017	7.64	44.5	0	20	11.5
13/06/2017	7.57	44.5	0.18	0	18.2
14/06/2017	6.71	42	0.04	0	1.5
15/06/2017	9.42	43.5	1.07	0	1.6
16/06/2017	8.13	42	1.03	3.5	1.2
17/06/2017	3.35	41.5	0	0	0
18/06/2017	6.43	43.5	0	0	1.7
19/06/2017	5.75	43	1.97	0	0.1
20/06/2017	8.43	43	0	0	1.7
21/06/2017	6.1	43.5	0	10	12.1
22/06/2017	5.76	43.5	0.4	3.5	0
23/06/2017	5.4	44	0.09	0	0

24/06/2017	4.83	43	0.04	5	0
25/06/2017	6.79	42.5	0.67	0	0
26/06/2017	4.76	41.5	0.49	0.5	0.1
27/06/2017	6.88	43	0.27	0	2.7
28/06/2017	9.07	44	0.04	0	3
29/06/2017	9.25	44.5	0.04	0	0
30/06/2017	9.13	44.5	0.58	0.2	7.5
01/07/2017	6.39	38	2.55	20	0
02/07/2017	7.94	25.5	1.7	5	0

Fuente: Estación meteorológica Sevilla.
Elaboración: Fabián Cerón.

Anexo G. Datos climáticos mensuales extrapolados de la parroquia de Sevilla en el período 2010 - 2016.

Evaporación

Mes	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Ene	63.8	59.7	46.7	55.5	59.4	58.8	63.7
Feb	48.9	50.2	42.3	49.9	52.4	51.9	39.9
Mar	50.5	72.7	45.8	60.9	56.8	71.7	56.7
Abr	42.5	41.9	46.6	58.9	57.4	99.0	53.0
May	45.3	81.6	66.4	58.8	56.8	73.0	66.1
Jun	57.1	68.2	76.4	89.2	80.1	98.5	68.7
Jul	64.4	83.7	96.3	103.6	125.0	120.0	96.5
Ago	113.0	93.4	105.0	103.8	129.5	132.7	113.0
Sep	90.3	88.7	117.6	101.5	104.0	124.9	107.7
Oct	112.3	110.2	94.2	91.7	74.7	81.6	93.6
Nov	96.9	82.5	82.6	97.5	72.8	98.3	89.4
Dic	62.2	58.8	81.0	74.5	83.2	88.1	78.5
V_Máximo	112.96	110.24	117.57	103.81	129.45	132.70	112.99
3er Cuartil	95.20	87.42	95.75	100.51	98.77	114.72	95.77
Media	63.03	77.18	78.74	81.88	73.79	93.23	73.61
1er Cuartil	49.28	59.05	46.61	58.86	56.96	72.05	58.42
V_Mínimo	42.48	41.92	42.34	49.91	52.42	51.92	39.92

Fuente: ARC GIS.

Elaboración: Fabián Cerón.

Humedad Relativa.

Mes	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Ene	82.1	81.7	86.0	81.6	82.9	83.4	82.4
Feb	85.6	86.3	85.5	83.1	81.1	84.7	84.2
Mar	85.4	79.7	84.6	83.1	79.1	83.8	82.2
Abr	86.6	84.1	83.3	81.0	80.8	82.1	82.6
May	86.5	77.5	84.4	80.0	81.3	81.5	81.5
Jun	79.4	73.6	80.0	76.2	78.5	82.0	77.9
Jul	78.1	76.0	75.2	76.0	74.2	77.9	76.5
Ago	70.2	73.0	72.0	74.6	73.4	75.9	73.8
Sep	71.3	74.1	72.4	73.8	74.8	76.2	73.9
Oct	72.4	73.6	75.1	77.6	79.0	78.8	76.6
Nov	72.6	77.3	77.1	77.1	76.0	77.8	75.9

Dic	83.5	83.0	77.5	78.7	78.8	80.5	79.7
V_Máximo	86.60	86.28	85.98	83.13	82.92	84.71	84.16
3er Cuartil	85.57	82.68	84.54	81.47	81.04	83.07	82.34
Media	80.75	77.44	78.75	78.16	78.87	81.02	78.84
1er Cuartil	72.43	73.74	75.10	76.03	75.10	77.82	76.09
V_Mínimo	70.21	73.03	72.04	73.77	73.37	75.87	73.78

Fuente: ARC GIS

Elaboración: Fabián Cerón.

Precipitación.

Mes	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Ene	45.6	38.7	81.5	43.0	35.2	59.5	43.6
Feb	133.2	115.7	78.9	35.3	89.4	106.3	86.8
Mar	95.1	68.8	78.4	47.6	74.2	144.1	76.7
Abr	117.1	135.1	134.3	18.5	67.5	72.4	69.2
May	97.3	15.2	22.0	47.8	110.2	80.6	55.4
Jun	25.7	14.6	7.7	3.0	12.8	30.9	27.4
Jul	25.6	10.9	2.8	10.5	7.6	17.0	9.1
Ago	4.2	7.4	6.2	7.2	2.6	1.9	3.1
Sep	12.1	19.2	3.2	4.6	31.9	0.9	9.2
Oct	14.6	16.6	40.8	20.2	32.7	27.2	22.3
Nov	46.2	27.6	64.9	7.3	38.5	23.7	20.8
Dic	82.2	44.0	16.1	25.5	26.1	18.5	31.9
V_Máximo	133.22	135.09	134.34	47.80	110.24	144.13	86.85
3er Cuartil	96.74	62.56	78.78	41.08	72.56	78.56	65.77
Media	45.89	23.42	31.43	19.32	33.95	29.07	29.68
1er Cuartil	17.33	14.75	6.61	7.20	16.09	17.38	12.13
V_Mínimo	4.23	7.38	2.79	2.96	2.59	0.87	3.11

Fuente: ARC GIS.

Elaboración: Fabián Cerón.

Temperatura.

Mes	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Ene	13.7	13.5	13.0	13.7	13.5	13.4	13.6
Feb	13.7	13.2	13.0	13.3	13.2	13.1	13.5
Mar	13.9	13.9	13.3	13.5	13.6	13.4	13.9
Abr	13.9	13.8	13.6	14.1	13.5	13.8	13.8
May	14.1	14.5	14.0	14.0	13.7	14.0	14.1
Jun	14.2	14.5	14.1	14.5	14.1	14.4	14.4
Jul	14.2	14.5	14.9	14.7	15.1	14.9	14.8
Ago	14.6	14.8	15.0	14.6	14.8	15.3	15.1

Sep	14.5	14.5	15.0	14.6	14.6	15.3	15.0
Oct	14.9	14.1	14.7	14.3	13.9	14.4	14.8
Nov	14.5	13.8	14.8	14.5	14.4	15.0	14.9
Dic	13.5	13.4	14.4	14.0	13.9	14.4	14.3
V_Máximo	14.86	14.80	15.03	14.73	15.12	15.26	15.07
3er Cuartil	14.52	14.50	14.92	14.56	14.53	14.98	14.86
Media	14.15	14.03	14.24	14.22	13.91	14.38	14.34
1er Cuartil	13.79	13.58	13.36	13.79	13.54	13.53	13.85
V_Mínimo	13.54	13.16	12.99	13.33	13.20	13.07	13.51

Fuente: ARC GIS.

Elaboración: Fabián Cerón.

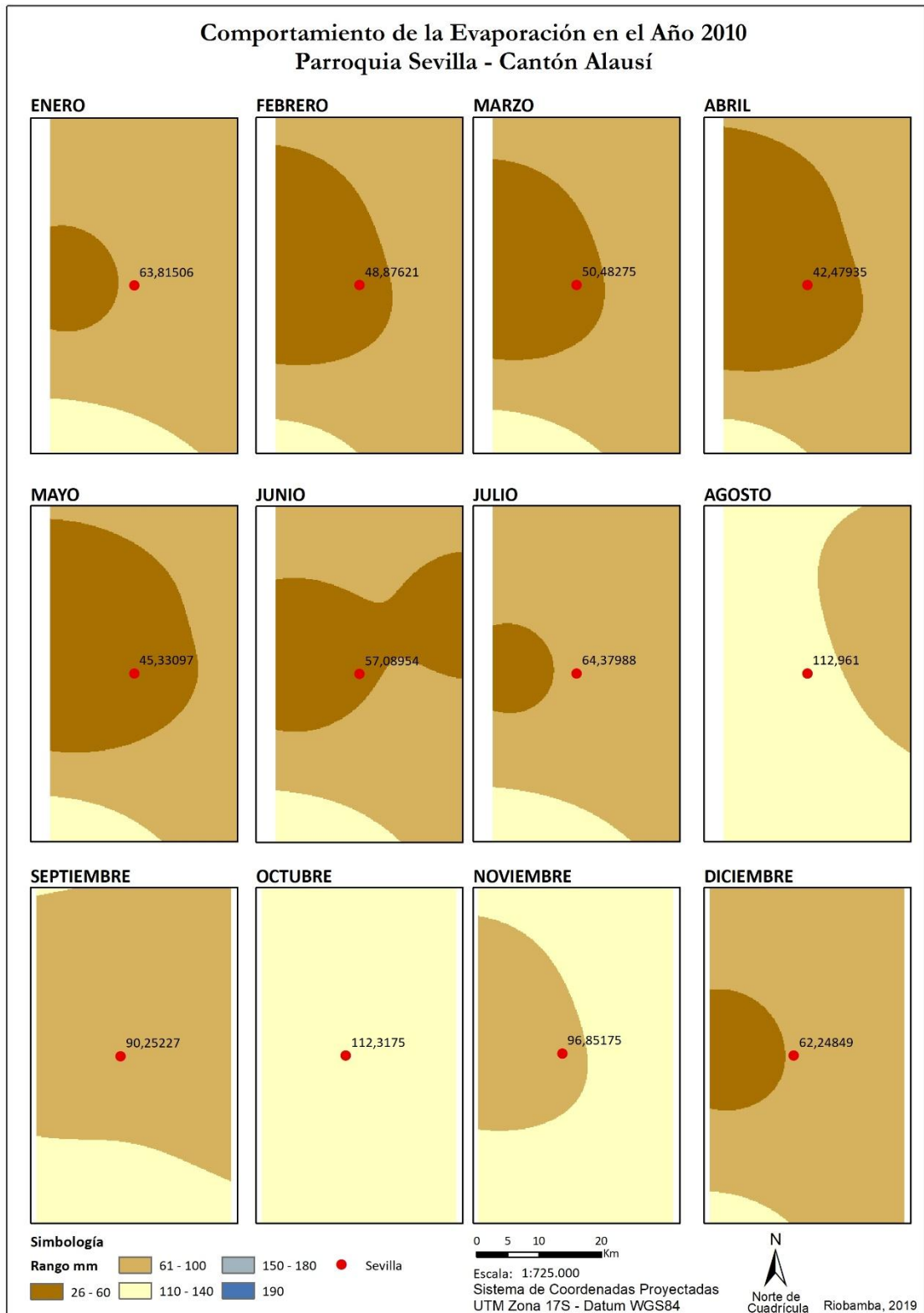
Velocidad del Viento.

Mes	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Ene	3.5	3.4	4.5	3.2	5.0	5.3	4.3
Feb	3.9	3.0	4.3	3.3	4.6	4.8	3.9
Mar	3.8	4.2	4.9	3.0	4.9	4.2	4.1
Abr	3.9	3.3	3.7	3.2	4.5	4.0	3.8
May	3.7	3.3	4.0	4.4	4.4	3.9	3.9
Jun	3.3	4.0	4.2	3.2	4.9	4.4	3.8
Jul	4.8	3.7	4.2	3.8	4.1	4.5	4.2
Ago	5.0	3.5	5.0	3.1	4.8	4.3	4.1
Sep	4.9	4.3	3.5	3.3	3.7	5.1	4.0
Oct	5.1	5.0	3.3	2.7	3.1	4.2	3.8
Nov	3.6	3.7	3.5	3.3	3.6	4.3	3.6
Dic	3.5	3.0	4.4	4.1	3.0	4.4	3.5
V_Máximo	5.1	5.0	5.0	4.4	5.0	5.3	4.3
3er Cuartil	4.8	4.1	4.5	3.6	4.9	4.7	4.1
Media	3.8	3.6	4.2	3.3	4.5	4.3	3.9
1er Cuartil	3.5	3.3	3.6	3.1	3.6	4.2	3.8
V_Mínimo	3.3	3.0	3.3	2.7	3.0	3.9	3.5

Fuente: ARC GIS.

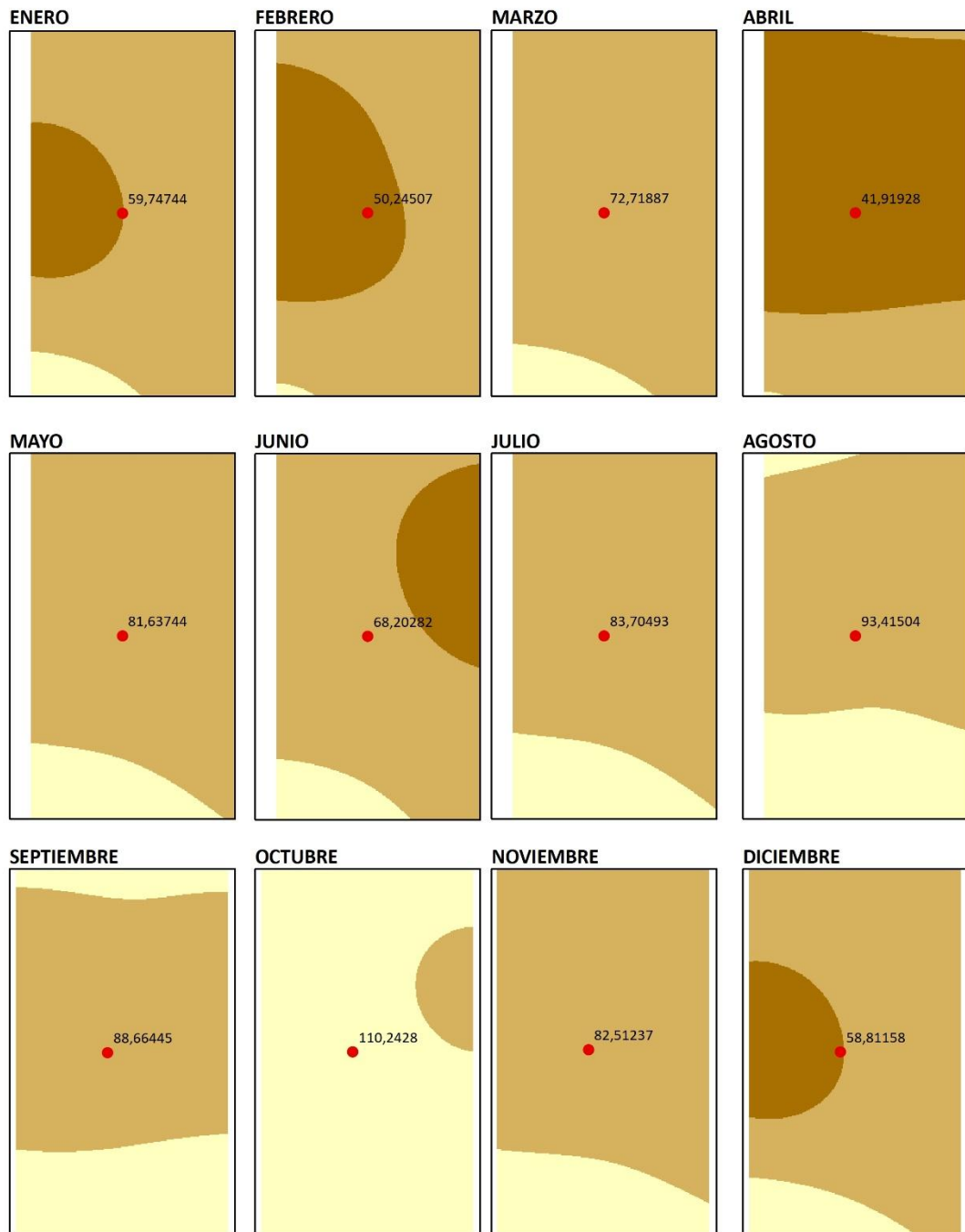
Elaboración: Fabián Cerón.

Anexo H. Atlas climatológico.



Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Evaporación en el Año 2011 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología

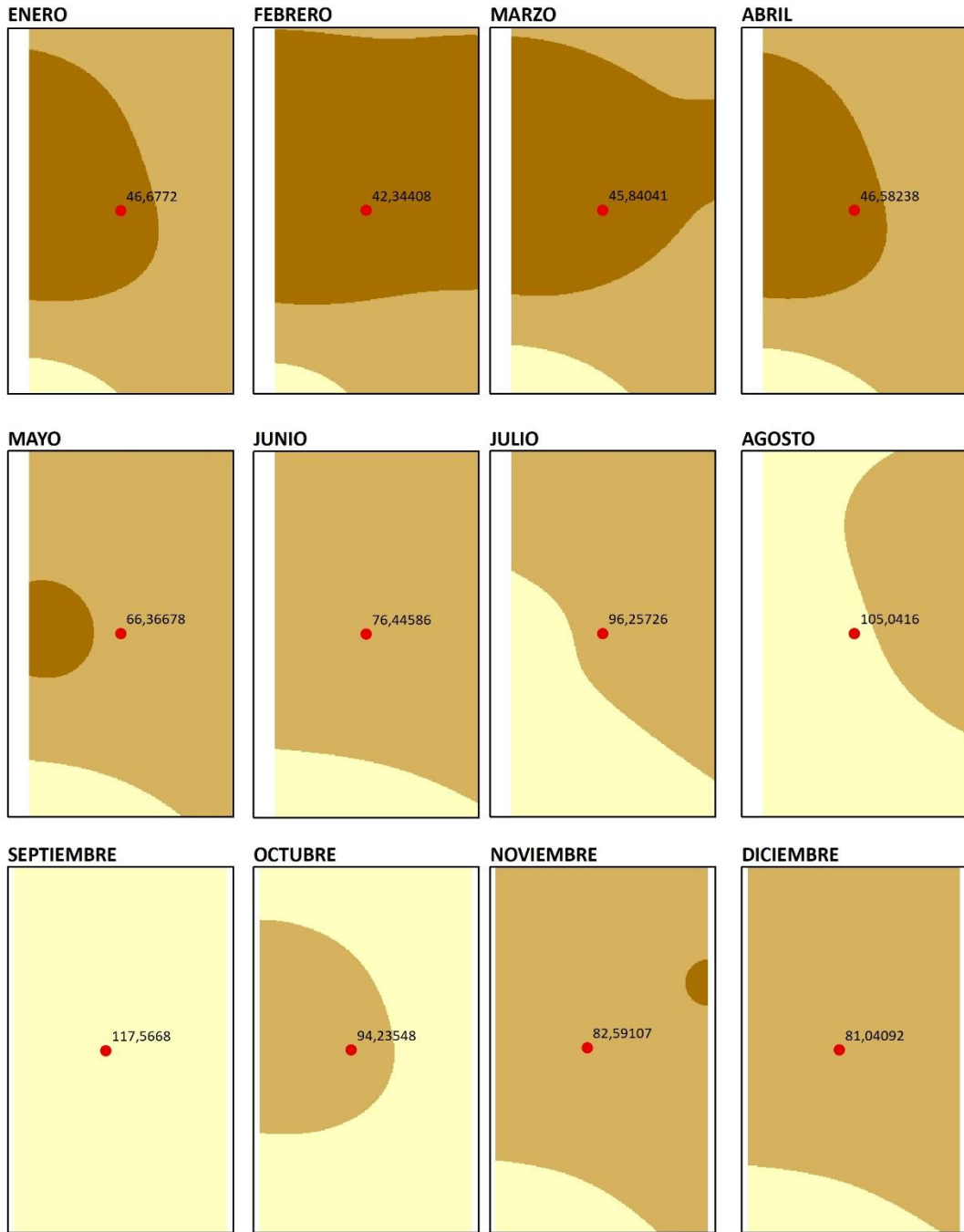
 61 - 100	 150 - 180	● Sevilla
 26 - 60	 110 - 140	 190

0 5 10 20 Km
Escala: 1:725.000
Sistema de Coordenadas Proyectadas
UTM Zona 17S - Datum WGS84

N
Norte de Cuadrícula
Riobamba, 2019

Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Evaporación en el Año 2012 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología

Rango mm	61 - 100	150 - 180	● Sevilla
	26 - 60	110 - 140	
		190	

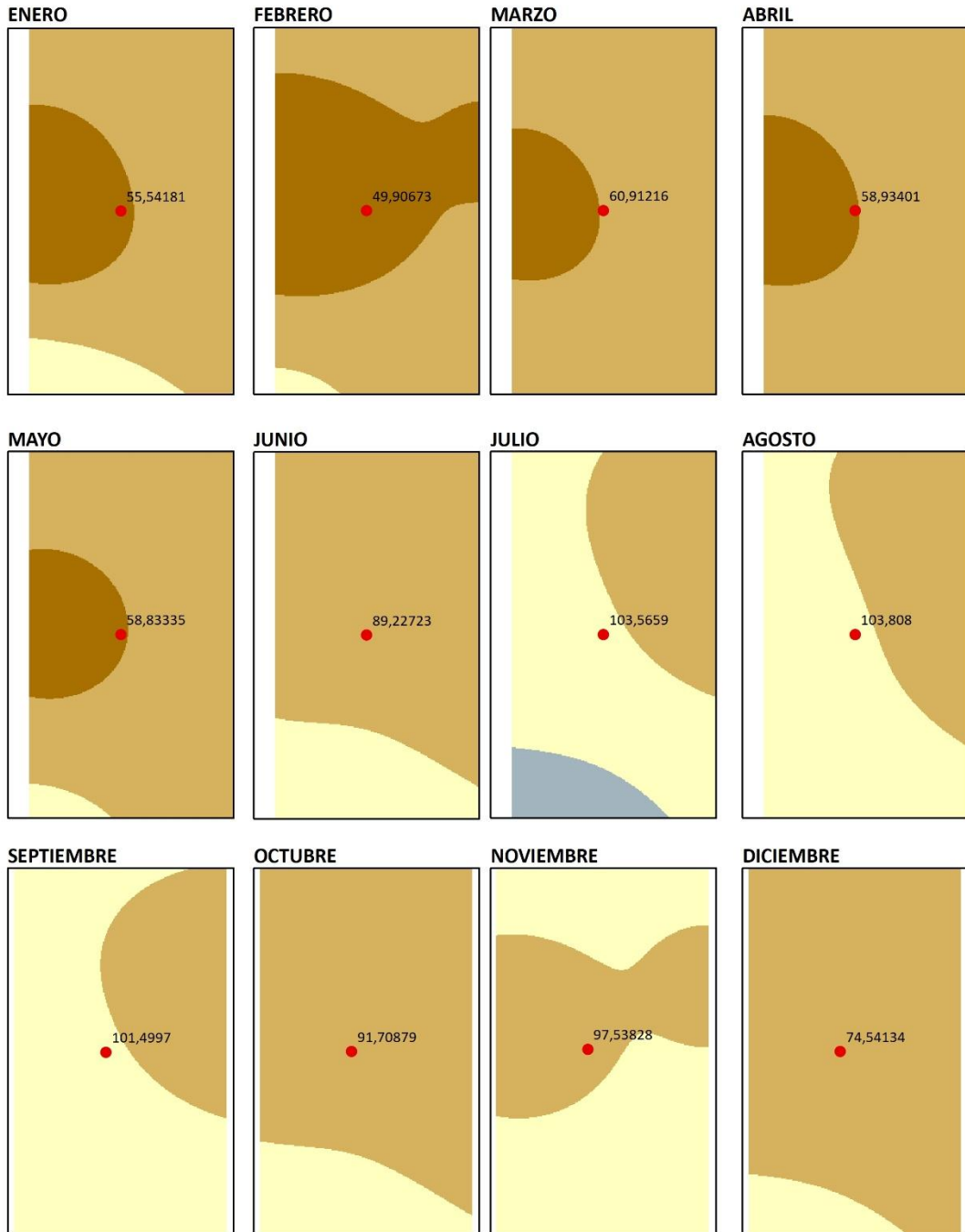
0 5 10 20 Km

Escala: 1:725.000
Sistema de Coordenadas Proyectadas
UTM Zona 17S - Datum WGS84

N
Norte de Cuadrícula
Riobamba, 2019

Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Evaporación en el Año 2013 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología

Rango mm	61 - 100	150 - 180	● Sevilla
	26 - 60	110 - 140	190

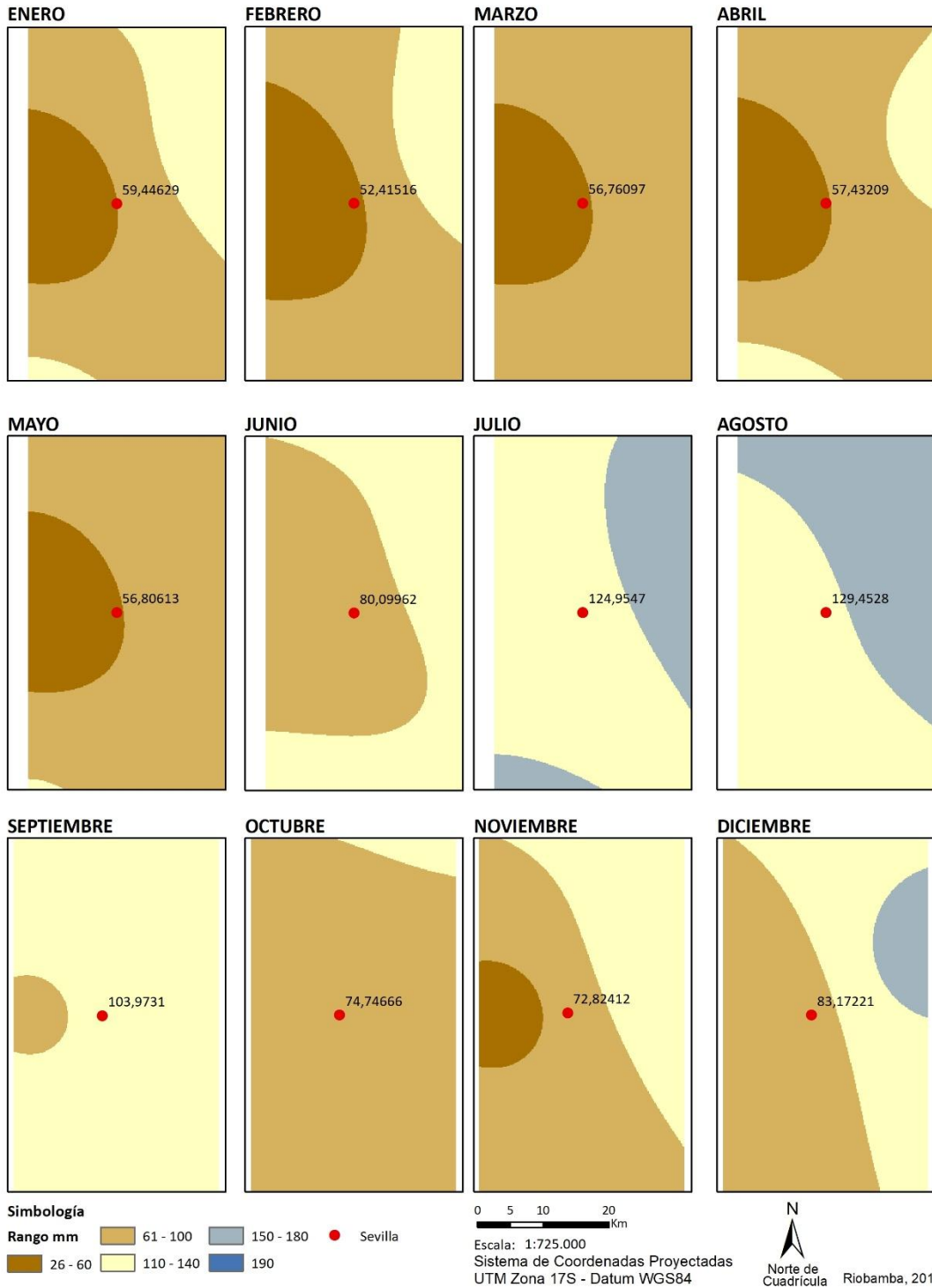
0 5 10 20 Km

Escala: 1:725.000
Sistema de Coordenadas Proyectadas
UTM Zona 17S - Datum WGS84

N
Norte de Cuadrícula
Riobamba, 2019

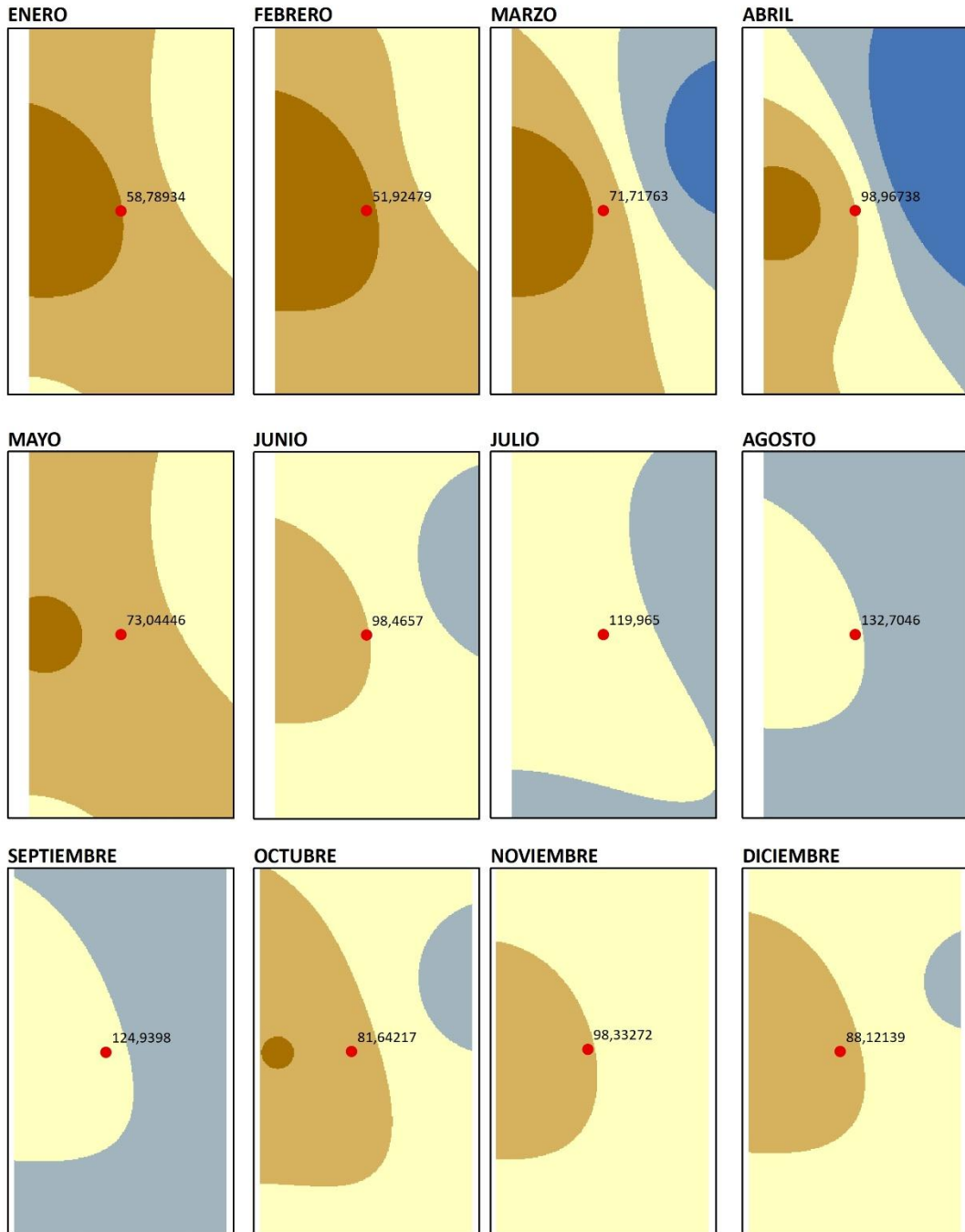
Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Evaporación en el Año 2014 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Fuente: ARC GIS.
 Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Evaporación en el Año 2015 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología

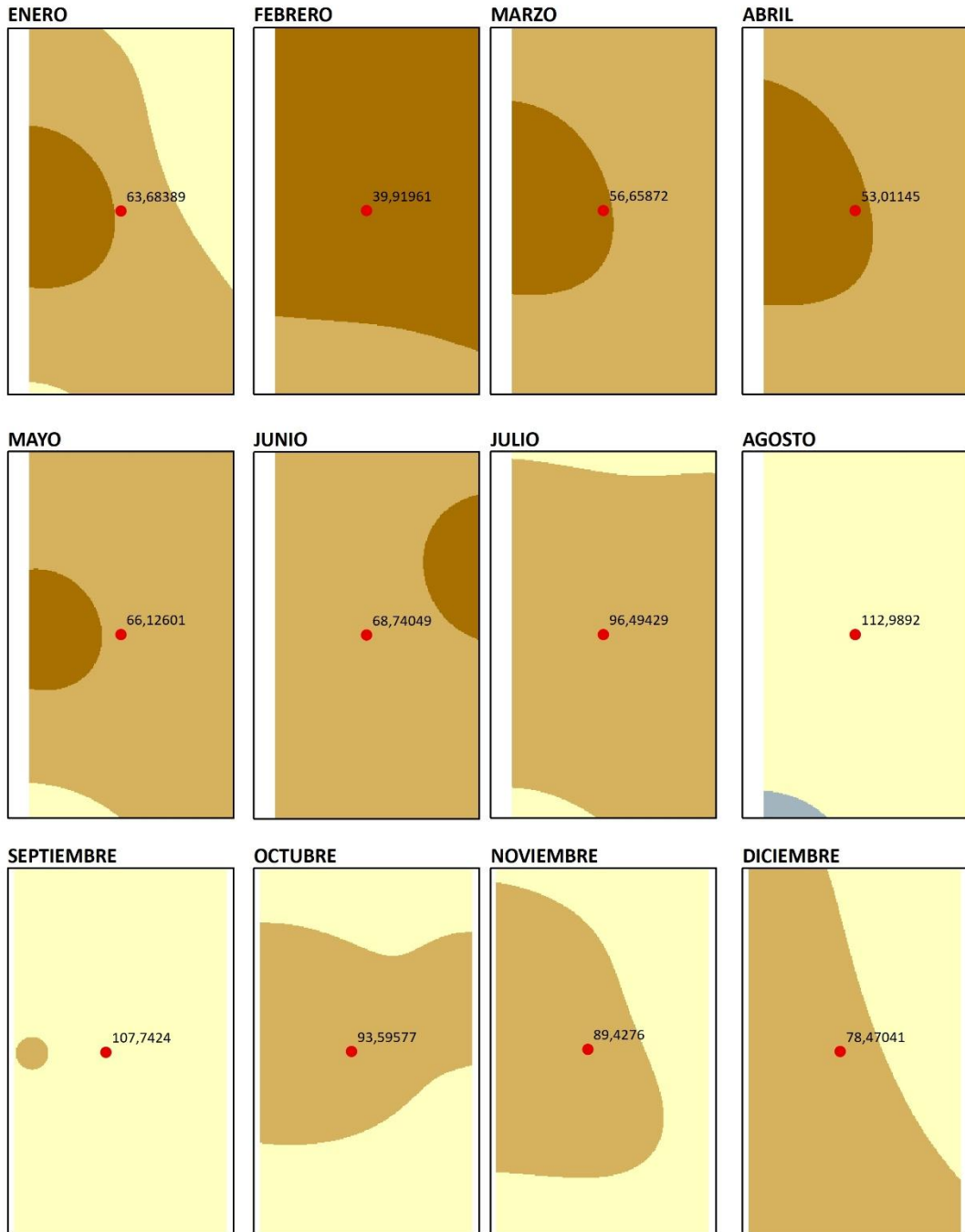
Rango mm	61 - 100	150 - 180	• Sevilla
	26 - 60	110 - 140	190

0 5 10 20 Km
Escala: 1:725.000
Sistema de Coordenadas Proyectadas
UTM Zona 17S - Datum WGS84

N
Norte de Cuadrícula
Riobamba, 2019

Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Evaporación en el Año 2016 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología

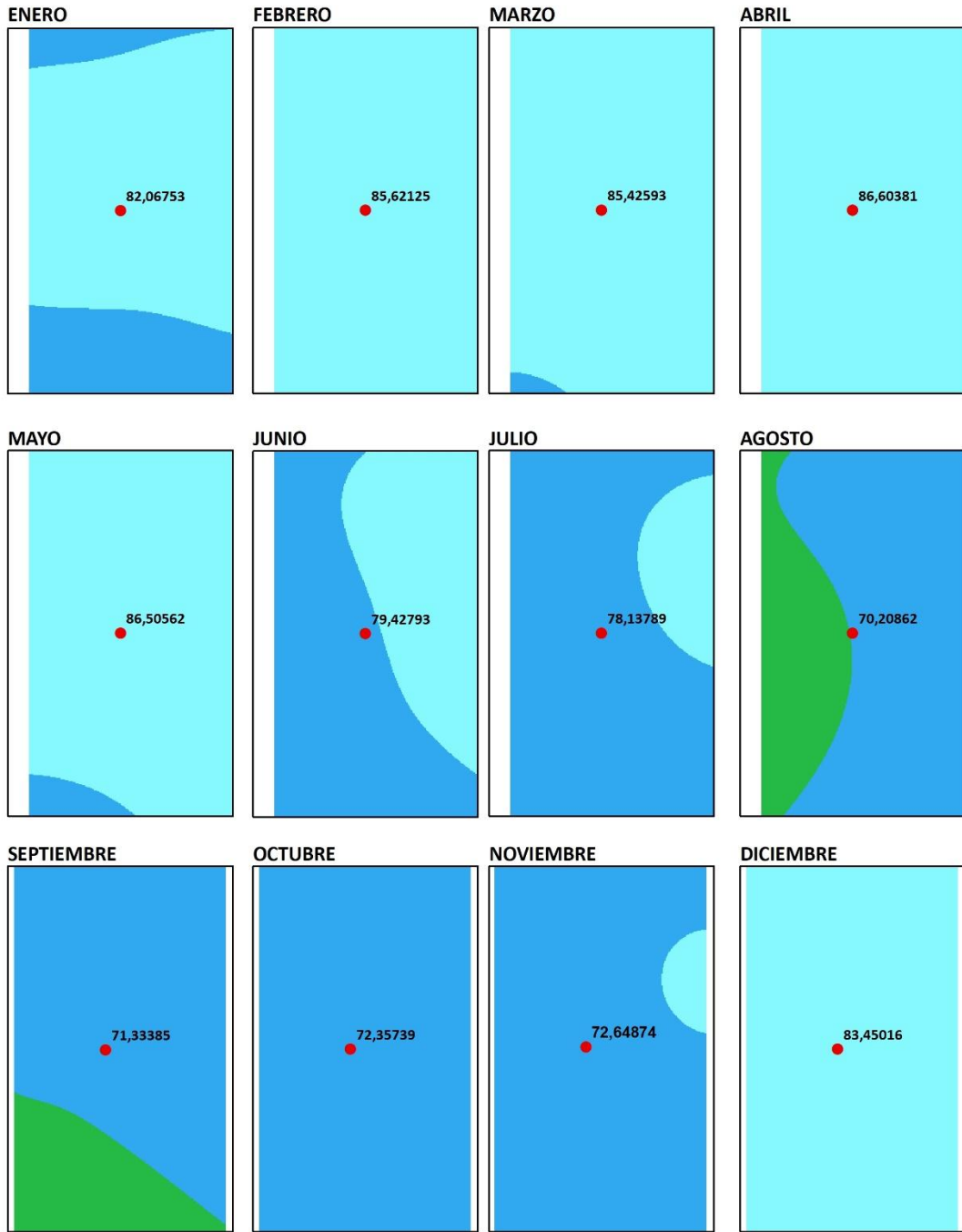
Rango mm	61 - 100	150 - 180	● Sevilla
	26 - 60	110 - 140	● 190

0 5 10 20 Km
Escala: 1:725.000
Sistema de Coordenadas Proyectadas
UTM Zona 17S - Datum WGS84

N
Norte de Cuadrícula
Riobamba, 2019

Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Humedad Relativa en el Año 2010 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología
Porcentaje ■ 60,01 - 70 ■ 80,01 - 90 ● Sevilla
 ■ 53,6 - 60 ■ 70,01 - 80

0 5 10 20 Km

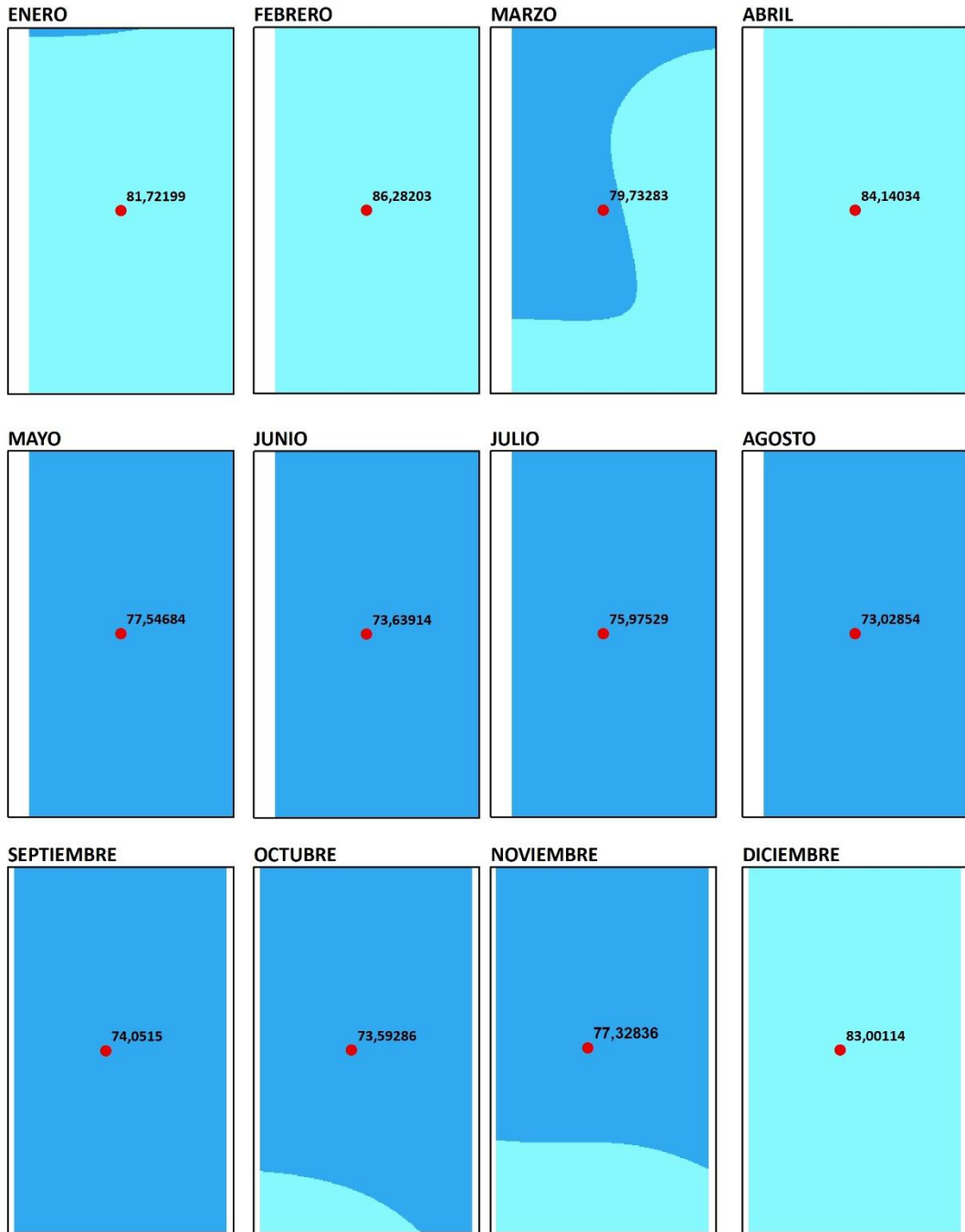
Escala: 1:725.000

Sistema de Coordenadas Proyectadas
 UTM Zona 17S - Datum WGS84

N
 Norte de Cuadrícula
 Riobamba, 2019

Fuente: ARC GIS.
 Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Humedad Relativa en el Año 2011 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología

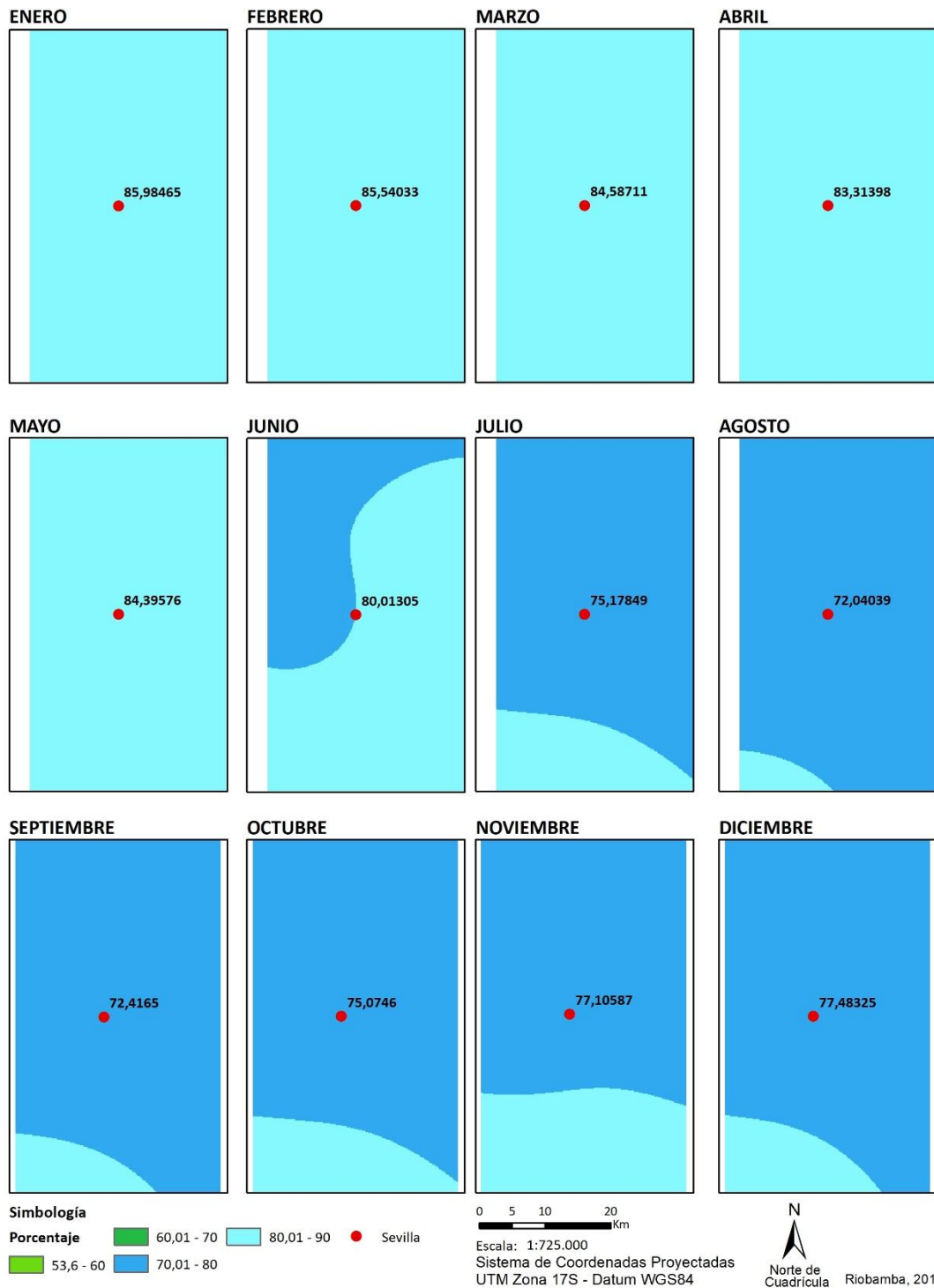
Porcentaje	 60,01 - 70	 80,01 - 90	● Sevilla
	 53,6 - 60	 70,01 - 80	

0 5 10 20 Km
Escala: 1:725.000
Sistema de Coordenadas Proyectadas
UTM Zona 17S - Datum WGS84

N
Norte de Cuadrícula
Riobamba, 2019

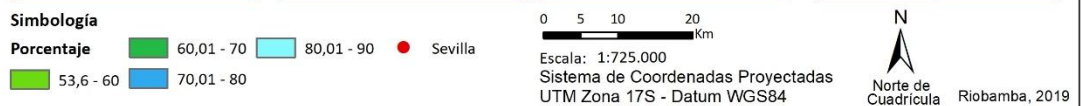
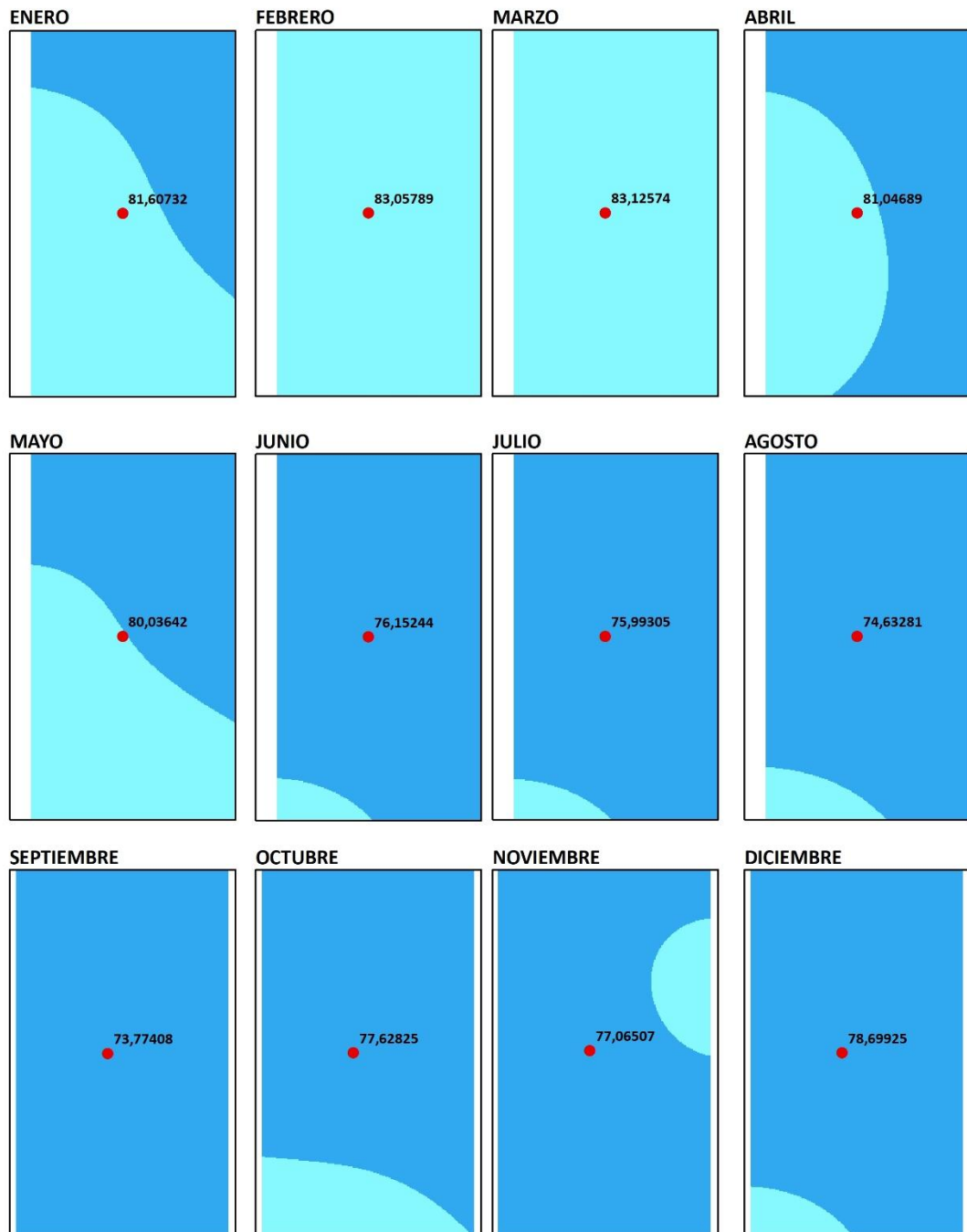
Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Humedad Relativa en el Año 2012 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



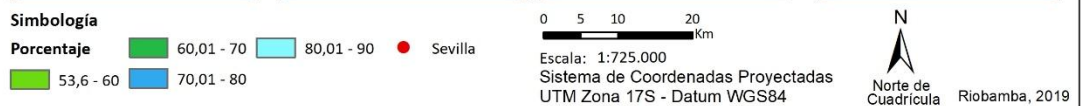
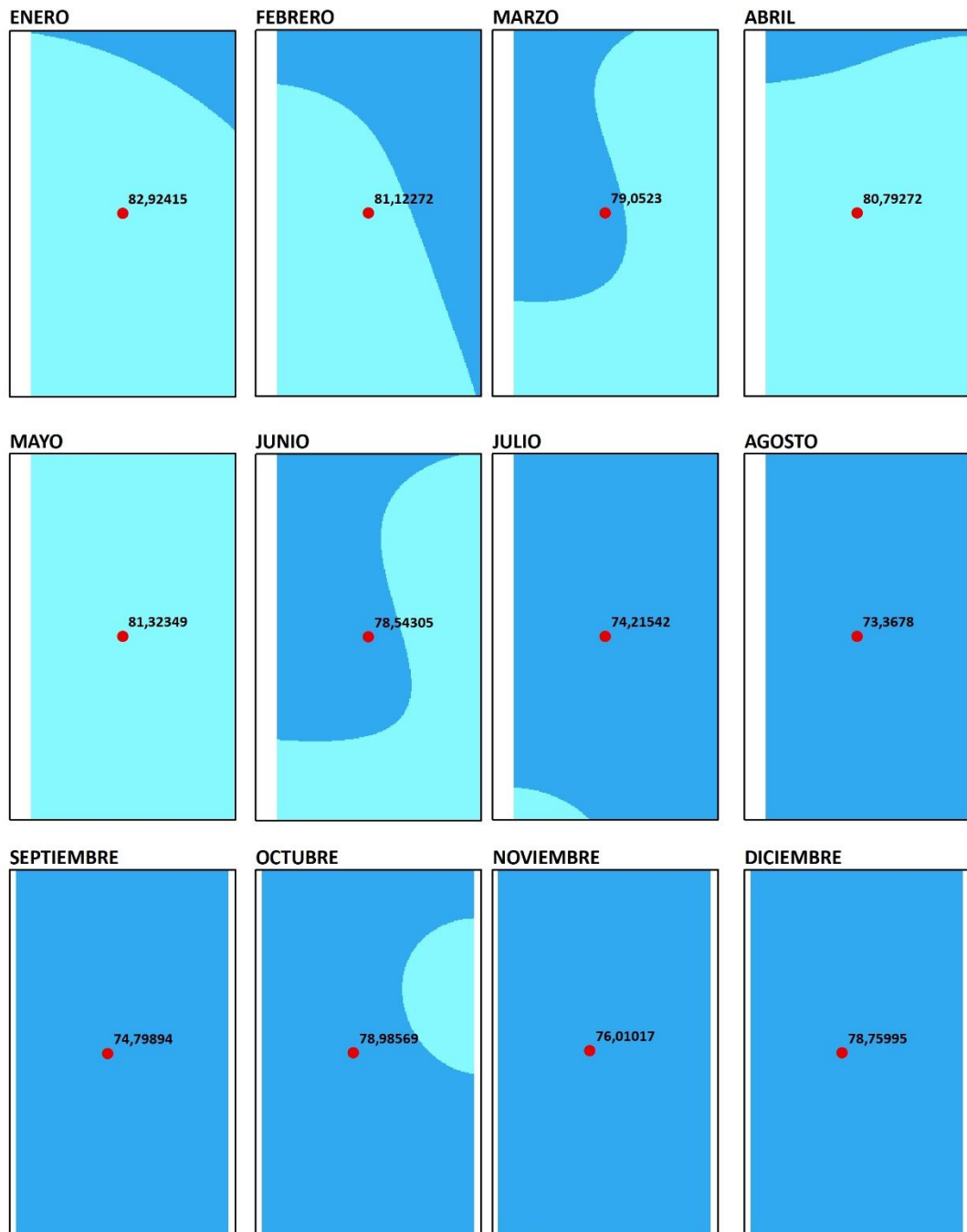
Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Humedad Relativa en el Año 2013 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



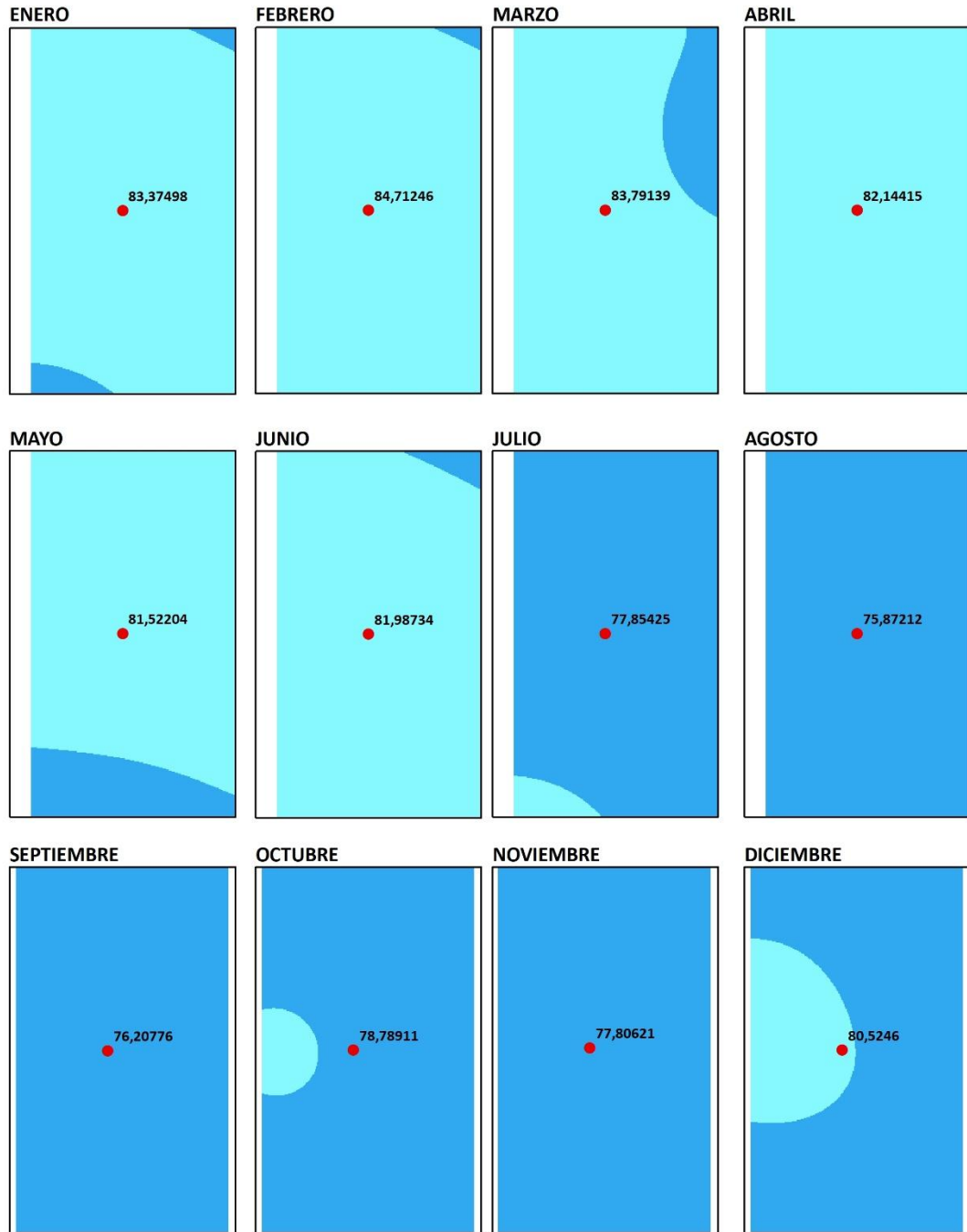
Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Humedad Relativa en el Año 2014 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Humedad Relativa en el Año 2015 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología

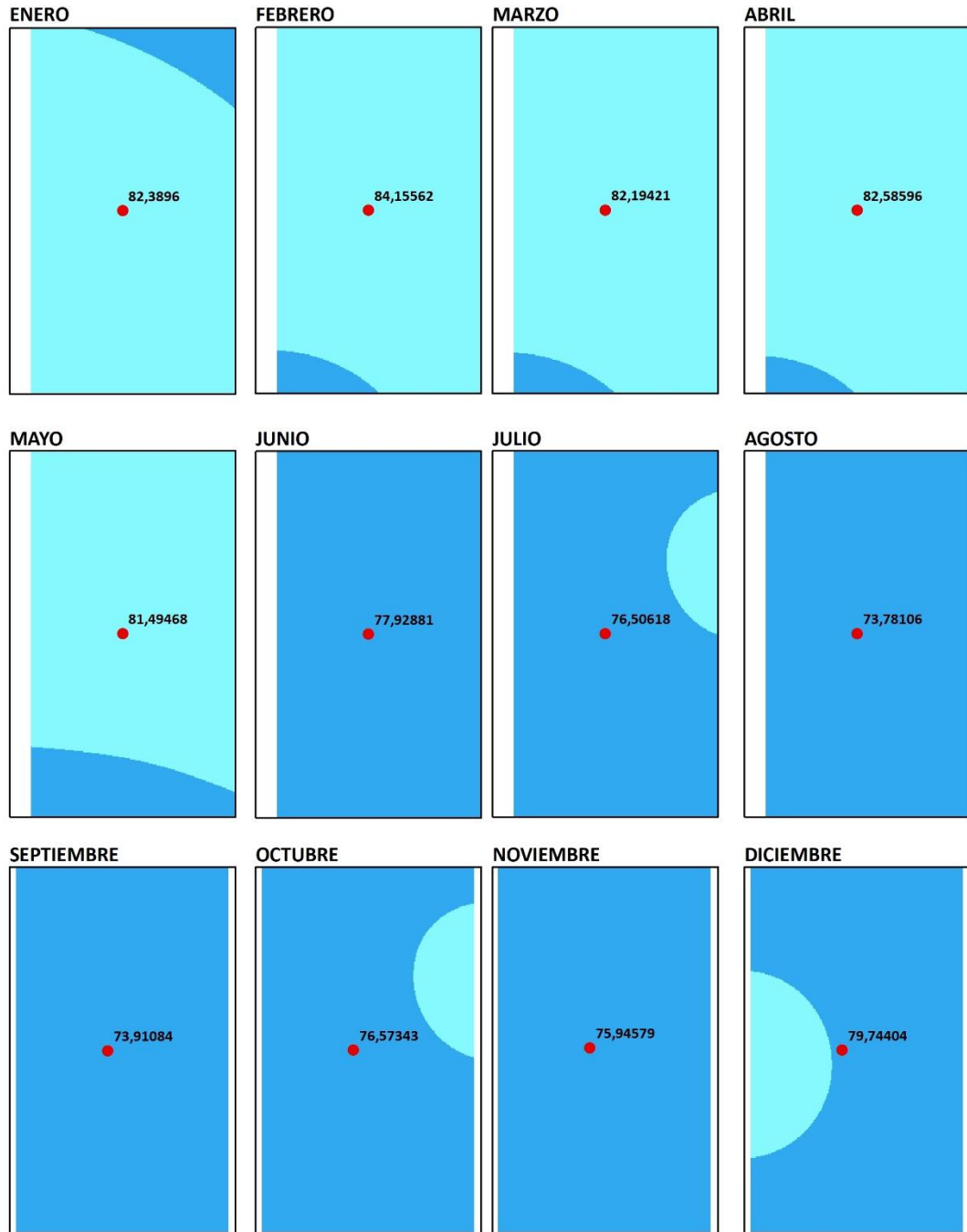
■ 60,01 - 70	■ 80,01 - 90	● Sevilla
■ 53,6 - 60	■ 70,01 - 80	

0 5 10 20 Km
Escala: 1:725.000
Sistema de Coordenadas Proyectadas
UTM Zona 17S - Datum WGS84

N
Norte de Cuadrícula
Riobamba, 2019

Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Humedad Relativa en el Año 2016 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología

Porcentaje	 60,01 - 70	 80,01 - 90	● Sevilla
	 53,6 - 60	 70,01 - 80	

0 5 10 20 Km

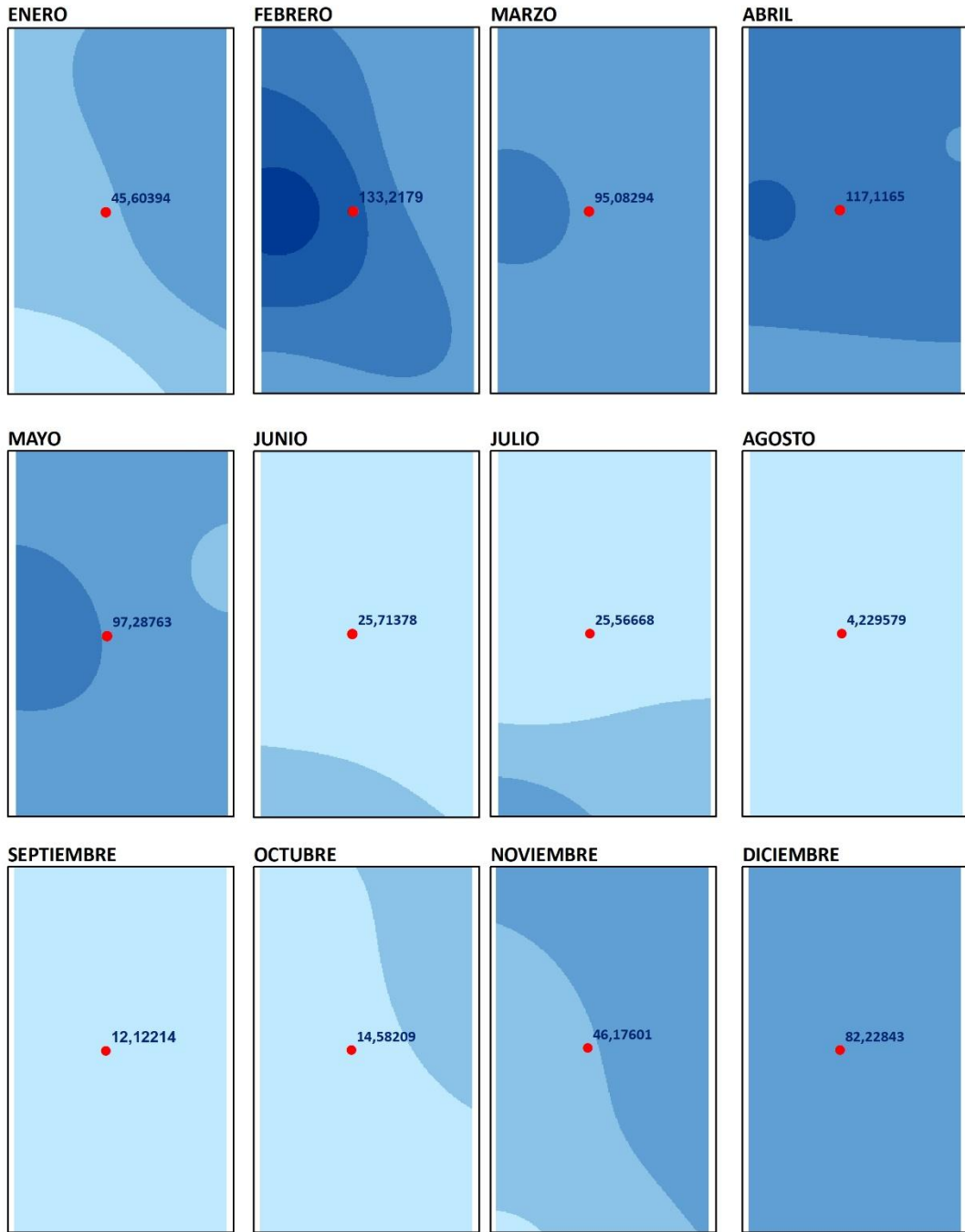
Escala: 1:725.000
Sistema de Coordenadas Proyectadas
UTM Zona 17S - Datum WGS84

N

Norte de Cuadrícula
Riobamba, 2019

Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Precipitación en el Año 2010 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología

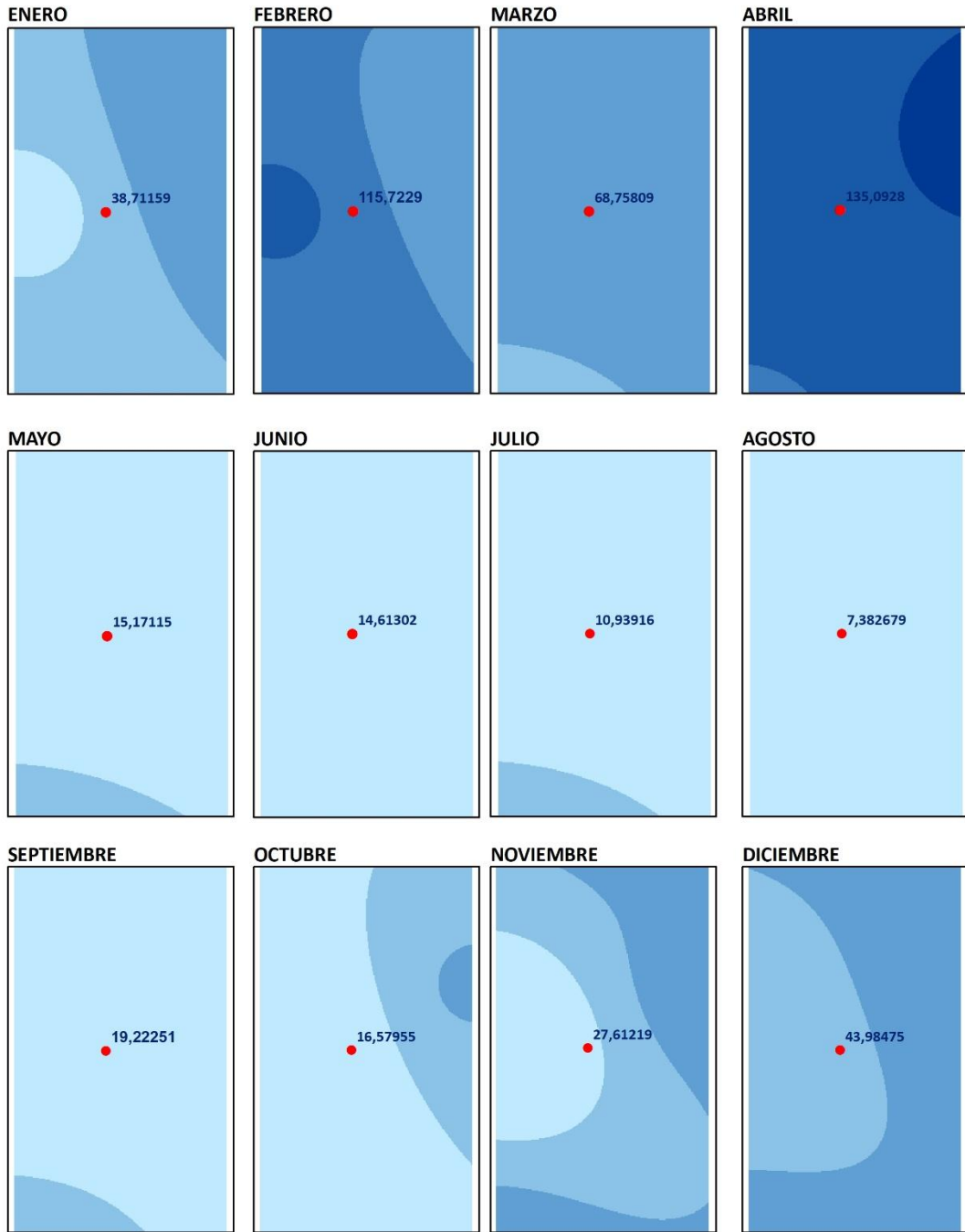
Rango mm	33 - 50	100,1 - 125	150,1 - 200
	32,9	50,1 - 100	125,1 - 150
			● Sevilla

0 5 10 20 Km
Escala: 1:725.000
Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM Zona 17S - Datum WGS84

N
Norte de Cuadrícula Riobamba, 2019

Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Precipitación en el Año 2011 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología

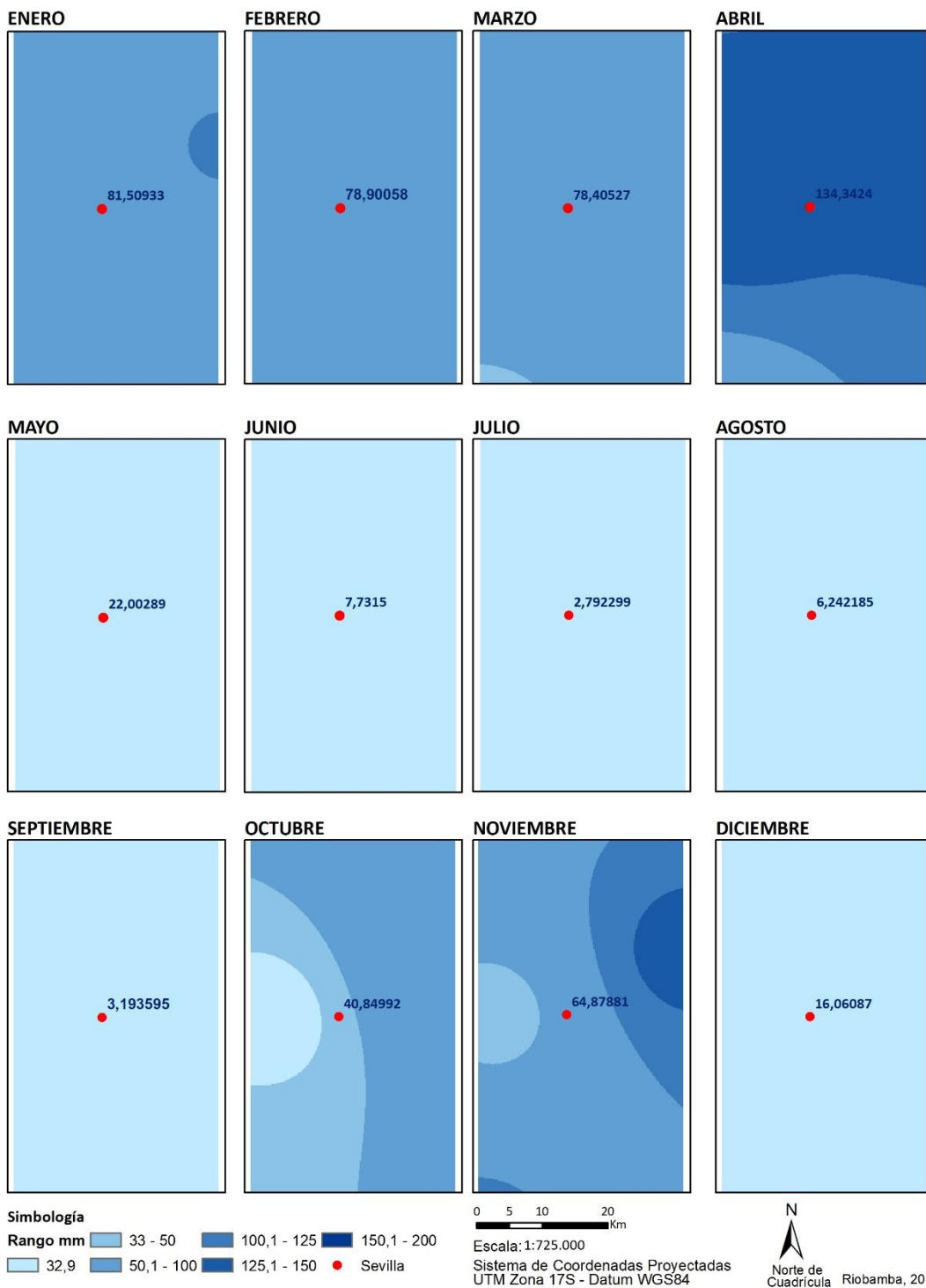
Rango mm	33 - 50	100,1 - 125	150,1 - 200
	32,9	50,1 - 100	125,1 - 150
			● Sevilla

0 5 10 20 Km
Escala: 1:725.000
Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM Zona 17S - Datum WGS84

N
Norte de Cuadrícula Riobamba, 2019

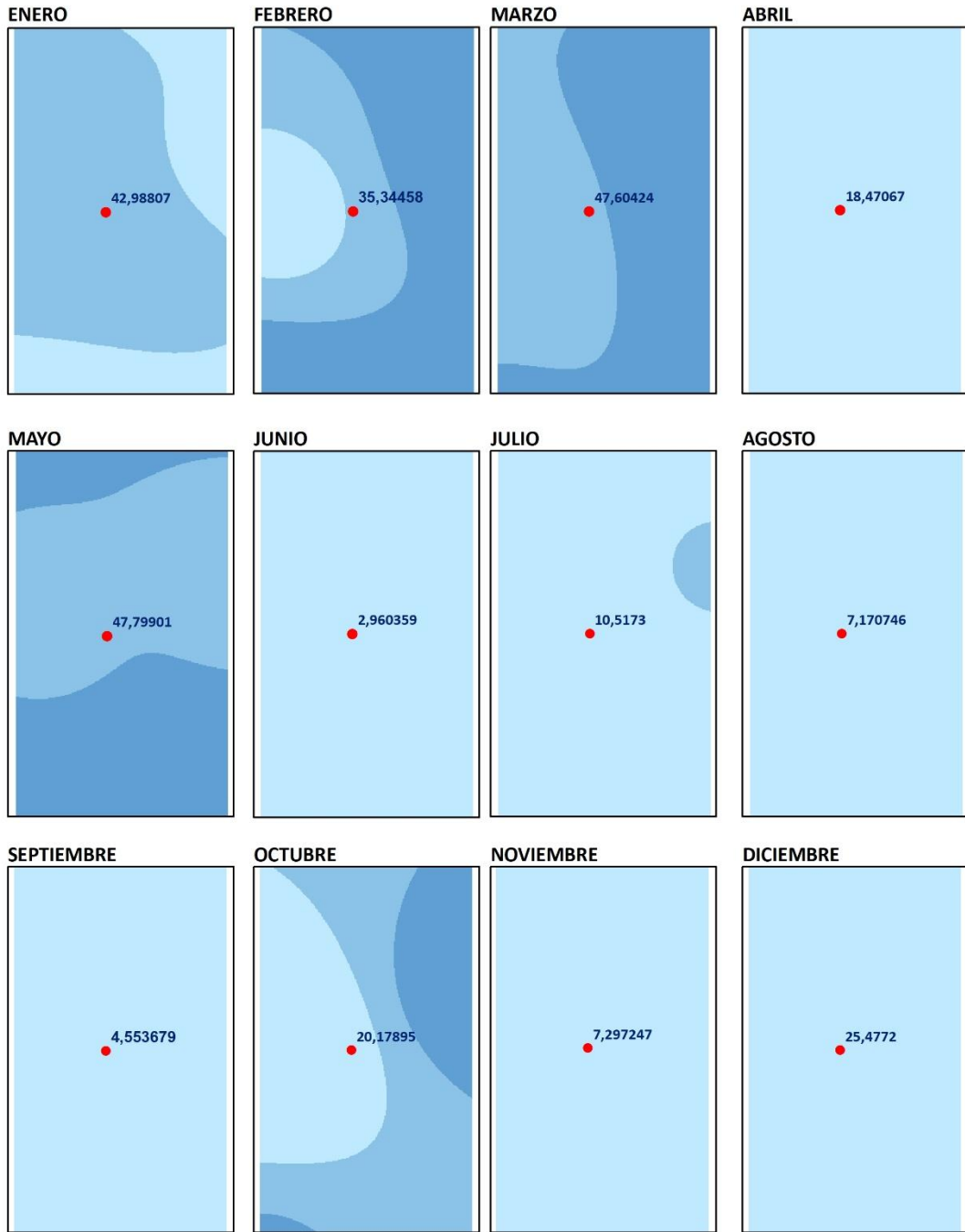
Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Precipitación en el Año 2012 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Precipitación en el Año 2013 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología

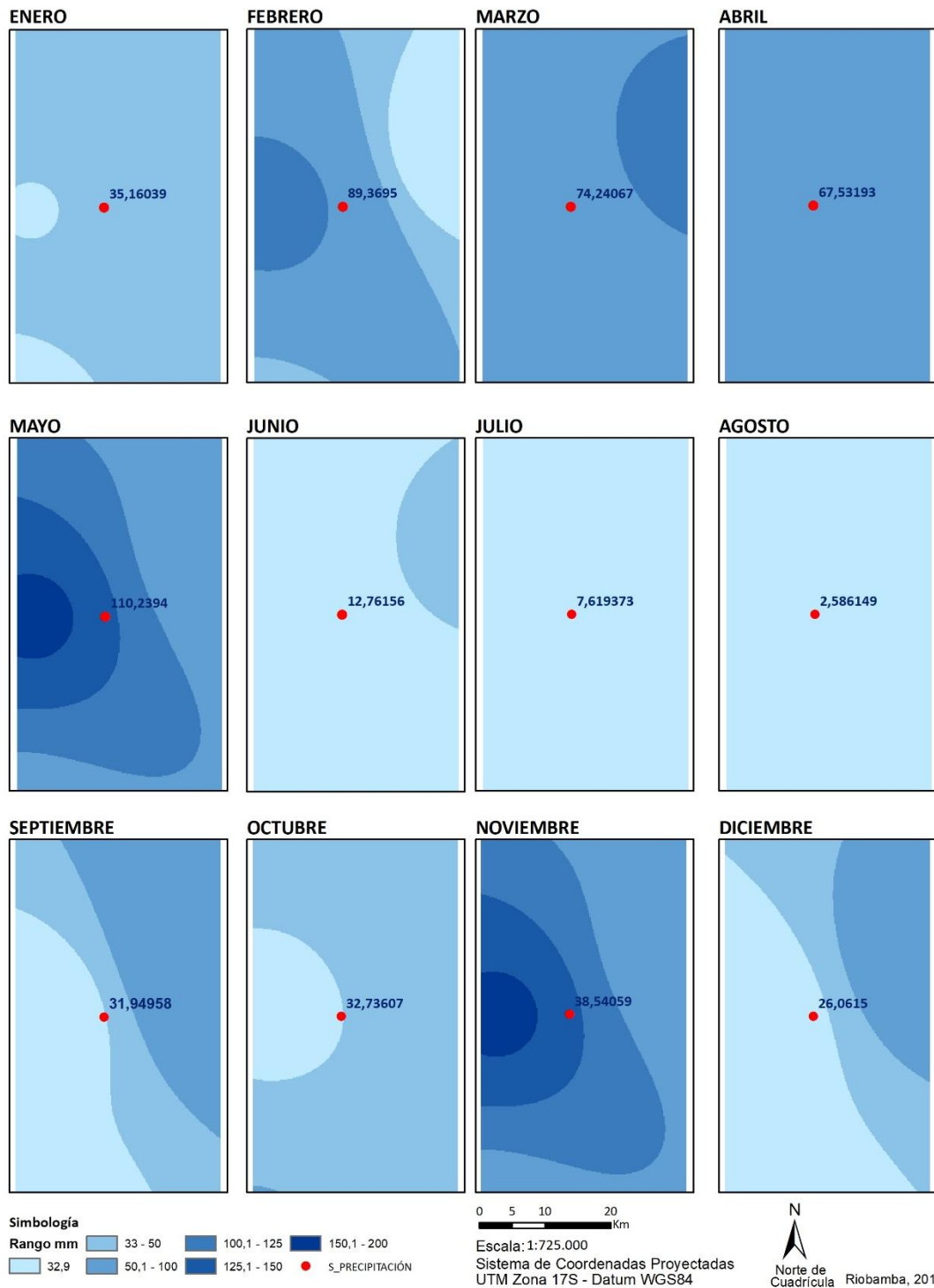
Rango mm	33 - 50	100,1 - 125	150,1 - 200
	32,9	50,1 - 100	125,1 - 150
			● Sevilla

0 5 10 20 Km
Escala: 1:725.000
Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM Zona 17S - Datum WGS84

N
Norte de Cuadrícula Riobamba, 2019

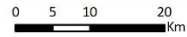
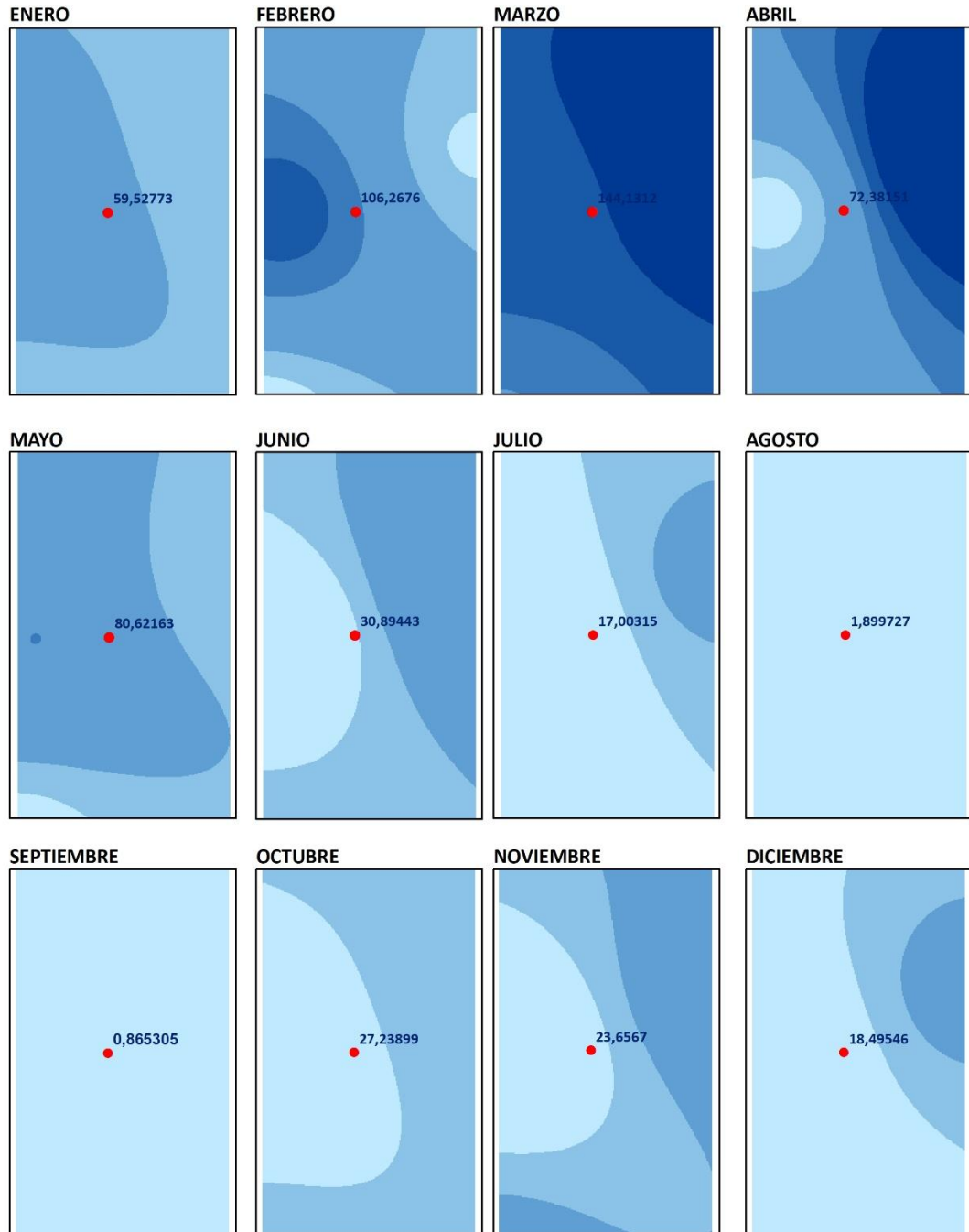
Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Precipitación en el Año 2014 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Precipitación en el Año 2015 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Escala: 1:725.000

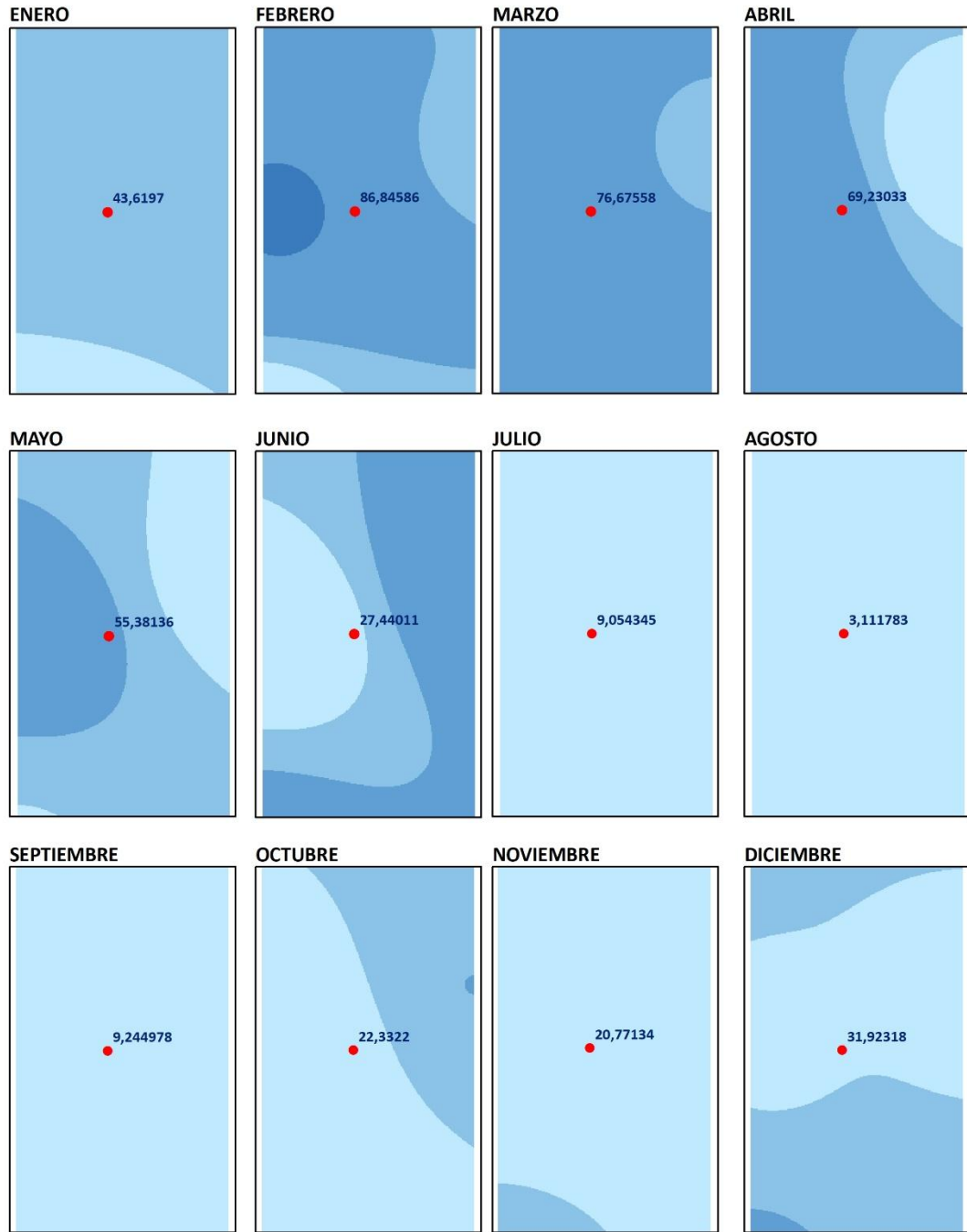
Sistema de Coordenadas Proyectadas
UTM Zona 17S - Datum WGS84



Norte de Cuadrícula
Riobamba, 2019

Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Precipitación en el Año 2016 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología

Rango mm	33 - 50	100,1 - 125	150,1 - 200
	32,9	50,1 - 100	125,1 - 150

● Sevilla

0 5 10 20 Km

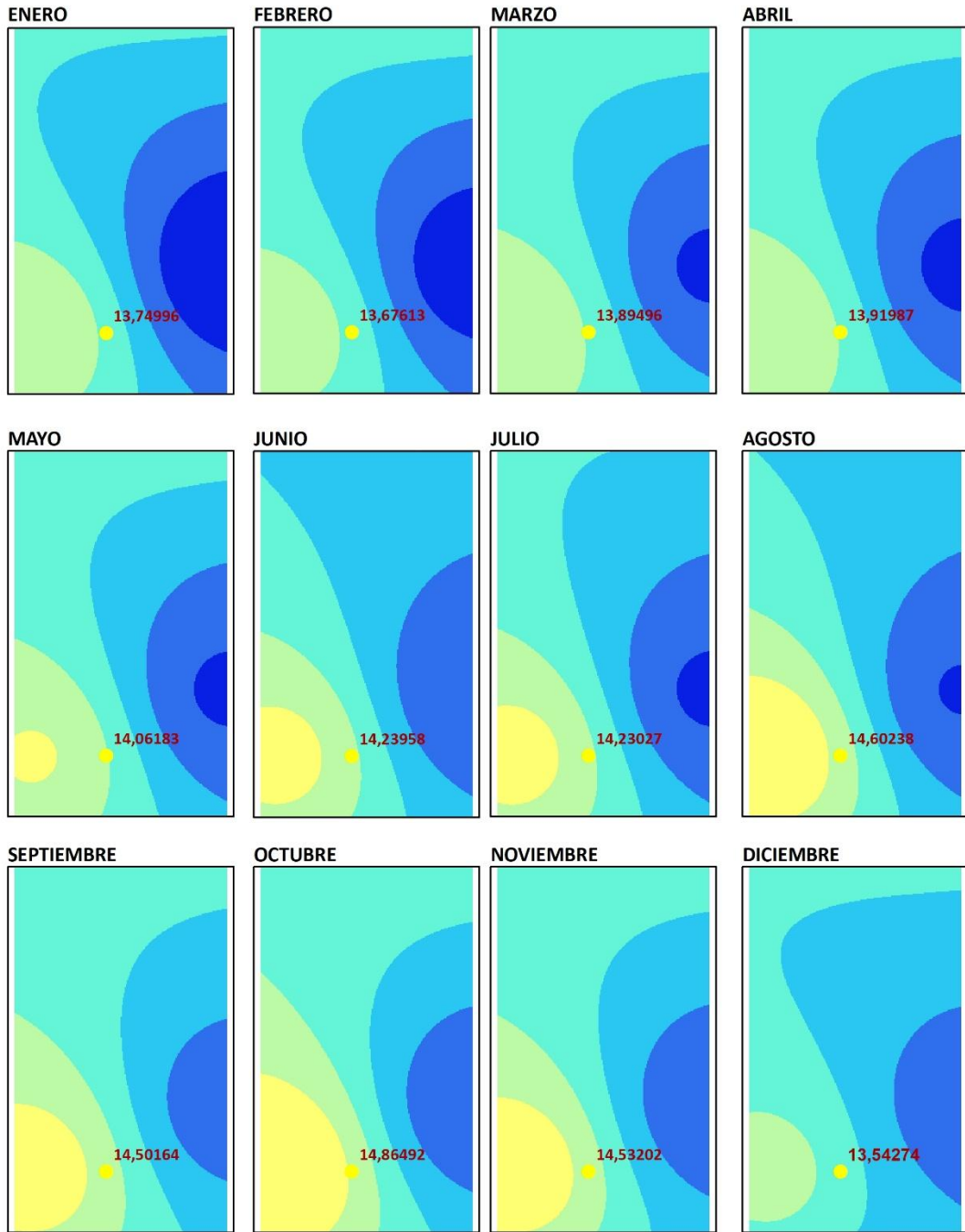
Escala: 1:725.000

Sistema de Coordenadas Proyectadas
UTM Zona 17S - Datum WGS84

N
Norte de Cuadrícula
Riobamba, 2019

Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Temperatura en el Año 2010 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología

Rango T°C

 11,1 - 12	 13,1 - 14	 15,1 - 16,7
 10 - 11	 12,1 - 13	 14,1 - 15

Sevilla

0 5 10 20 Km

Escala: 1:725.000

Sistema de Coordenadas Proyectadas
UTM Zona 17S - Datum WGS84

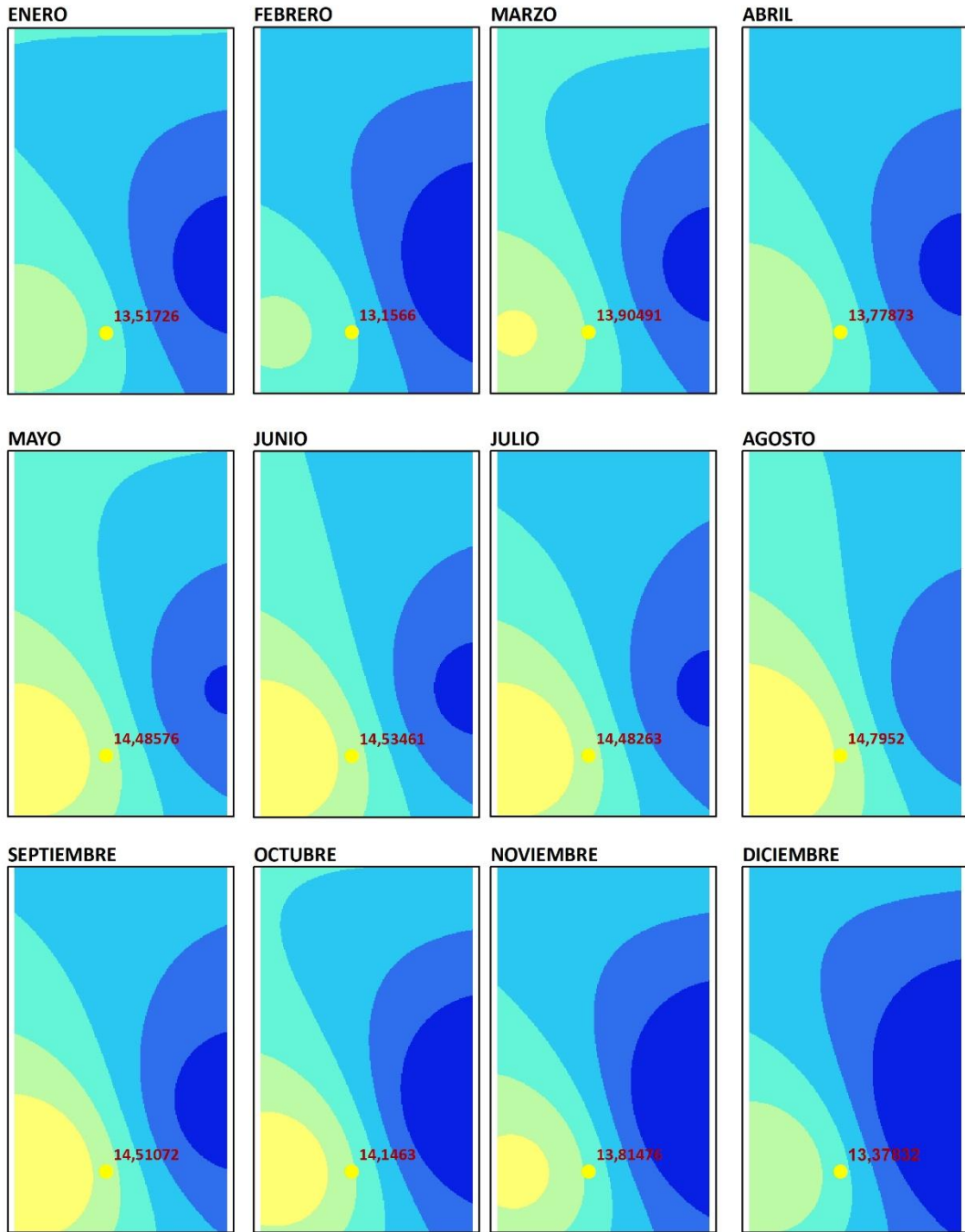


Norte de Cuadrícula
Riobamba, 2019

Fuente: ARC GIS.

Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Temperatura en el Año 2011 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología
Rango T°C 11,1 - 12 13,1 - 14 15,1 - 16,7
 10 - 11 12,1 - 13 14,1 - 15 ● Sevilla

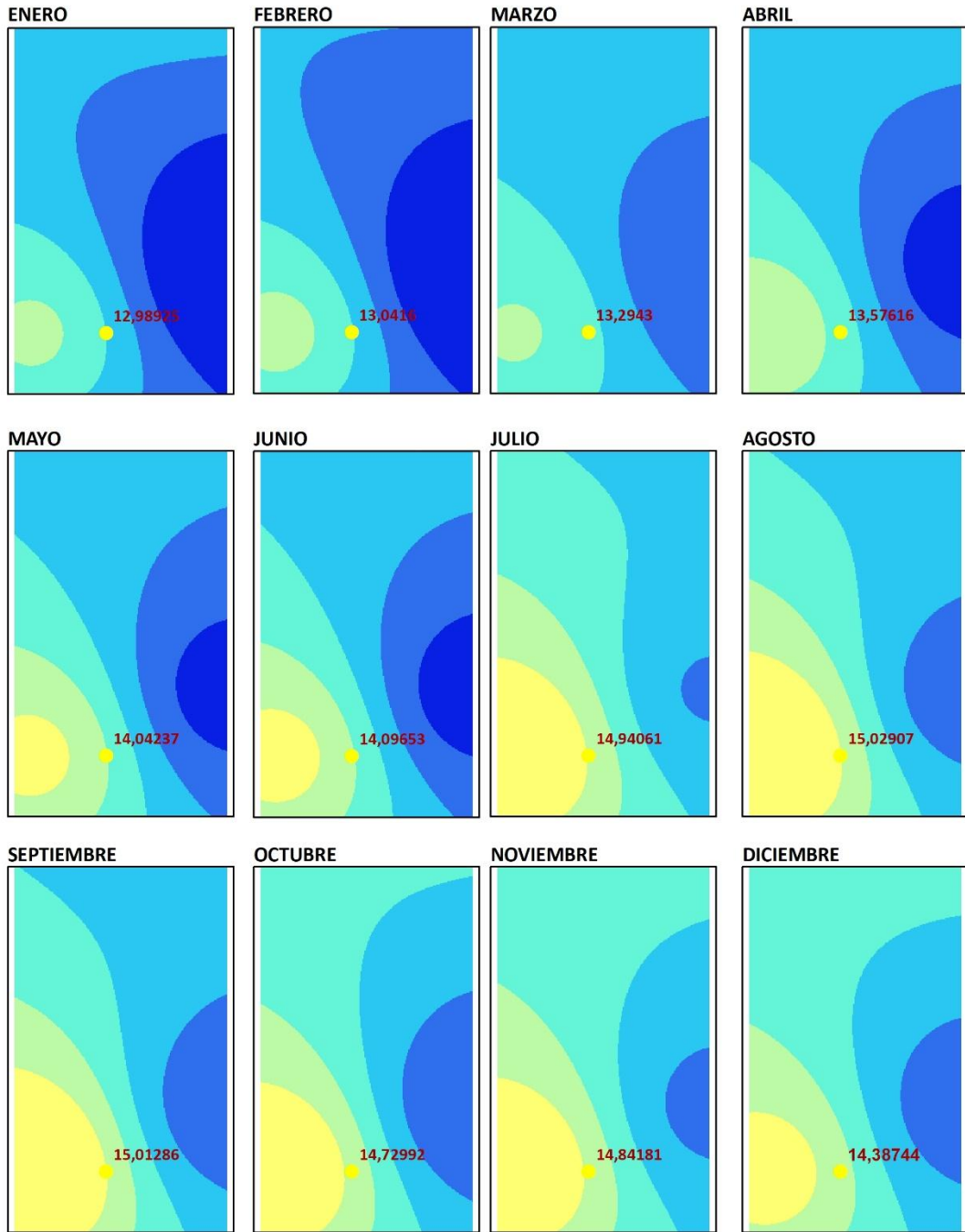
0 5 10 20 Km

Escala: 1:725.000
 Sistema de Coordenadas Proyectadas
 UTM Zona 17S - Datum WGS84

N
 Norte de Cuadrícula Riobamba, 2019

Fuente: ARC GIS.
 Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Temperatura en el Año 2012 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología
 Rango T° C: 11,1 - 12 (Dark Blue), 13,1 - 14 (Light Blue), 15,1 - 16,7 (Yellow)
 10 - 11 (Medium Blue), 12,1 - 13 (Cyan), 14,1 - 15 (Light Green)
 ● Sevilla

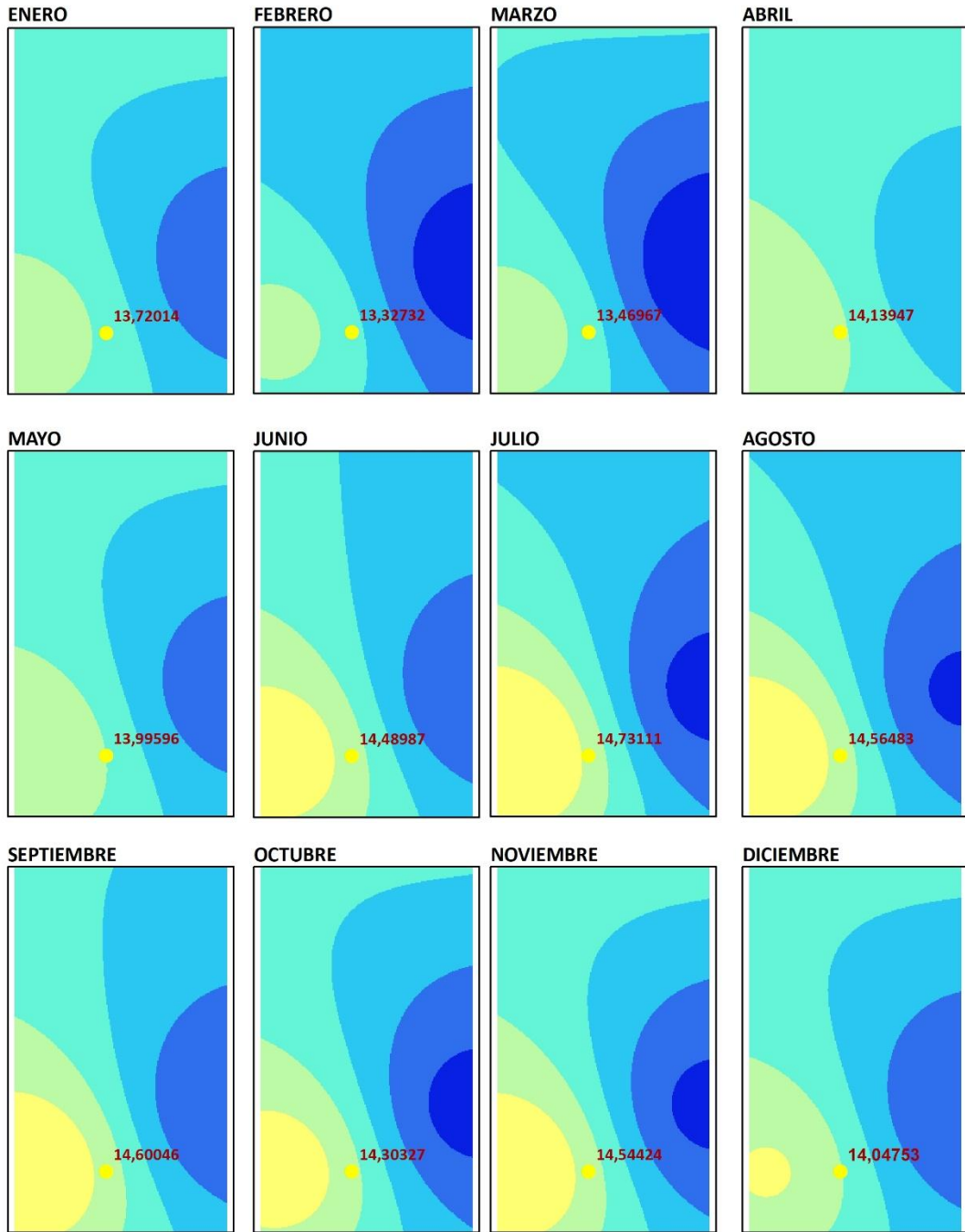
0 5 10 20 Km

Escala: 1:725.000
 Sistema de Coordenadas Proyectadas
 UTM Zona 17S - Datum WGS84

N
 Norte de Cuadrícula
 Riobamba, 2019

Fuente: ARC GIS.
 Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Temperatura en el Año 2013 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología

Rango T°C	11,1 - 12	13,1 - 14	15,1 - 16,7
	10 - 11	12,1 - 13	14,1 - 15
			● Sevilla

0 5 10 20 Km

Escala: 1:725.000

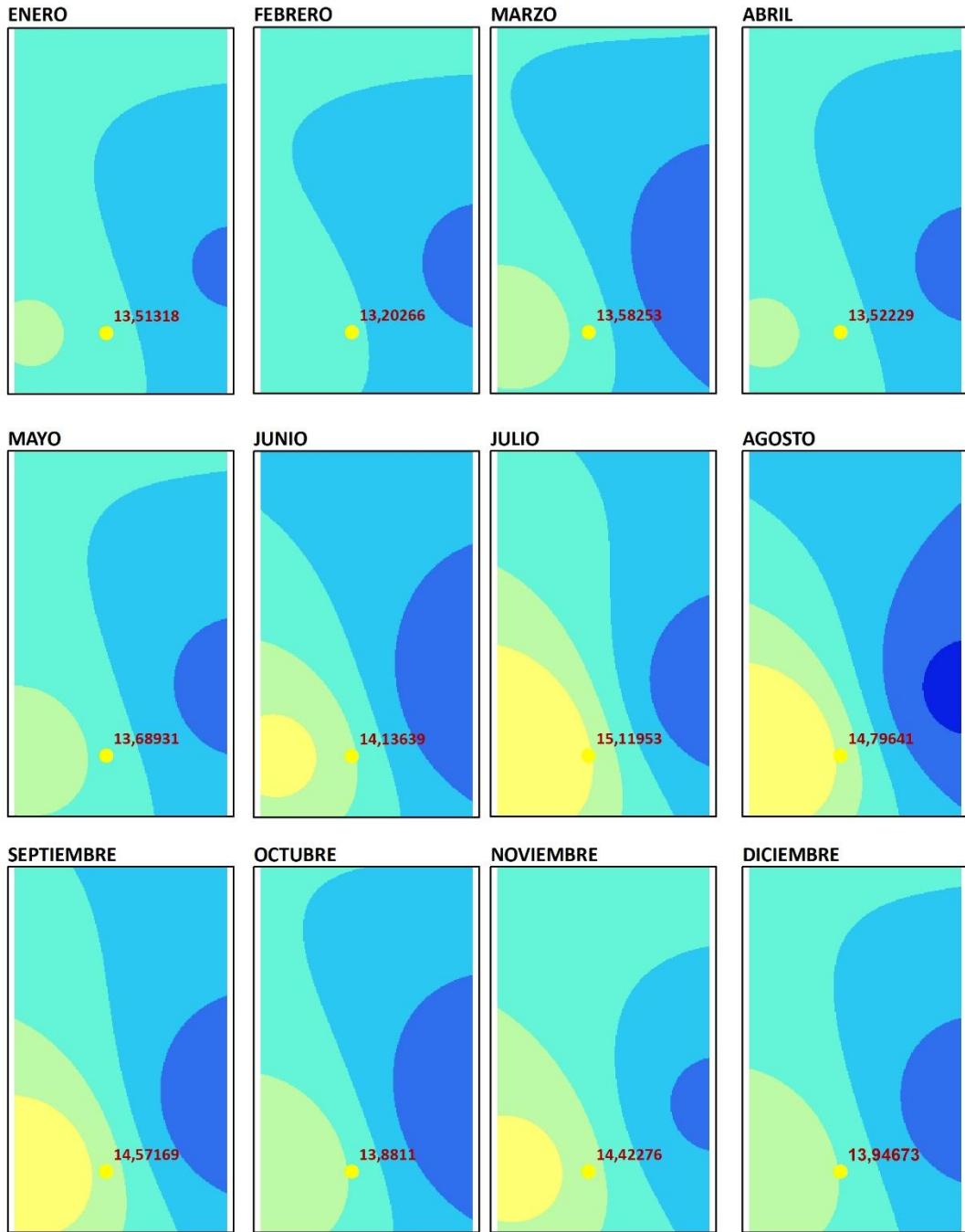
Sistema de Coordenadas Proyectadas
UTM Zona 17S - Datum WGS84



Norte de Cuadrícula
Riobamba, 2019

Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Temperatura en el Año 2014 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología

Rango T°C	11,1 - 12	13,1 - 14	15,1 - 16,7
	10 - 11	12,1 - 13	14,1 - 15
			● Sevilla

0 5 10 20 Km

Escala: 1:725.000

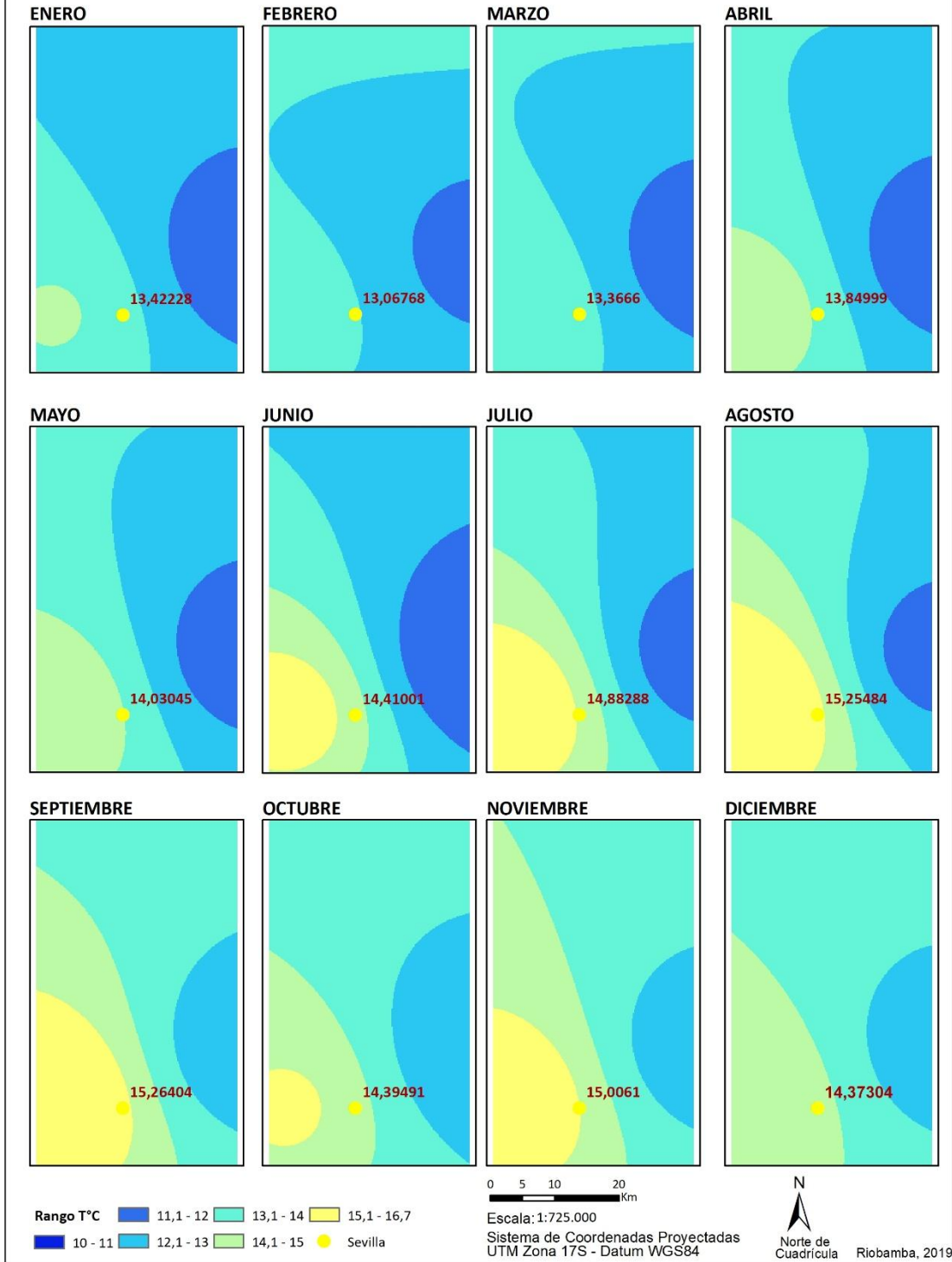
Sistema de Coordenadas Proyectadas
UTM Zona 17S - Datum WGS84



Norte de Cuadrícula
Riobamba, 2019

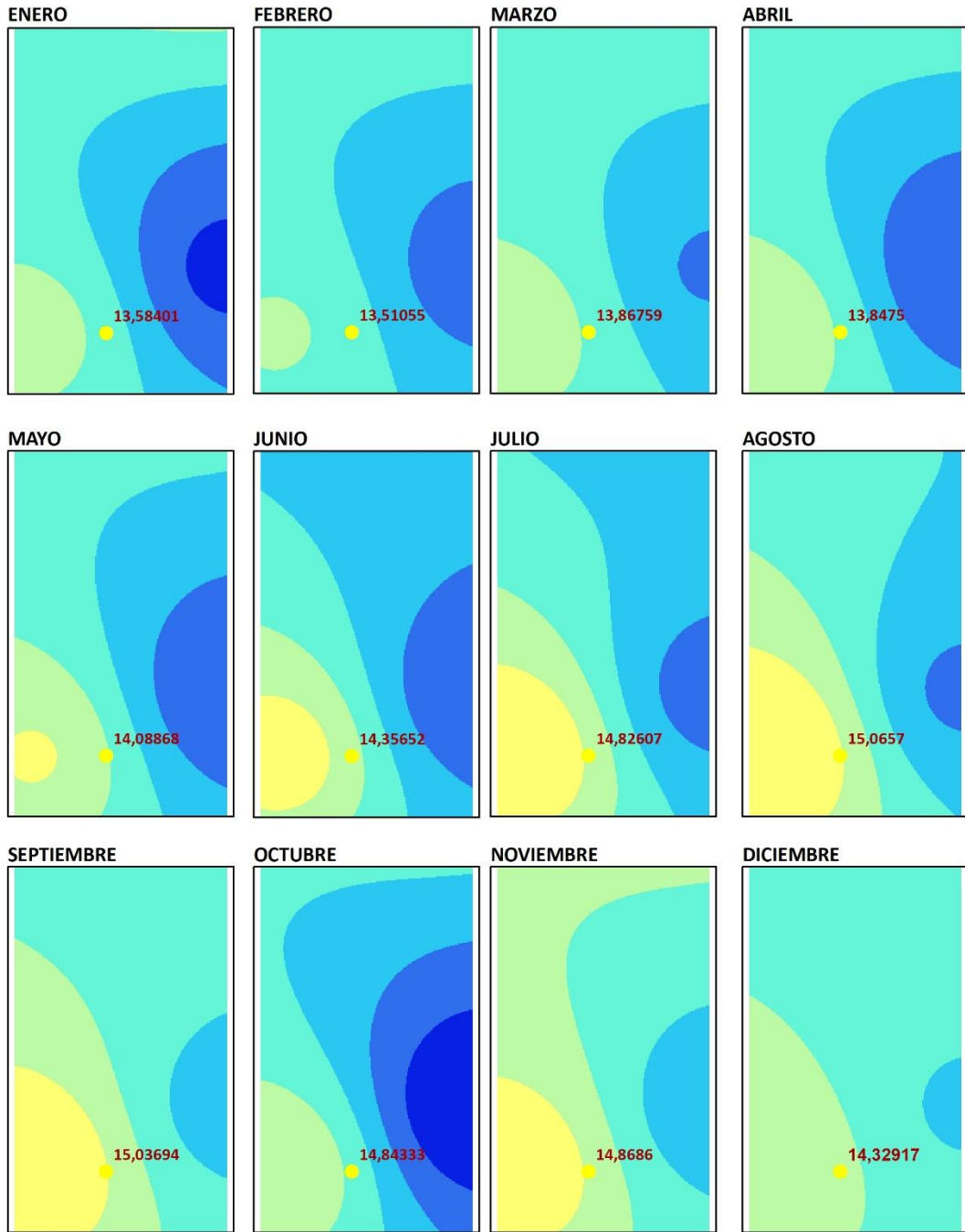
Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Temperatura en el Año 2015 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Fuente: ARC GIS.
 Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Temperatura en el Año 2016 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología

Rango T°C	11,1 - 12	13,1 - 14	15,1 - 16,7
	10 - 11	12,1 - 13	14,1 - 15
			● Sevilla

0 5 10 20 Km

Escala: 1:725.000

Sistema de Coordenadas Proyectadas
UTM Zona 17S - Datum WGS84

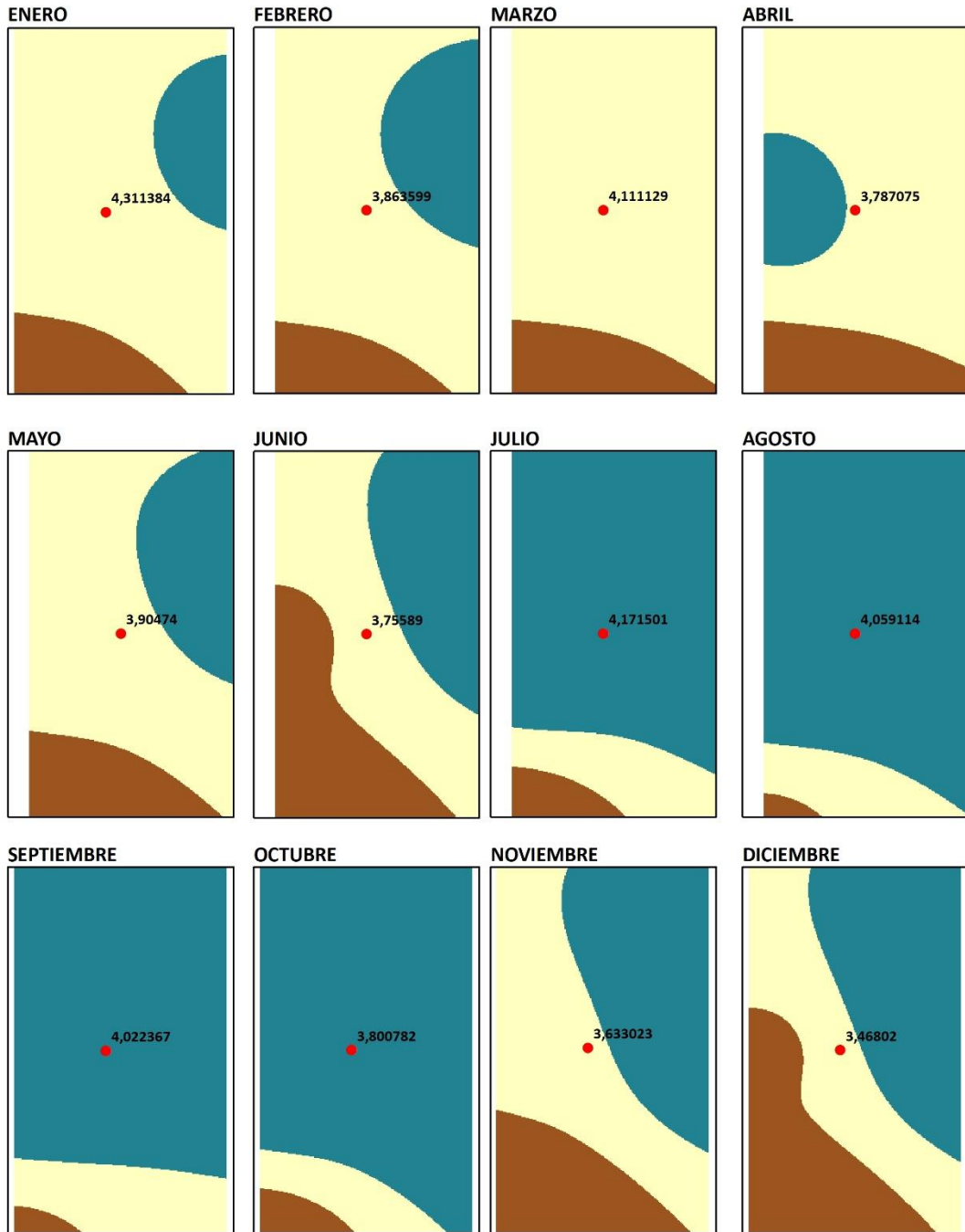


Norte de Cuadrícula
Riobamba, 2019

Fuente: ARC GIS.

Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Velocidad del Viento en el Año 2010 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología
 Rango m/s: 2,03 - 3 4,01 - 5,7 ● Sevilla
 3,01 - 4

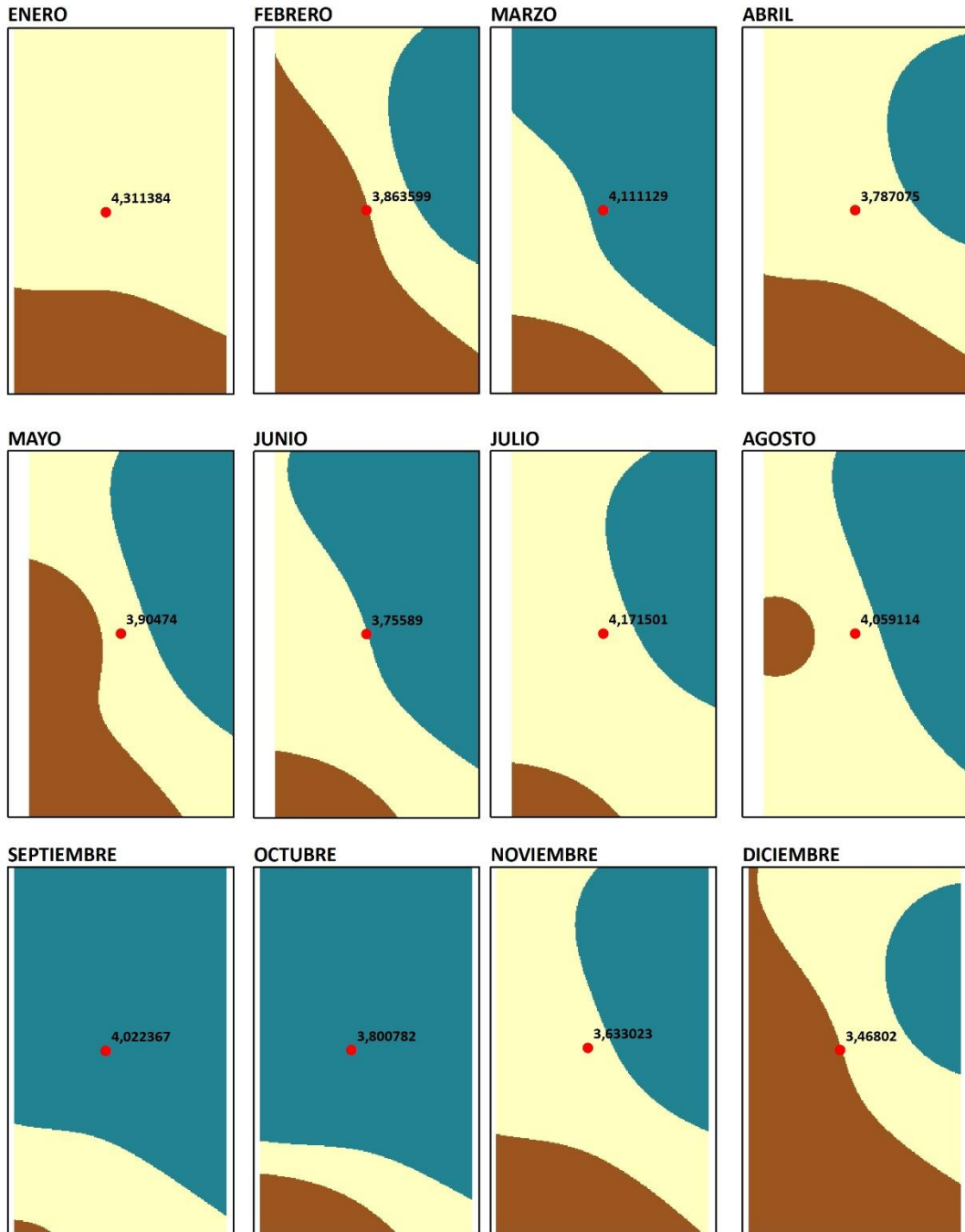
0 5 10 20 Km

Escala: 1:725.000
 Sistema de Coordenadas Proyectadas
 UTM Zona 17S - Datum WGS84

N
 Norte de Cuadrícula
 Riobamba, 2019

Fuente: ARC GIS.
 Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Velocidad del Viento en el Año 2011 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología
 Rango m/s: 2,03 - 3 4,01 - 5,7 3,01 - 4 ● Sevilla

0 5 10 20 Km

Escala: 1:725.000

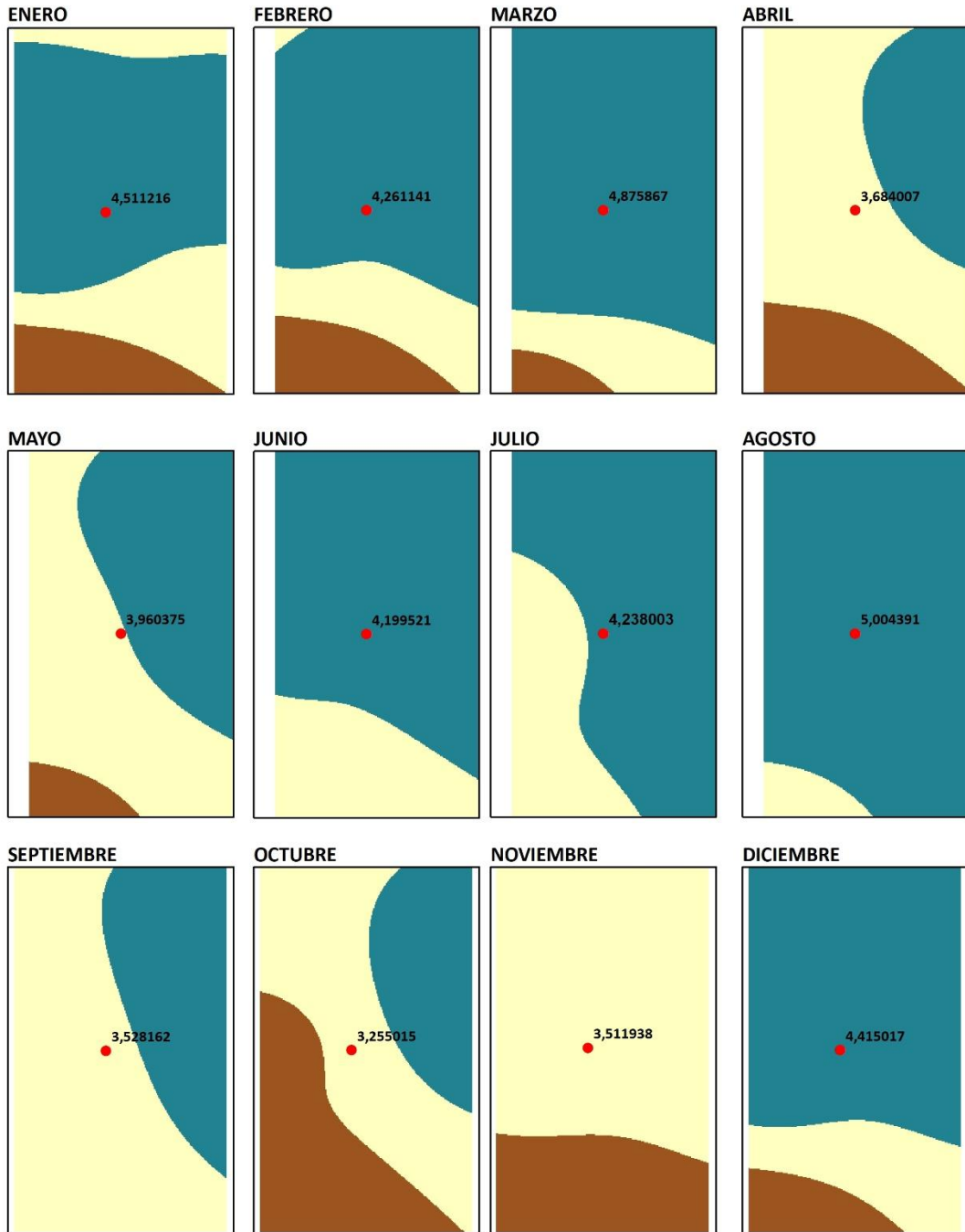
Sistema de Coordenadas Proyectadas
 UTM Zona 17S - Datum WGS84

N

 Norte de Cuadrícula Riobamba, 2019

Fuente: ARC GIS.
 Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Velocidad del Viento en el Año 2012 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología

Rango m/s: 2,03 - 3 4,01 - 5,7 ● Sevilla

3,01 - 4

0 5 10 20 Km

Escala: 1:725.000

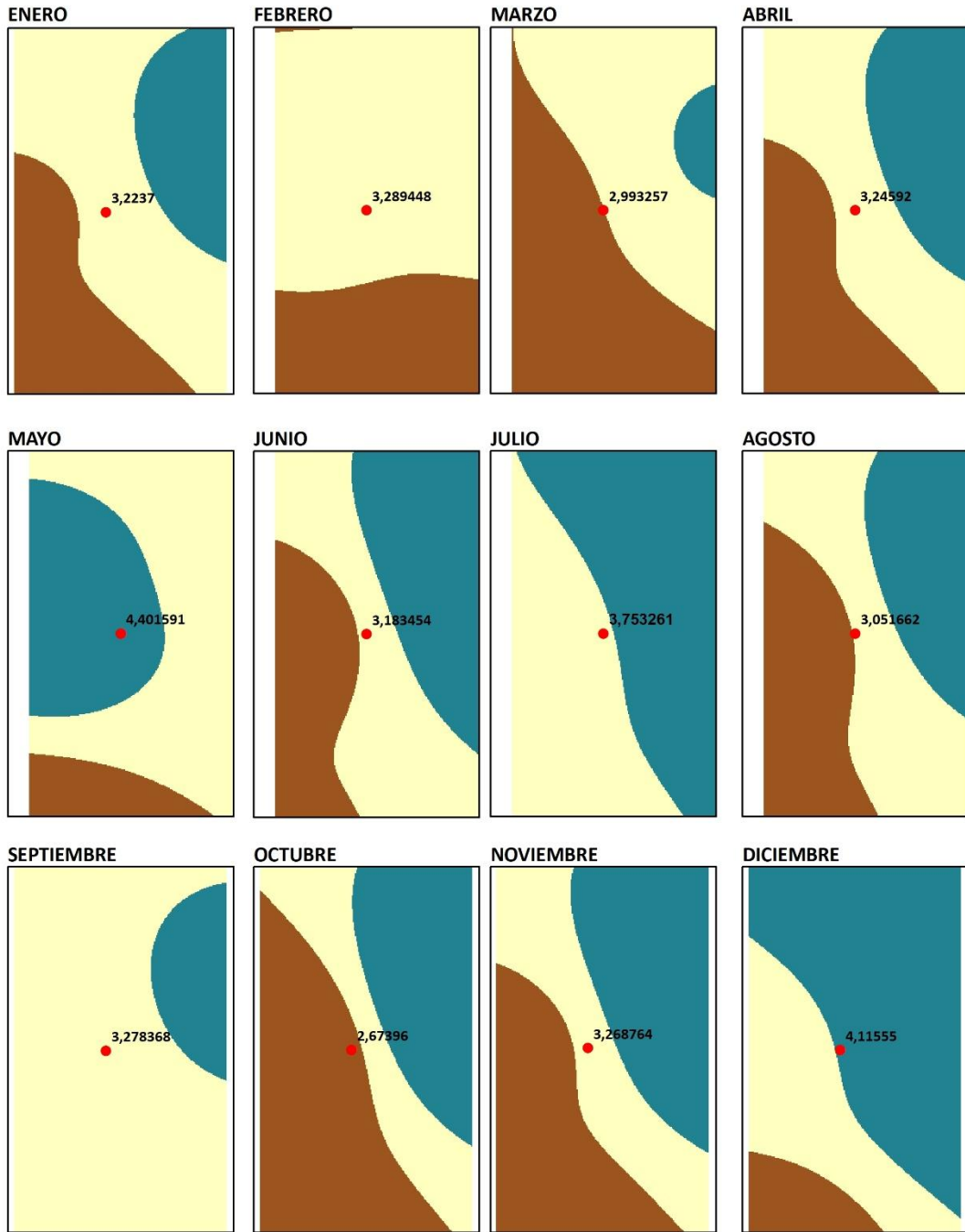
Sistema de Coordenadas Proyectadas
UTM Zona 17S - Datum WGS84

N

Norte de Cuadrícula
Riobamba, 2019

Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Velocidad del Viento en el Año 2013 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología
 Rango m/s: 2,03 - 3 4,01 - 5,7 ● Sevilla
 3,01 - 4

0 5 10 20 Km

Escala: 1:725.000

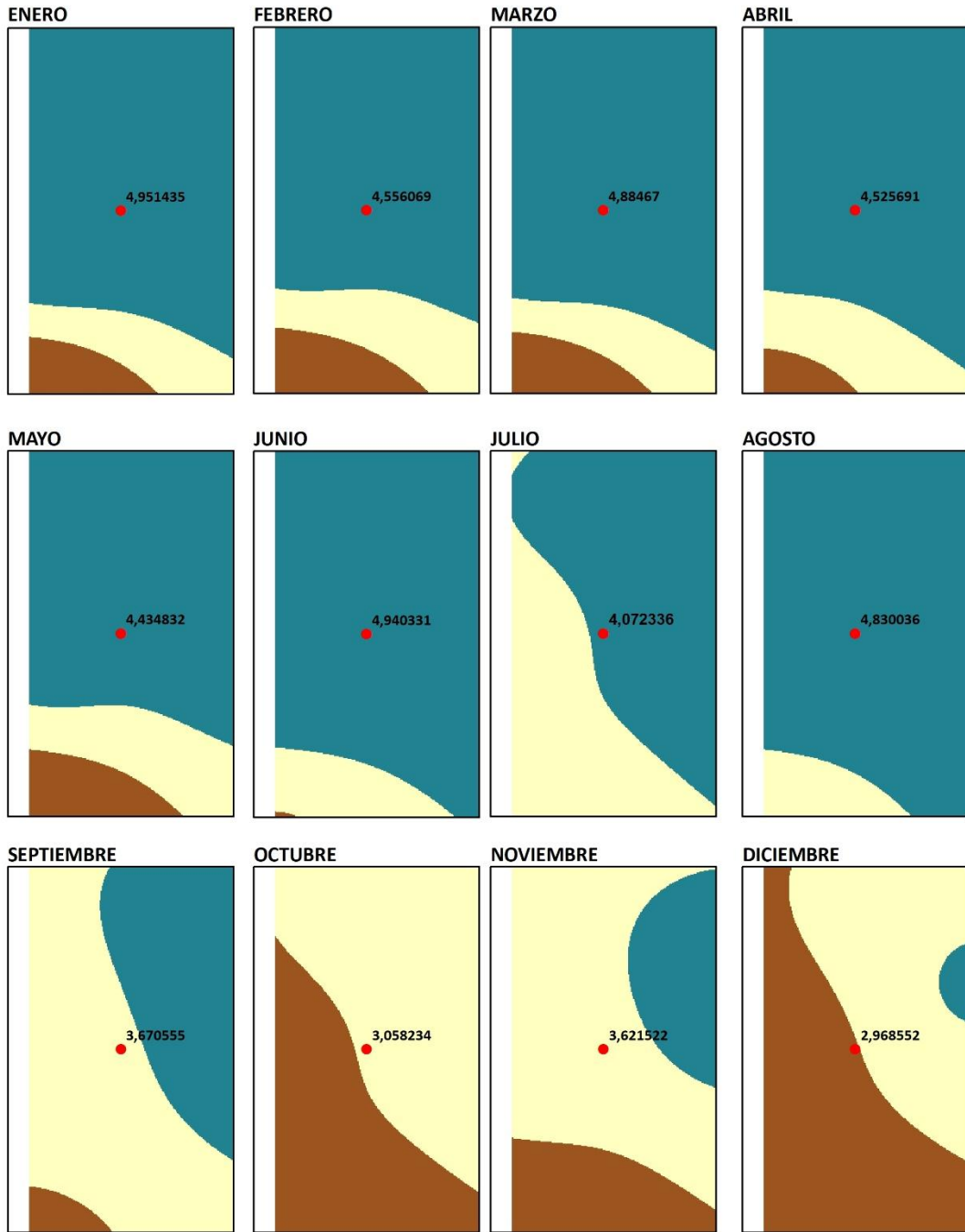
Sistema de Coordenadas Proyectadas
 UTM Zona 17S - Datum WGS84



Norte de Cuadrícula
 Riobamba, 2019

Fuente: ARC GIS.
 Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Velocidad del Viento en el Año 2014 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología

Rango m/s: 2,03 - 3 4,01 - 5,7 ● Sevilla

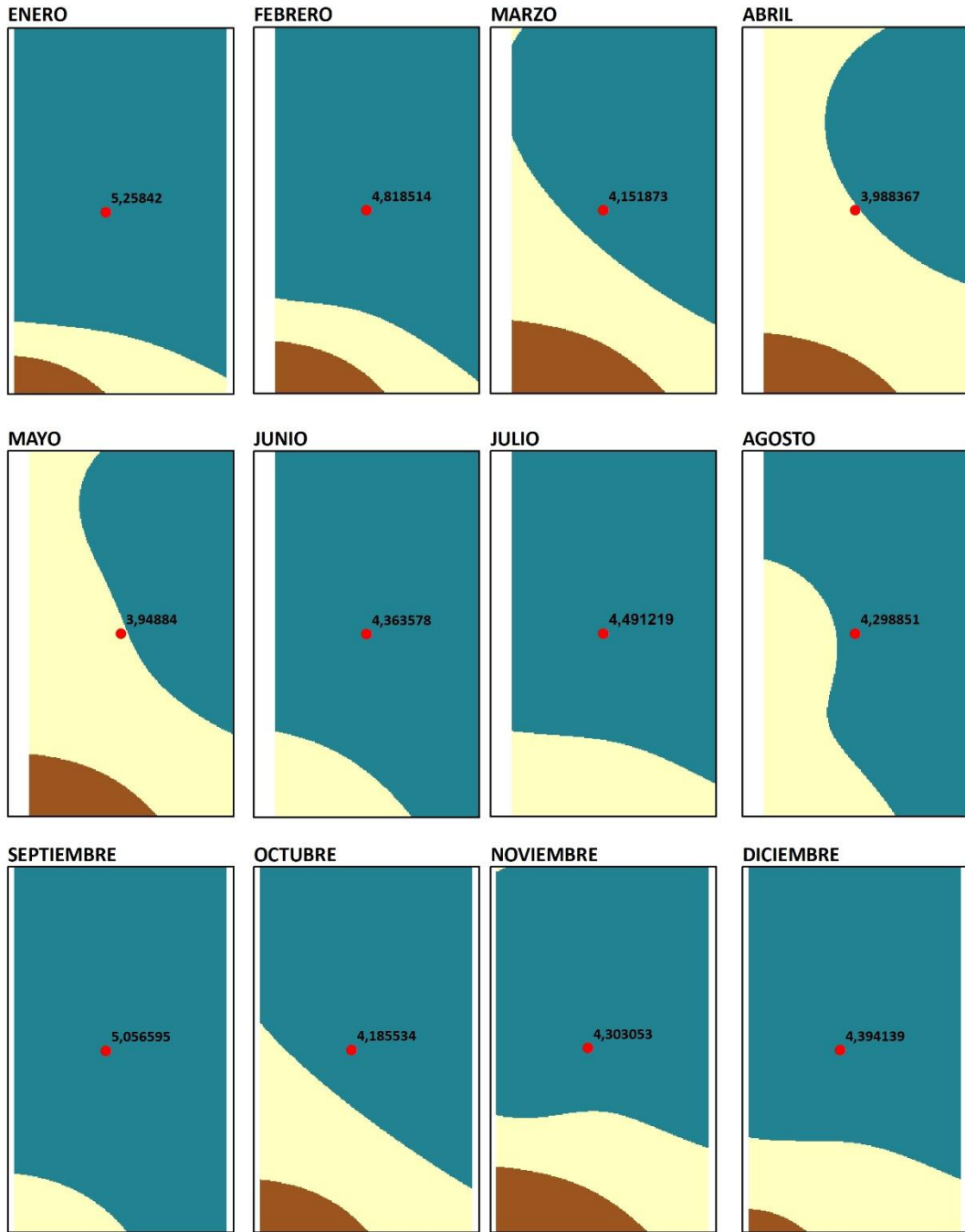
3,01 - 4

0 5 10 20 Km
Escala: 1:725.000
Sistema de Coordenadas Proyectadas
UTM Zona 17S - Datum WGS84

N
Norte de Cuadrícula
Riobamba, 2019

Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Velocidad del Viento en el Año 2015 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología

Rango m/s: 2,03 - 3 4,01 - 5,7 ● Sevilla

3,01 - 4

0 5 10 20
Km

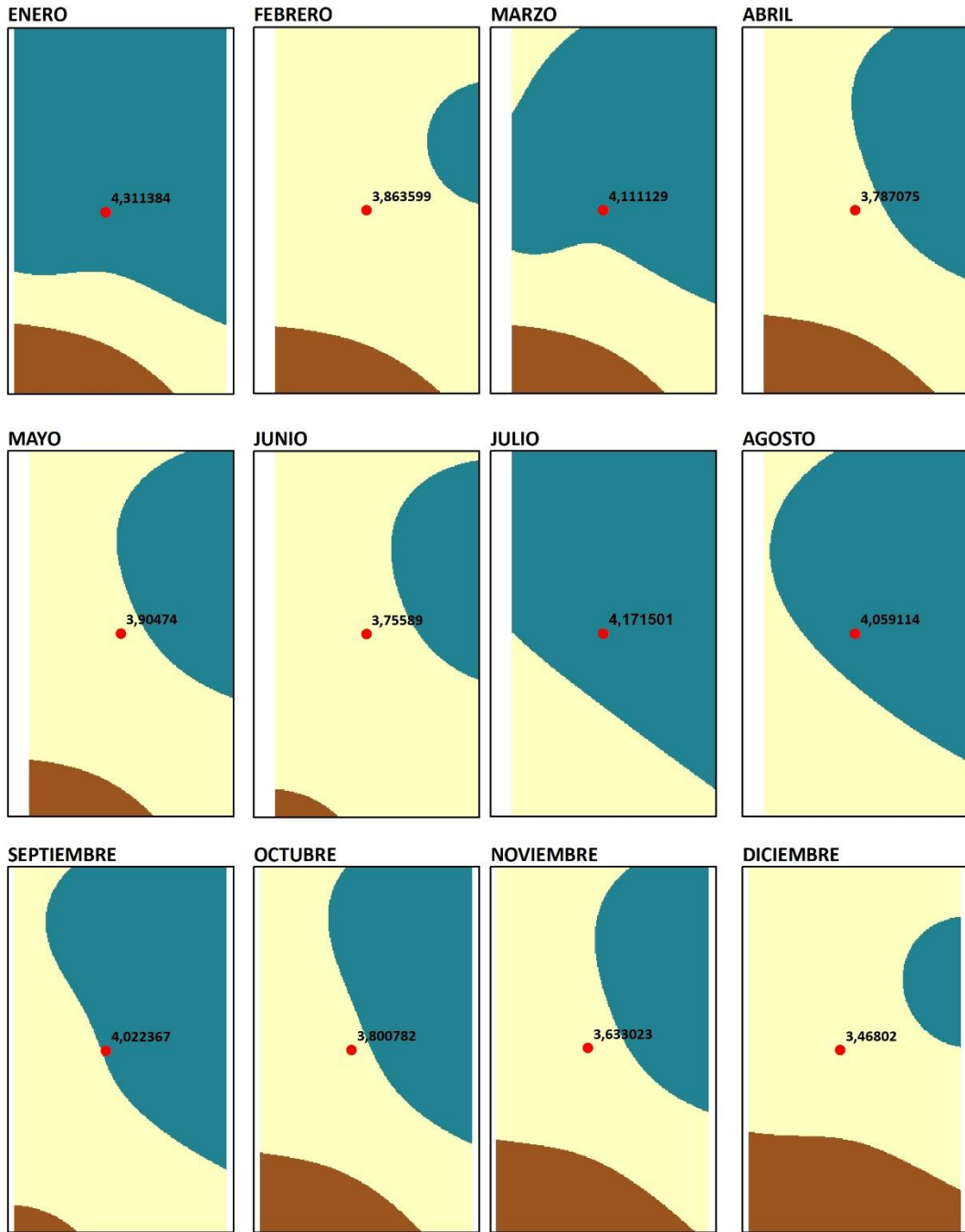
Escala: 1:725.000
Sistema de Coordenadas Proyectadas
UTM Zona 17S - Datum WGS84

N

Norte de Cuadrícula
Riobamba, 2019

Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.

Comportamiento de la Velocidad del Viento en el Año 2016 Parroquia Sevilla - Cantón Alausí



Simbología

Rango m/s: 2,03 - 3 4,01 - 5,7 3,01 - 4 ● Sevilla

0 5 10 20 Km

Escala: 1:725.000

Sistema de Coordenadas Proyectadas
UTM Zona 17S - Datum WGS84

N
Norte de Cuadrícula
Riobamba, 2019

Fuente: ARC GIS.
Elaboración: Fabián Cerón.