

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Efectos de variación del clima por el efecto
invernadero en la producción y rendimiento del
cultivo de ají páprika de exportación en la
irrigación Majes, Arequipa, 2021**

Lorivet Guadalupe Sanz Neira

Para optar el Título Profesional de
Ingeniera Ambiental

Arequipa, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

A : Felipe Gutarra Meza
Decano de la Facultad de Ingeniería

DE : Jose Vladimir Cornejo Tueros
Asesor de tesis

ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

FECHA : 27 de Agosto de 2023

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "EFECTOS DE VARIACIÓN DEL CLIMA POR EL EFECTO INVERNADERO EN LA PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE AJÍ PÁPRIKA DE EXPORTACIÓN EN LA IRRIGACIÓN MAJES, AREQUIPA, 2021", perteneciente al/la/los/las estudiante(s) Lorivet Guadalupe Sanz Neira, de la E.A.P. de Ingeniería Ambiental; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

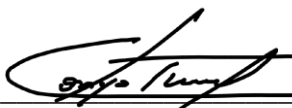
- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (N° de palabras excluidas: 0) SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



José Vladimir Cornejo Tueros
Asesor de Tesis

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Lorivet Guadalupe Sanz Neira, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 72640862, de la E.A.P. de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "EFECTOS DE VARIACIÓN DEL CLIMA POR EL EFECTO INVERNADERO EN LA PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE AJÍ PÁPRIKA DE EXPORTACIÓN EN LA IRRIGACIÓN MAJES, AREQUIPA, 2021", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

22 de Agosto de 2023.



Lorivet Guadalupe Sanz Neira
DNI. No. 72640862

EFFECTOS DE VARIACIÓN DEL CLIMA POR EL EFECTO INVERNADERO EN LA PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE AJÍ PÁPRIKA DE EXPORTACIÓN EN LA IRRIGACIÓN MAJES, AREQUIPA, 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
4	www.colef.mx Fuente de Internet	1%
5	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	ciencia.nasa.gov Fuente de Internet	<1%
8	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%

9	repositorio.inia.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
10	piurasuperfoods.com Fuente de Internet	<1 %
11	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
12	documentop.com Fuente de Internet	<1 %
13	rinacional.tecnm.mx Fuente de Internet	<1 %
14	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
15	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
16	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
17	www.ediho.es Fuente de Internet	<1 %
18	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
19	www.monografias.com Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

21	www.przetargi.info Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
23	dspace.unach.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
24	pdfcoffee.com Fuente de Internet	<1 %
25	redi.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	moam.info Fuente de Internet	<1 %
27	CÉSAR AUGUSTO TERÁN CHAVES. "Determinación de la huella hídrica y modelación de la producción de biomasa de cultivos forrajeros a partir del agua en la Sabana de Bogotá (Colombia).", 'Universitat Politecnica de Valencia', 2015 Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
29	dspace.uniandes.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

30	repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	agradecimientos.net Fuente de Internet	<1 %
32	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
33	CARLOS ALFREDO MACHICAO PEREYRA Y ASOCIADOS S.R.L.. "DIA del Proyecto Habilitación de Terrenos Eriazos Pampa Baja II Módulos PB-2 y PB-7-IGA0013404", R.D. N° 001-09-AG-DGAA, 2021 Publicación	<1 %
34	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
35	Submitted to Universidad Nacional de Itapúa Trabajo del estudiante	<1 %
36	Submitted to Universidad de San Martín de Porres Trabajo del estudiante	<1 %
37	livrosdeamor.com.br Fuente de Internet	<1 %
38	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
39	ASESORES Y CONSULTORES MINEROS S.A. - ACOMISA. "Plan de Cierre de Minas Detallado	<1 %

para el Proyecto de Explotación Minera a
Desarrollarse en la Cantera Virrilá-
IGA0006907", R.D. N°548-2015-
PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM , 2020

Publicación

40	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
41	oa.upm.es Fuente de Internet	<1 %
42	portal.amelica.org Fuente de Internet	<1 %
43	www.bajacalifornia.gob.mx Fuente de Internet	<1 %
44	www.usmp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
45	archive.org Fuente de Internet	<1 %
46	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
47	pesquisa.bvsalud.org Fuente de Internet	<1 %
48	Submitted to Universidad Autonoma de San Luis Potosi Trabajo del estudiante	<1 %
49	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	

		<1 %
50	S Tong. "Different responses of Ross River virus to climate variability between coastline and inland cities in Queensland, Australia", Occupational and Environmental Medicine, 2002 Publicación	<1 %
51	vdocuments.es Fuente de Internet	<1 %
52	Cecilio Antonio Barrantes Campos, Enrique Ricardo Ricardo Flores Mariazza, Javier Arturo Ñaupari Vásquez. "Pastores alpaqueros", Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 2021 Publicación	<1 %
53	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
54	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
55	www.en.argentina.ar Fuente de Internet	<1 %
56	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
57	futureu.europa.eu Fuente de Internet	<1 %

58	qwer.galeon.com Fuente de Internet	<1 %
59	repositorio.cepal.org Fuente de Internet	<1 %
60	tesis.ipn.mx Fuente de Internet	<1 %
61	Submitted to Universidad de Piura Trabajo del estudiante	<1 %
62	blogs.anderson.ucla.edu Fuente de Internet	<1 %
63	blogs.worldbank.org Fuente de Internet	<1 %
64	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
65	mgpa.forestaluchile.cl Fuente de Internet	<1 %
66	pecswaterses.com Fuente de Internet	<1 %
67	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
68	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
69	www.cci.org.co Fuente de Internet	<1 %

70	www.fao.org Fuente de Internet	<1 %
71	www.hortomallas.com Fuente de Internet	<1 %
72	Dolores Molina Rosales, Ivonne Vizcarra Bordi. "Reflexiones de género sobre cambio climático en comunidades rurales del centro de México", Universidad Nacional Autónoma de México, 2020 Publicación	<1 %
73	M. Mani, C. Shivaraju. "Chapter 11 Economic Importance", Springer Science and Business Media LLC, 2016 Publicación	<1 %
74	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
75	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
76	www.agrotamaulipas.gob.mx Fuente de Internet	<1 %
77	www.cenaim.espol.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
78	www.gotcarga.com Fuente de Internet	<1 %
79	www.theibfr.com Fuente de Internet	<1 %

<1 %

80 "Recuperación transformadora de los territorios con equidad y sostenibilidad I. Aproximaciones teórico-metodológicas para el análisis territorial y el desarrollo regional sostenible", Universidad Nacional Autónoma de México, 2021

Publicación

<1 %

81 Ante un futuro incierto Cómo se pueden adaptar los bosques y las comunidades al cambio climático, 2009.

Publicación

<1 %

82 CURBA Y ASOCIADOS S.A.C.. "EIA del Proyecto Centrales Hidroeléctricas Tingo I, Tingo II y Tingo III-IGA0001534", R.D. N° 454-2014-MEM/DGAAE, 2020

Publicación

<1 %

83 ECOPLANEACION CIVIL S.A
ING.CONSULT.CON.S. "EIA del Proyecto Obras de Modernización del Sistema Hidrometeorológico y del Sistema de Control de Lagunas Reguladas del Complejo Hidroeléctrico Mantaro-IGA0001532", R.D. N° 076-2004-EM/AAE, 2020

Publicación

<1 %

84	<p>Jaime Lozano-Fernández, Luz Fanny Orozco-Orozco, Nancy Yohana Grisales-Vásquez. "Comportamiento agronómico de cultivares de pimentón (<i>Capsicum annuum</i> L.) cultivados en campo abierto y en condiciones protegidas", REVISTA TERRA LATINOAMERICANA, 2022</p> <p>Publicación</p>	<1 %
85	<p>WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "EIA para la Instalación y Operación de Dos Gasoductos y una Estación de Compresores - Talara - Lote Z-2B-IGA0000022", R.D. N° 318-2002-EM/DGAA, 2021</p> <p>Publicación</p>	<1 %
86	<p>bage.age-geografia.es</p> <p>Fuente de Internet</p>	<1 %
87	<p>d.documentop.com</p> <p>Fuente de Internet</p>	<1 %
88	<p>dar.org.pe</p> <p>Fuente de Internet</p>	<1 %
89	<p>docslide.us</p> <p>Fuente de Internet</p>	<1 %
90	<p>doku.pub</p> <p>Fuente de Internet</p>	<1 %
91	<p>page2rss.com</p>	<1 %

	Fuente de Internet	<1 %
92	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
93	repositorio.igp.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
94	repositorio.unf.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
95	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
96	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
97	sired.udenar.edu.co Fuente de Internet	<1 %
98	www.diputados.gob.mx Fuente de Internet	<1 %
99	www.foei.org Fuente de Internet	<1 %
100	www.narconews.com Fuente de Internet	<1 %
101	www.portalnoticiaspositivas.org Fuente de Internet	<1 %
102	www.spda.org.pe Fuente de Internet	<1 %

103	www.ugt.es Fuente de Internet	<1 %
104	zagan.unizar.es Fuente de Internet	<1 %
105	Carlos Eduardo Ospina Parra, Gonzalo Alfredo Rodríguez Borray. "VULNERABILITY INDICATORS TO CONDITIONS OF WATER DEFICIT IN THE MANGO PRODUCTION SYSTEM", Semiárida: Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam, 2019 Publicación	<1 %
106	Lia Taruiap Troncarelli. "Percepção das mudanças climáticas em populações de pequena escala: mapeamento sistemático da literatura e a perspectiva do povo indígena Khsêjtê", Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA), 2023 Publicación	<1 %
107	dokumen.pub Fuente de Internet	<1 %
108	www.engormix.com Fuente de Internet	<1 %
109	KNIGHT PIESOLD CONSULTORES S.A.. "EIA del Proyecto Constancia-IGA0006961", R.D. N° 390-2010-MEM-AAM, 2020 Publicación	<1 %

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias Apagado

ASESOR

Dr. Ing. José Vladimir Cornejo Tueros

Agradecimiento

A Dios, por haberme dado la vida, acompañada a lo largo de mi carrera, por ser mi luz en mi camino y por darme la sabiduría, fortaleza para alcanzar mis objetivos.

A mis padres, por ser los autores principales de mi vida, por sus consejos, su amor, dedicación, cuyo esfuerzo logrado dan resultado a un proyecto más que coronó.

Gracias a esa persona especial que fue partícipe para empujar y ayudar en el proceso de terminar mi tesis.

De igual manera a mi asesor de tesis, José Vladimir Cornejo Tueros, por haberme guiado en este proyecto, en base a su experiencia y sabiduría, ha sabido direccionar mis conocimientos. Al ingeniero, Luis Rolando Álvarez Rodríguez, por su gran apoyo y entusiasmo en el desarrollo de este proyecto.

Y por supuesto, a la Universidad Continental, por permitir concluir con esta etapa de mi vida, a superpersonal docente y todas aquellas personas quienes con su apoyo y enseñanzas constituyen la base de mi vida profesional.

Dedicatoria

Este proyecto se lo dedico a mis padres, Ronal Arcadio Sanz Barriga y María Elena Neira Rodríguez, porque ellos son la motivación de mi vida, mi orgullo de ser lo que seré.

A cada uno de mis seres queridos y esa persona especial, quienes han sido mis pilares para seguir adelante.

A mi hermana Nailin, porque pese a la distancia siempre estuvo pendiente que culminará mi meta, gracias a ella por siempre confiar en mí.

A mis amigos, que han sido como mis hermanos, por brindarme su apoyo durante este proyecto.

ÍNDICE

RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	17
1.1.1. Planteamiento del problema	17
1.1.2. Formulación del problema	18
1.2. Objetivos	19
1.2.1. Objetivo general.....	19
1.2.2. Objetivos específicos.....	19
1.3. Justificación e importancia	20
1.3.1. Justificación ambiental.....	20
1.3.2. Justificación social	20
1.3.3. Justificación tecnológica	20
1.3.4. Importancia	21
1.4. Hipótesis y descripción de variables	21
1.4.1. Hipótesis general	21
1.4.2. Hipótesis específicas	21
1.4.3. Variables.....	22
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	24

2.1. Antecedentes de la investigación.....	24
2.2. Bases teóricas	28
2.2.1. Cambio climático y déficit ecológico.....	29
2.2.2. Agricultura y cambio climático.....	33
2.2.3. Efectos del cambio climático	34
2.2.4. Vulnerabilidad agrícola.....	37
2.2.5. El impacto potencial	38
2.2.6. Adaptación	40
2.2.7. Mitigación.....	43
2.2.8. Cultivos de exportación	44
2.2.9. Modelo agrometeorológico AquaCrop.....	47
2.2.10. Marco legal sobre agricultura y cambio climático.....	60
2.3. Definición de términos básicos	60
CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....	63
3.1. Diseño metodológico	63
3.1.1. Método y alcance de la investigación.....	63
3.1.2. Diseño de investigación	63
3.1.3. Tipo y nivel de investigación.....	64
3.1.4. Población y muestra.....	64
3.1.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos.....	65

3.1.6. Técnicas de procesamiento de datos.....	65
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	66
4.1. Parámetros generales del cultivo de ají paprika	66
4.1.1. Geografía climática	66
4.1.2. Exportaciones de capsicum peruano	67
4.1.3. Rendimiento y costos de producción de ají páprika en el Perú	68
4.1.4. pocas de cosecha de ají páprika en el mundo	69
4.1.5. pocas de siembra por sectores productivos en el Perú.....	70
4.1.6. pocas de cosecha por sectores productivos en el Perú.....	71
4.1.7. Fenología del ají páprika	71
4.1.8. Datos técnicos del cultivo de ají páprika.....	73
4.2. Condiciones de la irrigación Majes	76
4.2.1. Ubicación	76
4.2.2. Suelo	77
4.2.3. Clima.....	78
4.2.4. Hidrología.....	79
4.2.5. Sistema de riego	79
4.3. Niveles y parámetros edafoclimáticos limitantes	80
4.4. Comportamiento del clima Período 2017 - 2023.....	82
4.4.1. Determinación de la Evapotranspiración del cultivo de ají páprika.....	83

4.4.2. Comportamiento del cultivo de ají páprika con AquaCrop	100
4.4.3. Evaluación del comportamiento del clima Período 2017 -2023.....	123
4.4.4. Efectos de la variación del clima en el rendimiento del cultivo de aj páprika	129
4.5. Medidas de adaptación y mitigación en función de las variantes climáticas	136
4.6. Discusión de resultados.....	142
CONCLUSIONES.....	147
RECOMENDACIONES	151
REFERENCIAS.....	152
ANEXOS	158

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Temperaturas anómalas anuales de 1880-2019 en relación a la media de 1951-1980	31
Figura 2. Vulnerabilidad frente al cambio climático.....	34
Figura 3. Emisiones contaminantes de aporte al cambio climático.....	34
Figura 4. Pérdidas a causa del Cambio Climático de 2005 hacia el 2025 en millones de dólares	35
Figura 5. Peligros climáticos en el Perú.....	36
Figura 6. Impacto de eventos climáticos adversos (superficie perdida y valor económico).....	37
Figura 7. Priorización de regiones por nivel de riesgo climático	38
Figura 8. Ají páprika variedad papri king	45
Figura 9. Esquema base del modelo AquaCrop	49
Figura 10. Diagrama de flujo del modelo agrometeorológico AquaCrop.....	52
Figura 11. Representación esquemática de las etapas fenológicas del cultivo en AquaCrop	57
Figura 12. Distribución geográfica del cultivo de aj páprika	66
Figura 13. Comparativo de exportaciones de capsicum peruano por semana (campana 2019-2020).	67
Figura 14. Niveles de producción de aj páprika en el mundo	68
Figura 15. Costos de producción de aj páprika por t/ha,	69
Figura 16. Estados fenológicos del cultivo de aj páprika	72
Figura 17. Efecto de la temperatura en la coloración del fruto	74

Figura 18. Estados fenológicos del cultivo de ají páprika	76
Figura 19. Descripción de la estación y datos meteorológicos.	83
Figura 20. Ajuste de la estación con el software de comprobación en línea	84
Figura 21. Introducción de data de Temperatura y Humedad relativa	85
Figura 22. Evapotranspiración del cultivo de aj páprika – 2017.....	86
Figura 23. Evapotranspiración del cultivo de aj páprika – 2018.....	87
Figura 24. Evapotranspiración del cultivo de aj páprika – 2019.....	88
Figura 25. Evapotranspiración del cultivo de aj páprika – 2020.....	89
Figura 26. Temperatura máxima y mínima año 2017	90
Figura 27. Temperatura máxima y mínima año 2018	91
Figura 28. Temperatura máxima y mínima año 2019	92
Figura 29. Temperatura máxima y mínima año 2020	92
Figura 30. Humedad relativa mensual para el año 2017	93
Figura 31. Humedad relativa mensual para el año 2018	94
Figura 32. Humedad relativa mensual para el año 2019	95
Figura 33. Humedad relativa mensual para el año 2020	95
Figura 34. Radiación relativa mensual: Año 2017	96
Figura 35. Radiación relativa mensual: Año 2018	97
Figura 36. Radiación relativa mensual: Año 2019	98
Figura 37. Radiación relativa mensual: Año 2020	98
Figura 38. Exportación de datos climáticos.	99
Figura 39. Importación de datos de ETo Calculator a AquaCrop	100
Figura 40. Ploteo de datos de evapotranspiración 2017-2020	101

Figura 41. Ploteo de datos de precipitaciones pluviales años 2017 - 2020	101
Figura 42. Calibración de estrés de fertilidad del suelo de cultivo	102
Figura 43. Ciclo productivo abril - setiembre 2017-I.	104
Figura 44. Ciclo productivo noviembre 2017 – abril 2018.....	106
Figura 45. Ciclo productivo abril – setiembre 2018.....	107
Figura 46. Ciclo productivo octubre 2018 – marzo 2019	109
Figura 47. Ciclo productivo abril – setiembre 2019.....	110
Figura 48. Ciclo productivo octubre 2019 – marzo 2020	112
Figura 49. Ciclo productivo abril - setiembre 2020	113
Figura 50. Ciclo productivo octubre 2020 – marzo 2021	115
Figura 51. Ciclo productivo abril - setiembre 2021	116
Figura 52. Ciclo productivo octubre 2021 – marzo 2022	118
Figura 53. Ciclo productivo abril - setiembre 2022	119
Figura 54. Ciclo productivo octubre 2022 – marzo 2023	121
Figura 55. Ciclo productivo abril - setiembre 2023	122
Figura 56. Rendimiento del cultivo: Período abril - setiembre.	128
Figura 57. Rendimiento del cultivo: Periodo octubre – marzo	128
Figura 58. Comparativo de T° Max. abril - setiembre.	130
Figura 59. Comparativo de T° Min. abril – setiembre	130
Figura 60. Comparativo de Precipitación pluvial abril – setiembre.	131
Figura 61. Comparativo H.R. abril - setiembre	131
Figura 62. Comparativo ETo abril - setiembre.....	132
Figura 63. Comparativo T° Max. octubre – marzo.....	133

Figura 64. Comparativo T° Min. octubre - marzo.....	134
Figura 65. Comparativo Precipitación pluvial. octubre - marzo.....	134
Figura 66. Comparativo Humedad Relativa. octubre - marzo.....	135
Figura 67. Comparativo Evapotranspiración. octubre - marzo.....	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables.....	23
Tabla 2. Temperaturas de desarrollo fenológico del ají páprika.....	46
Tabla 3. pocas de cosecha en los hemisferios sur y norte	69
Tabla 4. pocas de siembra de aj páprika en el Perú.....	70
Tabla 5. pocas de siembra de aj páprika en el Perú.....	71
Tabla 6. Necesidades de temperatura vs. fenología del cultivo de aj páprika.....	73
Tabla 7. Evapotranspiración mensual del año 2017	85
Tabla 8. Evapotranspiración mensual del año 2018	86
Tabla 9. Evapotranspiración mensual del año 2019	88
Tabla 10. Evapotranspiración mensual del año 2020	89
Tabla 11. Parámetros climáticos Escenario 1-1.....	124
Tabla 12. Parámetros climáticos Escenario 1-2.....	125
Tabla 13. Parámetros climáticos Escenario 2-1.....	125
Tabla 14. Parámetros climáticos Escenario 2-2.....	126
Tabla 15. Producción de biomasa fresco - seco	127
Tabla 16. Parámetros climatológicos medios: abril - setiembre	129
Tabla 17. Parámetros climatológicos medios: octubre - marzo.....	133

RESUMEN

El presente estudio responde al problema de determinar los daños que provoca la variación del clima por el efecto invernadero en la producción y rendimiento del cultivo de ají páprika de exportación en la irrigación Majes, Arequipa, 2021. Siendo el objetivo identificar los parámetros edafoclimáticos requeridos para la óptima producción, del mismo modo se determinó los parámetros climáticos limitantes y la determinación de los efectos de la variación del clima, con la propuesta de medidas de adaptación y mitigación de los cultivos de exportación de acuerdo con las variaciones climáticas. El tipo de investigación es aplicada correlacional a los cambios climáticos, con un método analítico cuantitativo, de diseno no experimental. Teniendo como resultados que en el periodo abril a setiembre se tiene incrementos de temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa y la evapotranspiración tiende a reducirse. En el periodo octubre – marzo se tiene que la temperatura máxima, temperatura mínima, precipitación pluvial y humedad relativa tienden a reducirse en sus valores de medición, y la evapotranspiración tiende a incrementarse. Evaluando la producción respecto a la variación del clima se tiene un incremento leve en el periodo de abril a setiembre con un rendimiento promedio de 6.608 t/h, y el periodo octubre – marzo se tiene un incremento moderado con una producción promedio de 6.537 t/h, en donde los cambios climáticos no inciden considerablemente en la producción del cultivo en estudio, podemos decir que favorece en la producción de este.

Palabras clave: Aj páprika, cambio climático, capacidad adaptativa, variación climática

ABSTRACT

The present study responds to the problem of determining the damage caused by climate variation due to the greenhouse effect in the production and yield of the export paprika pepper crop in the Majes irrigation, Arequipa, 2021. The objective being to identify the edaphoclimatic parameters required for the optimal production, in the same way the limiting climatic parameters and the determination of the effects of climate variation were determined, with the proposal of adaptation and mitigation measures of export crops according to climatic variations. The type of research is applied correlational to climate changes, with a quantitative analytical method, of non-experimental design. Having as results that in the period april to september there are increases in maximum temperature, minimum temperature, relative humidity and evapotranspiration tends to be reduced. In the october-march period, the maximum temperature, minimum temperature, pluvial precipitation and relative humidity tend to decrease in their measurement values, and evapotranspiration tends to increase. Evaluating the production with respect to climate variation, there is a slight increase in the period from april to september with an average yield of 6,608 t/ha, and the period from october to march there is a moderate increase with an average production of 6,537 t/ha. ha, where climatic changes do not significantly affect the production of the crop under study, we can say that it favors its production.

Keywords: Paprika pepper, climate change, adaptive capacity, climate variation

INTRODUCCIÓN

Con el desarrollo de la revolución industrial y el desarrollo de la dinamicidad del hombre, se ha agravado los niveles del calentamiento del globo terráqueo por medio del almacenamiento acelerado de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, siendo los mayores componentes el dióxido de carbono y metano.

El sector agrario es el de mayor vulnerabilidad a los cambios climáticos, sabemos que uno de los principales factores de la producción agrícola es el factor clima, siendo la temperatura y la precipitación pluvial, con factores secundarios como son la humedad relativa, radiación solar, horas luz, vientos y los niveles de CO₂ en la atmósfera. Todos estos factores son componentes climáticos importantes en los niveles de producción de los cultivos. Los cambios climáticos severos y abruptos van a provocar mermas en el rendimiento de los cultivos de exportación y hasta afectaciones severas como pérdidas de toda la producción (1).

El Perú accede a una alta vulnerabilidad a los cambios climáticos severos, teniendo como evidencias las pérdidas de las cosechas con la incidencia de la corriente del Niño y La Niña, ahora contemplando un panorama pasivo, los efectos de las variaciones del clima pueden ser inclusive mayores, ya que los efectos desarrollarían al incorporarse otros mecanismos que van a afectar de forma negativa en la disponibilidad de los recursos hídricos, por el retroceso glaciar, las pérdidas de la producción de cultivos a causa de la disminución de la biodiversidad, incremento de la temperatura y efectos en la salud del hombre.

En el Perú tenemos diversidad de pisos altitudinales lo que se correlaciona con la variabilidad ecológica y productiva, por lo que la agricultura en el país es un rubro muy expuesto y vulnerable a las variaciones climáticas (2), como un elemento adicional es que gran parte de la población que se dedican a la agricultura son de condición pobre, en donde los actores de la producción también presentan vulnerabilidad en cuanto a la presencia de shock, ya que los agricultores que no cuenten con los recursos monetarios no disponen de los recursos para prevenir o controlar los acontecimientos climáticos negativos que lleguen a afectarlos. La incertidumbre del comportamiento climático y la disposición de fenómenos de climas extremos.

Para hallar los diversos valores normalizados de los factores climáticos como son temperaturas y precipitación pluvial que afecta al ingreso monetario de los agricultores. Para cumplir con el objetivo se aplica el software AquaCrop y método de vulnerabilidad (3). Para determinar los cambios de clima se adquiere información agrícola a nivel del productor, del mismo modo la data del clima del lugar en estudio.

Para el análisis se contó con la información del SENAMHI y el INEI (2015 – 2017), el cual provee información transversal sobre las características climáticas de la irrigación Majes, producción y antecedentes de comportamiento del cultivo en estudio, y pronosticar el comportamiento futuro, para así determinar el acondicionamiento a las condiciones nuevas para desarrollar alternativas de buenas prácticas y técnicas agrícolas.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

El cambio climático por el efecto invernadero es tangible, actualmente se tiene un incremento de consumo de carbón de más de 100 veces comparativamente con el siglo XVIII, además el consumo de hidrocarburos (petróleo) se ha elevado a más de 200 veces en el siglo XX e inicios del siglo XXI. Año tras año y con frecuencia aumentan las alteraciones de clima (inundaciones, sequías, heladas y lluvias más serias y extensas (4).

El Perú afecta en un 0.4% de gases que producen el efecto invernadero, es el tercer país más vulnerable a los riesgos de clima y aún más en el sector agrario tiene alta vulnerabilidad a los efectos de cambios climáticos (2).

La presencia más frecuente de variaciones de clima en la irrigación Majes causa reducción productiva y el rendimiento de las cosechas, ya que uno de los principales factores intervinientes en el ciclo productivo es el clima, siendo sus componentes: la temperatura, precipitaciones pluviales, incidencia solar, velocidad de los vientos y las concentraciones de CO₂ en la atmósfera. Las variaciones severas o repentinas van a condicionar y afectar la producción

y rendimiento, llegando a casos extremos de perder la integridad de la producción (5) (6).

1.1.2. Formulación del problema

A. Problema general

¿Es posible establecer los efectos que provoca la variación del clima por el efecto invernadero en la producción y rendimiento del cultivo de ají páprika de exportación en la irrigación Majes, Arequipa, 2021?

B. Problemas específicos

- ¿Es posible identificar los parámetros geográficos, productivos, fenológicos, edafoclimáticos requeridos para la óptima producción de cultivos de exportación?
- ¿Es posible determinar los niveles y parámetros edafoclimáticos limitantes que reducen el desarrollo y rendimiento de las cosechas del cultivo en estudio?
- ¿Es factible determinar el comportamiento del clima que repercuten en el rendimiento de las cosechas, con el empleo de software Eto y AquaCrop desde el año 2017 y pronosticados al año 2023?
- ¿Es posible evaluar el comportamiento climático en la producción de aj páprika en el período 2017 – 2023 respecto a la producción de biomasa y rendimiento seco?

- ¿Qué medidas de adaptación y mitigación se puede proponer en el cultivo de exportación en función de las variaciones climáticas?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Establecer los efectos que provoca la variación del clima por el efecto invernadero en la producción y rendimiento del cultivo de ají páprika de exportación en la irrigación Majes, Arequipa, 2021.

1.2.2. Objetivos específicos

- A. Identificar los parámetros geográficos, productivos, fenológicos, edafoclimáticos requeridos para la óptima producción de cultivos de exportación.
- B. Determinar los niveles y parámetros edafoclimáticos limitantes que reducen el desarrollo y rendimiento de las cosechas del cultivo en estudio.
- C. Determinar el comportamiento del clima que repercuten en el rendimiento de las cosechas con el empleo de software Eto y AquaCrop desde el año 2017 y pronosticados al año 2023.
- D. Evaluar el comportamiento climático en la producción de aj páprika en el período 2017 – 2023 respecto a la producción de biomasa y rendimiento seco.

- E. Proponer medidas de adaptación y mitigación en el cultivo de exportación en función de las variaciones climáticas.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación ambiental

El presente estudio va a proponer medidas concretas para evitar mayores daños al sistema climático y los procedimientos para afrontar y mitigar la incidencia negativa en las labores de producción y rendimiento de las cosechas del cultivo de ají páprika de exportaci3n.

1.3.2. Justificaci3n social

El estudio realizado aportará con la propuesta de mejores condiciones de cultivo y cuidado del medio ambiente, lo que contribuye en mejorar la calidad de vida de las personas en cuanto a salud y preservar los niveles de ingresos econ3micos en la canasta familiar en la producci3n de sus cultivos.

1.3.3. Justificaci3n tecnol3gica

Con la ejecuci3n del presente estudio aportará con medidas preventivas y correctivas en dos aspectos, el primero en el cuidado del medio ambiente como son el evitar la quema de biomasa (rastros), deforestaci3n y uso de fertilizantes y agroquímicos nocivos; y el segundo aspecto es la adaptaci3n de labores agrícolas de producci3n de acuerdo con las nuevas condiciones climáticas que se vienen generando.

1.3.4. Importancia

El Perú se encuentra inmerso en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) desde 1992, ratificado en 1993, el compromiso del país para aportar a los fines de la Convención de “estabilizar la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera y evitar llegar a un nivel de interferencia antropogénica peligrosa”. Volviéndose a ratificar el Perú con el compromiso al incorporarse al Protocolo de Kioto, en el año 2002.

1.4. Hipótesis y descripción de variables

1.4.1. Hipótesis general

Las variaciones climáticas en particular la temperatura, humedad y precipitaciones producirán efectos importantes en la producción y rendimiento del cultivo de ají páprika de exportación en la irrigación Majes, Arequipa, 2021.

1.4.2. Hipótesis específicas

- A.** Se identifica los parámetros geográficos, productivos, fenológicos, edafoclimáticos requeridos y favorables para la buena producción del cultivo de aj páprika de exportación.
- B.** Fue posible determinar los niveles y parámetros edafoclimáticos limitantes de temperatura, humedad y precipitaciones pluviales que reducen el desarrollo y rendimiento de las cosechas del cultivo en estudio.

- C. Se determinan el comportamiento del clima que repercuten en el rendimiento de las cosechas con el empleo de software Eto y AquaCrop desde el año 2017 y pronosticados al año 2023.
- D. Fue posible evaluar el comportamiento climático en la producción de ají páprika en el período 2017 – 2023 respecto a la producción de biomasa y rendimiento seco.
- E. Se realizaron propuestas de medidas de adaptación y mitigación en el cultivo de exportación en función de las variaciones climáticas.

1.4.3. Variables

a. Variable independiente

Efectos de la variación del clima.

b. Variable dependiente

Producción y rendimiento de aj páprika.

Categorías de la variable dependiente:

- Parámetros edafoclimáticos óptimos.
- Parámetros edafoclimáticos limitantes.
- Variantes en la producción.
- Medidas de adaptación y mitigación.

c. Operacionalización de las variables

Tabla 1.

Operacionalización de las variables

VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES	UNIDADES DE MEDIDA
Variable independiente: Efectos de la variación del clima			
Efectos de la variación del clima	a) Nivel de producción comparativo 2017-2023. b) Variaciones clima Nivel del rendimiento comparativo	a) Rendimiento de biomasa verde y seca. b) T° máx. – mín. precipitaciones p., humedad relativa, ETo	a) T.M./há. b) °C, cc/m ² , %HR, ETo.
Variable dependiente: Producción y rendimiento de los cultivos de exportación.			
Parámetros geográficos, productivos, tecnológicos y edafoclimáticos óptimos	a) Clima favorable para la producción. b) Épocas de siembra y cosecha. c) Fenología del cultivo. d) Condiciones edafoclimáticas en la zona en estudio	- Temperatura, humedad, horas luz precipitaciones mensualizada. - Estaciones. - Estados fenológicos. - Suelo, clima, vientos, hidrología	a) °C, %HR, Horas, mm. b) Meses c) Temperatura vs. Fenología. d) %, °C, m/s, m ³ ,
Parámetros edafoclimáticos limitantes	a) Clima adverso para la producción. b) Germinación, crecimiento, desarrollo, fructificación. c) Suelos	a) Luz, Temperatura b) Luz, Temperatura máxima, mínima, diurna y nocturna. c) pH agua y suelos.	a) Horas luz, °C. b) Horas luz, °C máx. y mín., %HR. c) Ph
Variantes en la producción	Volúmenes de cosechas.	Rendimiento de biomasa y rendimiento seco.	T.M./há. Software Eto calculator y AquaCrop
Medidas adaptación y mitigación	Riegos, labores culturales, insumos agrícolas y control fitosanitario adaptados a condiciones climáticas.	a) Módulo de Riegos. b) Nivel de Fertilización. c) Control fitosanitario. d) Labores agrícolas	a) Lt/s, m ³ /h, frecuencia. b) Kilogramos, % c) Lts, cc,

Fuente: Elaborado por el autor.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Antecedentes internacionales

La tesis titulada “Evaluación integral de los impactos de la variabilidad y el cambio climático en la agricultura de maíz en el estado de Michoacán”. Teniendo el objetivo de evaluar los impactos potenciales de la variabilidad y el cambio climático sobre la agricultura de maíz en Michoacán, así como la capacidad adaptativa del sector ante estos factores. Siendo la metodología de tres etapas: Relación clima-maíz; evaluación de la capacidad adaptativa y las proyecciones de cambio climático (CC) para Michoacán en el periodo 2015-2039 y las tendencias en la capacidad adaptativa. Siendo los resultados que la temperatura promedio y la precipitación en el ciclo productivo del maíz, muestran un 39% de la variación de los rendimientos con riego y el 34% con lluvias. Proyectándose un descenso en los rendimientos a partir de 2015, y pudiendo alargarse hasta el año 2030 o 2034. Las tendencias a futuro visualizan un ligero incremento en la capacidad adaptativa, que serán insuficientes respecto a los decadentes rendimientos del maíz proyectados para el futuro (7).

En la tesis de pregrado denominada “El impacto económico de la agricultura y el efecto del cambio climático en el cantón Babahoyo”. Teniendo el objetivo de

realizar un estudio sobre el impacto económico que sufre el sector agrícola por los efectos climáticos ocurridos en el Cantón Babahoyo en el período 2013 –2015. El tipo de investigación es cualitativa y cuantitativa por medio de encuesta aplicadas a los agricultores de la región, teniendo resultados cuantificables en el impacto del cambio climático en la agricultura, evaluando las consecuencias en la seguridad alimentaria, y costea las inversiones necesarias paliativas de compensación por las consecuencias que afecta el cambio climático en el bienestar humano (8).

Antecedentes nacionales

En la tesis de grado denominado “Fenómeno El Niño y su impacto en la oferta exportable de uvas frescas (*Vitis Vinífera*) del sector no tradicional de la región Piura 2016 – 2018”. Teniendo de objetivo identificar el impacto de El Niño en la oferta exportable del sector No Tradicional de uvas frescas (*Vitis Vinífera*) de la región Piura 2016 – 2018, siendo la base del problema el fenómeno cíclico de El Niño costero, con severas y largas lluvias e inundaciones afectando severamente al sector agrícola. Se aplicaron encuestas respecto a la oferta exportable del producto estudiado, así como el proceso de operaciones logísticas de exportación con presencia del Fenómeno del Niño, el uso de programas estadísticos para cuantificar datos de encuestas, La población compuesta de 30 agroexportadores de uva de mesa en la región Piura, los resultados dicen que el impacto del Fenómeno El Niño frente a la oferta exportable de uvas no afecta directamente en la producción y comercialización del producto, pero si en la logística nacional y el medio de transporte (9).

El Artículo científico denominado “Análisis de Tendencias que impactan en la Agricultura”. Teniendo el objetivo de desarrollar las tendencias que afectan mayoritariamente a la Agricultura, detectando algunas variables y factores relevantes que deben ser tomados en cuenta en el proceso de planeamiento estratégico del Sector Agricultura y Riego para reducir el impacto negativo y apoyarse en los aspectos positivos que se avizoran como parte del cambio. Toma en consideración doce tendencias (cambio climático, mejoras en la producción agraria, innovación agraria, incremento de la degradación de suelos, incremento en la degradación de bosques, escasez sucesiva de agua, incremento en la presencia de plagas y enfermedades, generación de mercados nuevos, aumento de las tecnologías informáticas y de comunicación; cambios en la demografía rural, aumento en la diversidad comercial internacional, aumento en los precios de los alimentos), de las cuales concluyen que el cambio climático ocasiona alteraciones en el desarrollo vegetativo, rendimiento y sanidad de cultivos por la proliferación y reproducción de plagas en climas de sequía (región andina) y enfermedades en zonas lluviosas. Económicamente se aminora la rentabilidad de los cultivos por el incremento de los costos de producción por el uso de plaguicidas y fungicidas; además de daños en la infraestructura de riego. Hechos vistos en las pérdidas generadas por el Fenómeno del Niño 1997- 1998 (10).

El informe del BCRP. “El cambio climático y sus efectos en el Perú”. El informe muestra una descripción general sobre el fenómeno de cambio climático, del mismo modo el contexto global de interrelación, focalizando el análisis en las consecuencias

e impactos económicos a nivel mundial y el Perú. Para el país, de acuerdo al fundamento teórico de Dell, Jones y Olken (2008) se cuantifica el impacto sobre el crecimiento a partir de proyecciones climáticas al 2050. El estudio se fracciona en siete estamentos. Las dos primeras secciones desarrollan las causas y consecuencias del cambio climático, la sección tres sobre el impacto del cambio climático a nivel del mundo, la sección cuatro desarrolla los mecanismos de mitigación comprendidos en el protocolo de Kioto, la sección cinco y seis, analiza las consecuencias del cambio climático en el Perú, y las dos últimas secciones detallan acciones estratégicas (11).

Antecedentes regionales

En la tesis denominada “Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de la quinua en el distrito de Juli, periodo 1997 – 2014”. Siendo el objetivo general determinar los efectos del CC en la producción y rendimiento de quinua a partir de una función de producción que los relaciona con las variables climáticas; temperatura y precipitación; y de manera específica. Siendo los resultados que la temperatura máxima, a un nivel de significancia del 10%. Siendo temperaturas optimas entre 15.2°C y 5°C y precipitación de 765.5 mm. El comportamiento del clima va con tendencia creciente, con efectos negativos en la producción y rendimiento, porque a más temperatura sobrepasa el umbral óptimo requerido por el cultivo, reduciendo la producción y rendimiento de quinua. Para los próximos 16 años de acuerdo al pronóstico de producción de quinua, los efectos serán negativos para todos los cultivos, con riesgos como reducción de la producción y calidad de los

alimentos, pocas ganancias e incremento de precios.

Se concluye que es imprescindible implementar de medidas de adaptación y mitigación para el sector agrícola (12)

2.2. Bases teóricas

Los factores que influyen negativamente en la producción de cultivos son las variaciones de los más resaltantes parámetros climáticos como son la temperatura y precipitación pluvial y elevada humedad relativa.

En América Central el estudio ejecutado por Cepal, evaluó los efectos causados por los cambios de clima sobre la producción agropecuaria, por medio de índices de producción, diferenciándolas en cuatro áreas: Producción agropecuaria, producción de cultivos generales, producción de cereales y producción pecuaria. Empleando variables de clima como la temperatura máxima anual y las precipitaciones pluviales acumuladas entre los meses de mayo a octubre, épocas de siembra de los cultivos transitorios. Teniendo como resultados que con temperaturas menores de 27°C se tienen incrementos en la producción agropecuaria. Del mismo modo las precipitaciones pluviales acumuladas mayores a 1.500 milímetros (temporada de lluvias) causan menores rendimientos en la producción (13).

El Estudio del Impacto Económico del Cambio Climático liderado por el Ministerio del Ambiente, el cual desarrolla cálculos del impacto que causan los cambios climáticos por medio del uso del modelo de producción. Este modelo tiene una concepción de detectar las afectaciones a los recursos naturales por los cambios atmosféricos tales como la temperatura, precipitaciones pluviales, accesos al agua y las características del ecosistema. Se desarrolló evaluaciones por zonas, en donde se determinó el grado de afectación en la producción por los cambios promedios de las variables climáticas. En el rubro agrario se trabajaron con los cultivos de importancia en el valor bruto de la producción (PBI agrícola) y por las extensiones de cultivo para evaluar la tasa de empleo en las labores agrícolas, cultivos que son: papa, arroz, cafeto, caña de azúcar, bananas, maíz amarillo duro, maíz amiláceo.

Teniendo como resultados que el impacto causado por el cambio climático afecta en la producción en todos los cultivos a excepción del café, en donde sus niveles productivos se incrementarán y posteriormente reducirán moderadamente. Las temperaturas óptimas para el cultivo de papa es 14,2 °C, 24.07°C en el cultivo de arroz; 17.56°C para el maíz amarillo duro y de 29,59°C para el cultivo de café. La producción de los cultivos está condicionada por las variables climáticas. Con las proyecciones de rendimiento y producción se determinaron la rentabilidad con y sin cambio climático en cada uno de los cultivos, con esto se obtuvo el impacto del cambio climático por la diferencia de ambas variables (14).

2.2.1. Cambio climático y déficit ecológico

Se conceptualiza como cambio climático a la variación reconocible y persistente del comportamiento del clima por cambios naturales o por efectos de los procederes del hombre (15). En estos últimos años se emplea el concepto para direccionarse al calentamiento global acelerado, el cual se viene produciendo en la superficie terrestre como consecuencia de una alta concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Las temperaturas del globo terráqueo en la superficie terrestre, en el año 2019 se presentaron como las segundas más cálidas desde el año 1880, de acuerdo a análisis independientes de la NASA y la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA). En todo el mundo las temperaturas del año 2016 fueron las más elevadas, en donde por tendencia al calentamiento de la tierra, tenemos que los últimos cinco años se reportan como los años más cálidos en un período de 140 años (16).

El año 2019 se tornó 0.98 grados centígrados más cálido respecto a la temperatura promedio del período de 1951 a 1980, de acuerdo al personal de ciencia del Instituto Goddard de Estudios Espaciales (GISS) de la NASA de Nueva York – USA.

La Figura 1 muestra un raudo calentamiento en las últimas décadas, en donde se determina que en los 10 últimos años ha sido la más cálida en el registro.

La NASA en la ejecución de estimaciones en cada sitio, aplicando un algoritmo que contempla el esparcimiento variable de las estaciones de temperatura en todo el globo terráqueo, del mismo modo como los efectos de las islas de calor urbanas. Los cálculos provocan desviaciones de la temperatura promedio integral al período referente de 1951 a 1980.

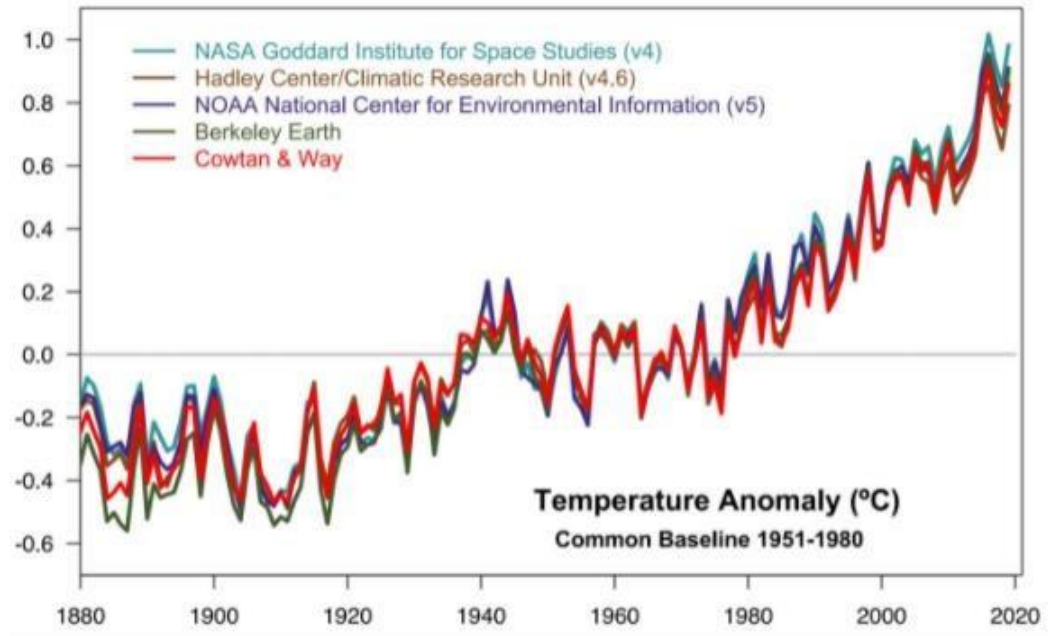


Figura 1. *Temperaturas anómalas anuales de 1880-2019 en relación a la media de 1951-1980.*

Nota: El grupo de investigación de Berkeley Earth, el Met Office Hadley Centre (Reino Unido) y el análisis Cowtan and Way. Se tienen variaciones de un año a otro, con picos de temperatura y valles sincronizados entre sí. (16).

La Teoría de la vulnerabilidad

Teoría que es un hito en el desarrollo de la investigación, por lo que en el presente estudio se abordan impactos potenciales y la capacidad de adaptación de los cultivos, pero no llegando a evaluar integralmente la vulnerabilidad, por los tiempos que conllevaría dicho estudio.

La teoría de la vulnerabilidad fue planteada por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), en donde la severidad de los impactos de los eventos de clima va a ser condicionados por los niveles de vulnerabilidad y exposición a éstos (17).

La vulnerabilidad es estudiada desde diversos panoramas, en donde de acuerdo a Eakin y Luers (2014) (18), se comprende tres líneas de investigación:

- a) Estudios respecto al riesgo: Donde se toman en cuenta las amenazas biofísicas, las consecuencias producidas y el lugar donde se producirían los impactos. Los productos negativos se determinan respecto los factores biofísicos y el potencial de la pérdida de un grupo de cultivo específico que fue expuesta al riesgo.
- b) Economía política/Ecología política: Le economía política se centra en los factores socio políticos, de cultura y monetarios, los cuales producen diferencias en el nivel de vulnerabilidad en una población específica de características particulares. La vulnerabilidad no es un resultado, más bien son el grupo de condicionantes dinámicas supeditadas por las inequidades en el acceso y las cualidades distributivas de los recursos, oportunidades, dominancia social y la marginación. La ecología política aporta la dinámica biofísica.
- c) Resiliencia ecológica: Donde detalla la vulnerabilidad como una condición dinámica del sistema socio – ambiental- La resiliencia es la capacidad de recuperación y absorción de los cambios con el fin de mantener la armonía del sistema.

La vulnerabilidad es un complemento entre enfoques del riesgo y la ecología política, tomando en consideración la dinámica biofísica, y los factores socio políticos que lo enmarcan al sistema socio ambiental de los cultivos de exportación; de este modo se conceptualiza la vulnerabilidad conforme al impacto potencial (exposición y sensibilidad) y la capacidad de adaptación del sistema.

Ecuación 1. Vulnerabilidad

Vulnerabilidad = f (Exposición, Sensibilidad, Capacidad de adaptación)

2.2.2. Agricultura y cambio climático

Los efectos biológicos y biofísicos van a afectar la productividad de los cultivos, la disponibilidad de agua, luz solar, entre otros.

La agricultura también es aportante de la producción de gases de efecto invernadero. En donde se presume que la tercera parte de las emisiones de GEI en el mundo son a causa de una agricultura intensiva irresponsable y la deforestación. Contaminantes que se producen en un 80% en los países en desarrollo (19).



Figura 2. Vulnerabilidad frente al cambio climático.
 Fuente: Tomado de El Sector Agrario y El Cambio Climático (19).

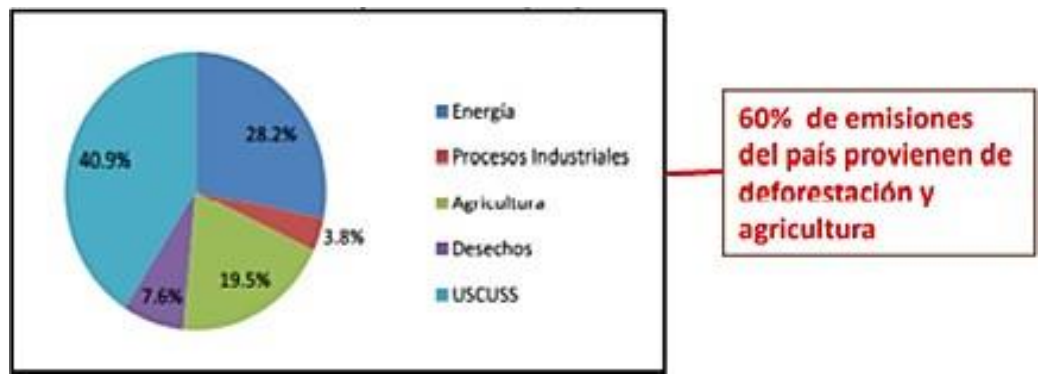


Figura 3. Emisiones contaminantes de aporte al cambio climático.
 Fuente: El Sector Agrario y El Cambio Climático (19).

2.2.3. Efectos del cambio climático

Estudios desarrollados por el MINAGRI, muestran que el Fenómeno de El Niño incrementarían la intensidad y la frecuencia por efecto del cambio de clima.

Con los efectos del cambio climático se estima pérdidas relativas de PBI en un rango de 4.4%. Las medidas a tomar son acciones de prevención, mitigación y adaptación, tomando en cuenta las condiciones y comportamientos de cada ecosistema (Figura 4).

País	PBI total sin Cambio Climático (2025)	PBI con Cambio Climático (2025)	Pérdida (2025)	% Pérdida relativa (2025)
Bolivia	35 442	32 867	2 575	7,3%
Colombia	318 037	303 811	14 226	4,5%
Ecuador	90 417	84 784	5 633	6,2%
Perú	225 300	215 393	9 906	4,4%
Total	669 196	639 350	29 846	4,5%

Figura 4. Pérdidas a causa del Cambio Climático de 2005 hacia el 2025 en millones de dólares. Fuente: El Costo Económico del Cambio Climático en la Comunidad Andina (20).

Los efectos del cambio climático son:

- Los cambios climáticos presentan amenazas de peligro como: Heladas, nevadas, veranillos, sequías, granizos, precipitaciones pluviales intensas, inundaciones, radiación solar intensa, entre otros.
- Desequilibrio en la distribución espacial y de tiempo de precipitaciones pluviales; en donde el 2% de las lluvias discurren hacia la vertiente del océano Pacífico y el 98% discurren hacia la vertiente del océano Atlántico.
- La población mayoritaria se ubica en la vertiente del océano Pacífico en un rango del 70%.

- Se tiene pérdidas incrementales de la superficie de los glaciares por el efecto de calentamiento terrestre.
- La agricultura del país es de un 66% bajo secano (depende de las lluvias), en donde se usa el 80% de agua dulce, con uso ineficiente del agua.
- El sector agrario es el más vulnerable al cambio climático.



Figura 5. Peligros climáticos en el Perú.
Fuente: El Sector Agrario y El Cambio Climático (19).

El MINAG precisa que la elevada vulnerabilidad ante las variaciones de clima aportó a la pérdida de 15 mil hectáreas/campaña agrícola por la adición de efectos climáticos adicionales. Cada dos años el sector agrícola, reporta pérdidas altas, con costo promedio de 390 millones de soles. Pérdidas

atribuidas al fenómeno del Niño (1997 – 1998 y 2006 – 2007, y en los años 2003 y 2004 que fueron afectados por la sequía (21) (Figura 4 y 5).

2.2.4. Vulnerabilidad agrícola

En la Figura 6 y 7 vemos el nivel de vulnerabilidad agrícola, en donde se ve que el departamento de Arequipa tiene nivel muy alto de heladas, sequía e inundaciones.

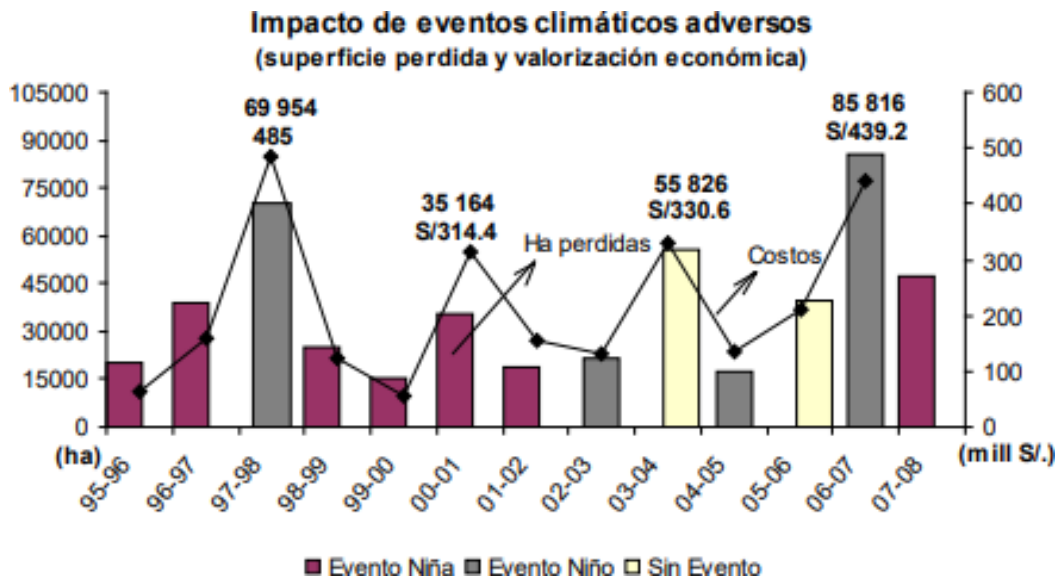


Figura 6. Impacto de eventos climáticos adversos (superficie perdida y valor económica).

Fuente: Tomado de Elementos para entender el cambio climático y sus impactos (22).

VULNERABILIDAD AGRICOLA					
N°	REGION	NIVEL ALTO Y MUY ALTO			
		HELADAS	SEQUIA	FRIAJES	INUNDACIONES
1	Amazonas		ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO
2	Ancash		MUY ALTO		ALTO
3	Apurimac				
4	Arequipa	ALTO	ALTO		ALTO
5	Ayacucho		ALTO	ALTO	ALTO
6	Cajamarca	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO	ALTO
7	Cuzco	MUY ALTO		MUY ALTO	MUY ALTO
8	Huancavelica	ALTO	ALTO		
9	Huánuco		ALTO	ALTO	MUY ALTO
10	Ica		ALTO		ALTO
11	Junin	ALTO	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO
12	La Libertad	ALTO	MUY ALTO		ALTO
13	Lambayeque		MUY ALTO		ALTO
14	Lima		ALTO		ALTO
15	Loreto			ALTO	ALTO
16	Madre de Dios			ALTO	ALTO
17	Moquegua		ALTO		
18	Pasco			MUY ALTO	ALTO
19	Piura		MUY ALTO	ALTO	ALTO
20	Puno	MUY ALTO	ALTO	MUY ALTO	ALTO
21	San Martin	ALTO		ALTO	MUY ALTO
22	Tacna		ALTO		ALTO
23	Ucayali			ALTO	ALTO
24	Tumbes		ALTO		

Figura 7. Priorización de regiones por nivel de riesgo climático.
Fuente: (5).

2.2.5. El impacto potencial

Son aquellos impactos con posibilidades de ocurrencia en caso de no prever ninguna acción de adaptación ante los cambios que se susciten. El impacto potencial comprende dos componentes que son la exposición y la sensibilidad (23):

- **Exposición:** La exposición al nivel de estrés climático que se aplica a la unidad de análisis. El cual se evalúa por medio de la variación del clima y por el acontecimiento y la intensidad de las causas extremas (cifras

climáticas por encima o debajo de los valores normales. También se consideran algunos componentes climáticos que en su conjunto y en un ciclo dado de producción llegan a afectar al sistema de producción.

- **Sensibilidad:** Es la intensidad o grado de afectación o modificación de un sistema por una perturbación. La cual involucra factores humanos y ambientales, los cuales condicionan la intensidad de la ocurrencia de los eventos que causen daños. Podemos ver que algunos de los factores de clima van a incidir en la fenología de los cultivos de exportación, los cuales inciden directamente en el rendimiento de las cosechas.

2.2.5.1. Variabilidad y cambio climático (CC)

Para el presente estudio diferenciamos lo que es la variación del clima y los cambios climáticos (CC). Ambas condiciones van a provocar el estrés en los cultivos de exportación de acuerdo en la etapa fenológica en la que se presenten y de la prolongación del evento climático. Al observar el registro del clima en el tiempo se notan variaciones del comportamiento medio y de otros parámetros estadísticos, lo cual proveen la variabilidad climática acontecida, los cuales son cambios de origen natural. Ahora en las últimas décadas las variaciones se dan en un 95% a factores humanos (24), por la contribución a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), que aportan e intensifican el efecto

invernadero en la atmósfera y son una manifestación del CC en el mundo (25).

2.2.6. Adaptación

La definición de adaptación es la destreza de un sistema para poder adecuarse a las perturbaciones del cambio climático donde se contempla la variabilidad del clima y los registros extremos de los componentes climáticos.

También la adaptación contempla reducir los daños y además de sacar provecho de las oportunidades, así como el de afrontar las consecuencias que acarrearán (5).

El Ministerio del ambiente (MINAM), como autoridad del ambiente en el Perú se propone regular el manejo racional de incremento de los GEI, entre otros contaminantes del aire, como un componente de las políticas y acciones para llegar a un desarrollo sostenible, como también la mayor reducción posible de los efectos negativos que provocan los cambios climáticos severos por medio de acciones de adaptación sectorizada e integrada.

La Convención Marco de la ONU en el tema de Cambio Climático, ha pronosticado que los países en vías de desarrollo incrementarán sus emisiones, el cual se encuentra precisado en el considerando 3 del Preámbulo de la Convención (5).

Como antecedentes tenemos que la gran cantidad de emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la tierra, se han dado origen en los países desarrollados, como se sigue dando actualmente.

Para desarrollar políticas y determinar lineamientos que eviten el aumento proporcional de los GEI, se tiene que tener en cuenta que las emisiones en los países en desarrollo se generan en diversas situaciones:

- El incremento de las emisiones de gases a causa de la pobreza. En el Perú el incremento se debe a la deforestación, incineración de forestales en la Amazonía por los agricultores que migran.
- El incremento de emisiones por el crecimiento económico de las empresas industriales. Los cuales tienen el mayor consumo energético, transporte y contaminación por desechos de fabricación.

Para poder tener la capacidad de adaptarse a los cambios climáticos de manera dinámica y soportar por la base de producción, capital humano, bases sociales, intervención de las instituciones, el gobierno, la capacidad y niveles tecnológicos y la salud (5).

2.2.6.1. Capacidad de adaptación

Para determinar los efectos causados por el CC se debe complementar los resultados de los impactos del clima y las capacidades de adaptación de la zona en estudio frente a las posibles variaciones (26).

La propuesta del análisis de la capacidad de adaptación por los vectores de subsistencia rural (27).

Las facultades de adaptación de un sistema es la capacidad de respuesta ante una variación y por consecuencia la reducción de los impactos potenciales (23); estas facultades o capacidades son adquiridas con recursos o apoyo de instituciones del país o región para poder implementar medidas de adaptación de forma eficaz para mitigar las perturbaciones (24).

Las capacidades de adaptación son propiedades crecientes de la diversidad de bienes y actividades respecto a los medios y formas de vida rural, así como impartir la flexibilidad de insumos, materiales o productos y de igual modo las labores culturales y sanitarias para responder a las situaciones de perturbación extrema. Los medios de vida se dan en cinco tipos de capital (28), haciendo uso de la teoría de los medios de vida y atribuyendo un análisis de adaptación del sector rural. Para a la capacidad adaptativa se toma en cuenta los siguientes capitales:

- Capital humano: Se considera las capacidades y habilidades, la salud física y mental de las personas involucradas, y el nivel de educación, las cuales van a aportar en la productividad del trabajo y las acciones de gestión en las labores agrarias.
- Capital social: Es importante la cohesión social y relaciones interpersonales que van a promover el apoyo cooperativo y los nexos

por medio de la cual las ideas, acciones y recursos son desarrollados.

- Capital natural: Son todos los recursos naturales inmersos como son los recursos del clima, recursos hídricos y biológicos que aportan en conjunto a la productividad de los cultivos en el tiempo actual y en acciones futuras.
- Capital físico: Son todos aquellos bienes de capital como son herramientas, máquinas, equipos, infraestructura, insumos, así como material genético modificado (variedades de semillas mejoradas).
- Capital financiero: Los montos monetarios en forma de efectivo o financiado con los que cuenta.

En el presente estudio se aplicará la evaluación de la capacidad de adaptación del sector agrícola de los cultivos de exportación en la irrigación Majes, en donde se identifica los hogares rurales y las entidades gubernamentales y privadas que aporten.

2.2.7. Mitigación

El término mitigar asume acciones de acción con el fin de reducir el nivel de emisiones, en mayor consideración de los GEI, a consecuencia de las diferentes fuentes, por medio de realizar acciones producto de variadas fuentes.

En nuestro país las medidas de mitigación se encuentran asociadas a la deforestación y de la agricultura migratoria (LULUCF; Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Forestación).

Las estrategias de mitigación se direccionan a minimizar las emisiones netas de GEI a la atmósfera, el cual es el que nutre el cambio climático antropogénico, en cambio la adaptación incide en limitar los riesgos producidos por el cambio climático, minimizando las vulnerabilidades. La mitigación y la adaptación se complementan, ya que si no consideramos la mitigación la eficiencia adaptativa será inconclusa, y si una labor de adaptación no se mitiga las emisiones de GEI, las labores de adaptación no serán valederas porque se seguiría incrementando los niveles de GEI (28).

2.2.8. Cultivos de exportación

De acuerdo con ADEX (29), entre el mes de enero y abril de presente año la agroexportación de los diez principales productos agrícolas superaron los US\$ 1,402 millones. Teniendo un crecimiento del 29.9% comparativamente al año 2020. Encontrándose en primer lugar las uvas de mesa, platas, mangos, espárragos, arándanos, bananas, jengibre (kion), cebollas, páprika y otras hortalizas.

Los envíos de páprika llegaron a US\$ 25 millones y los de otras hortalizas sumaron US\$ 24 millones.

2.2.8.1. Ají páprika

El ají páprika de Arequipa tiene como mercados de destino los países de Estados Unidos, México y España. En el año 2019 se sembraron 1,300 hectáreas de aj páprika, el cual se pronostica ampliaciones (30). El nombre científico del cultivo páprika es *Capsicum annuum L.Vr.Longum* (Figura 8).



Figura 8. Aj páprika variedad papri king.
Fuente: Tomado de La páprika: sus características, consumo, comercialización e impacto en la economía peruana (32).

Taxonomía

Se tienen 2,300 especies, la mayor producción se da por el *Capsicum annuum L.*, tiene 5 especies cultivadas a nivel global (31).

- Familia Solanaceae

- Especie: *Capsicum annuum* L.
- Planta: Herbácea perenne, con ciclo anual, teniendo una planta de altura promedio de 50 centímetros.

Tabla 2.

Temperaturas de desarrollo fenológico del ají páprika

Temperatura de germinación	Grados centígrados
Mínima	13°C
Óptima	25°C
Máxima	38°C
T° de desarrollo vegetativo	Grados centígrados
Se detiene	10°C
Mínimo	13°C
Óptimo	20-25°C en el día 16-18°C en la noche
Se congela	-1°C
Temperatura de floración	Grados centígrados
Mínima	18-20°C
Óptimo	25°C
Máxima	33°C
Temperatura de cuajado de frutos	Grados centígrados
Mínima	18-20°C
Óptimo	25°C
Máxima	33°C

Fuente: Tomado de La páprika: sus características, consumo, comercialización e impacto en la economía peruana (32).

2.2.9. Modelo agrometeorológico AquaCrop

2.2.9.1. Descripción del modelo AquaCrop.

La FAO describe al modelo AquaCrop: “Como un modelo de desarrollo de follaje, dirigido a simular el desarrollo de la biomasa potencial del cultivo y la producción cosechable como resultado del agua disponible”. Considera el sistema suelo-planta-atmósfera como un entrelace consecutivo, simulando la respuesta de los cultivos en términos de rendimiento, y es empleado especialmente para representar condiciones, donde el agua es un factor limitante de la producción. Se requiere datos de entrada consistente en parámetros climáticos, del cultivo, del suelo y agua de riego, datos de gestión del riego (33).

El modelo AquaCrop realizó un nuevo enfoque al problema de la producción de biomasa, considerando la separación de la evapotranspiración (ET) en la evaporación del suelo (E) y la transpiración del Cultivo (Tr) y además consideró el rendimiento final (Y) dividido en la biomasa (B) y el índice de cosecha (IC). La separación de la ET en E y Tr evita el efecto de la confusión del uso no productivo y consuntivo del agua. Esto es un avance importante sobre todo durante los períodos en los cuales la cobertura del suelo es incompleta, pues el componente de transpiración es menor. La separación de Y en B e IC permite la distinción de la base funcional de las relaciones entre el medio ambiente y la biomasa (B) y el medio ambiente y la cosecha (IC). Estas relaciones son en realidad, fundamentalmente diferentes y su uso evita la confusión de los efectos de estrés hídrico en la biomasa y la cosecha.

Los cambios descritos se pueden representar en la Ecuación (34)

Ecuación 2. Cálculo de la biomasa.

$$B = WP \sum Tr$$

En donde:

- Tr: Transpiración del cultivo (mm) y
- WP: Parámetro de productividad hídrica (Kg biomasa.m⁻² y por mm de agua transpirada sobre el período de tiempo en el cual la biomasa es producida).

Así mismo, AquaCrop utiliza parámetros y variables de entrada relativamente reducidos, pero claros e intuitivos, sin requerir métodos complejos para su determinación. El uso de este modelo AquaCrop incluye la evaluación de los recursos hídricos necesarios para lograr los rendimientos de los cultivos en una ubicación geográfica determinada, para respaldar las decisiones sobre la asignación de agua y otras acciones de política hídrica.

2.2.9.2. Particularidades y características del modelo AquaCrop

El núcleo del modelo AquaCrop está representado por la Figura 8. Aunque el proceso de radiación solar es el centro, no se considera directamente, sino dentro del rango de determinación de la ETo

(evapotranspiración de referencia). Este es un procedimiento que debe ejecutarse fuera del modelo y utilizadas como variables de entrada. Sin embargo, el motor real de este modelo es la productividad hídrica (WP), que es la base para determinar el proceso, que se utiliza para determinar la producción de biomasa en función de la transpiración del cultivo (35).

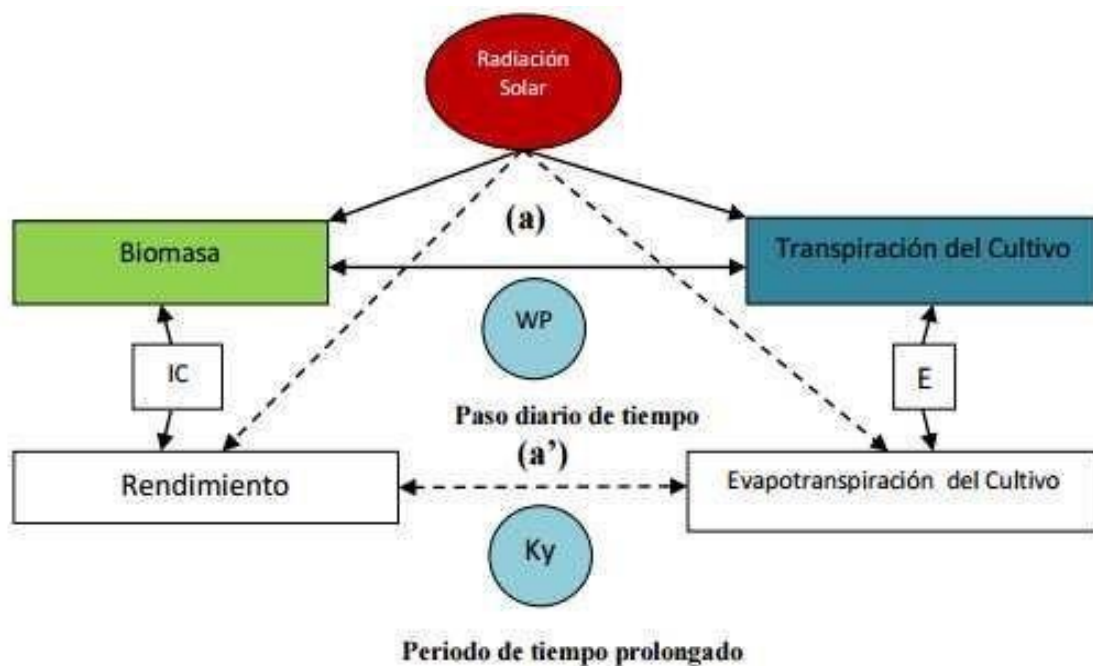


Figura 9. Esquema base del modelo AquaCrop.
Fuente: Tomado de <https://institutodeobesidad.com/2018/10/18/las-propiedades-la-alcachofa/> (35).

El esquema básico del modelo AquaCrop en el que se destaca la separación de la evaporación del suelo (E) y la transpiración (Tr); además de la separación del rendimiento (Y) en la biomasa (B), el índice de la cosecha (IC), (a) vincula la biomasa – transpiración y (a) vincula el rendimiento – evapotranspiración del cultivo como se muestra en la Figura 9.

Así mismo, toma el régimen de precipitación y el régimen termal dentro del modelo, la demanda evaporativa de la atmósfera incluyendo la concentración de dióxido de carbono, adicionalmente el modelo considera algunos otros aspectos de manejo como la irrigación, las coberturas del suelo, prácticas de surcos y diques, y la fertilización en forma general (35).

El nuevo enfoque, hacia el concepto de la productividad hídrica normalizada WP^* , permite la consideración de espacios de tiempo más reducidos que los antiguos planteamiento. Así como en la Figura 09 se representa por la variable de constante de productividad del cultivo (Ky), donde se obtienen los resultados al final del ciclo de cultivo.

La Figura 10 muestra el diagrama de flujo del modelo AquaCrop con los componentes principales considerados. El componente atmosférico considera el clima como el motor del proceso del flujo hídrico del sistema planta – suelo – atmósfera, este componente considera varios elementos que contribuyen en tres sentidos fundamentales:(1) Balance Hídrico. (2) El comportamiento Fenológico de la planta con sus restricciones térmicas (3) y La construcción de biomasa con base en dos aspectos principales el potencial evaporativo de la atmósfera representado por la evapotranspiración de referencia (ET_o) y la disponibilidad de (CO_2) presente en la atmósfera, estos elementos van a ser los dos elementos tomados por el modelo para normalizar la productividad hídrica (WP). Dentro del sistema de crecimiento de la

planta se tienen en cuenta los procesos de expansión de la hoja y por lo tanto del dosel hasta su máximo desarrollo, la obtención de la cosecha y el posterior proceso de senescencia, todo lo cual se determina por la secuencia de seguimiento de la cobertura del suelo por el dosel. Con base en estos procesos se evalúa en forma proporcional la evaporación del suelo, la transpiración del dosel, y por lo tanto la productividad hídrica normalizada (WP*) que conlleva a la generación de la biomasa producida (B) y el índice de cosecha (IC) y por lo tanto del respectivo rendimiento. El dosel representa la proporción de la transpiración real que consigue obtener biomasa a través de la productividad hídrica (WP). Por lo cual, la cosecha, que es determinada por el rendimiento (Y), es calculada a partir de la proporción de la biomasa con base en el índice de cosecha mediante la Ecuación (35).

Ecuación 3. Rendimiento de la cosecha

$$Y = HI * B$$

En donde:

- Y: Rendimiento,
- B: Biomasa;
- HI: Índice de cosecha.

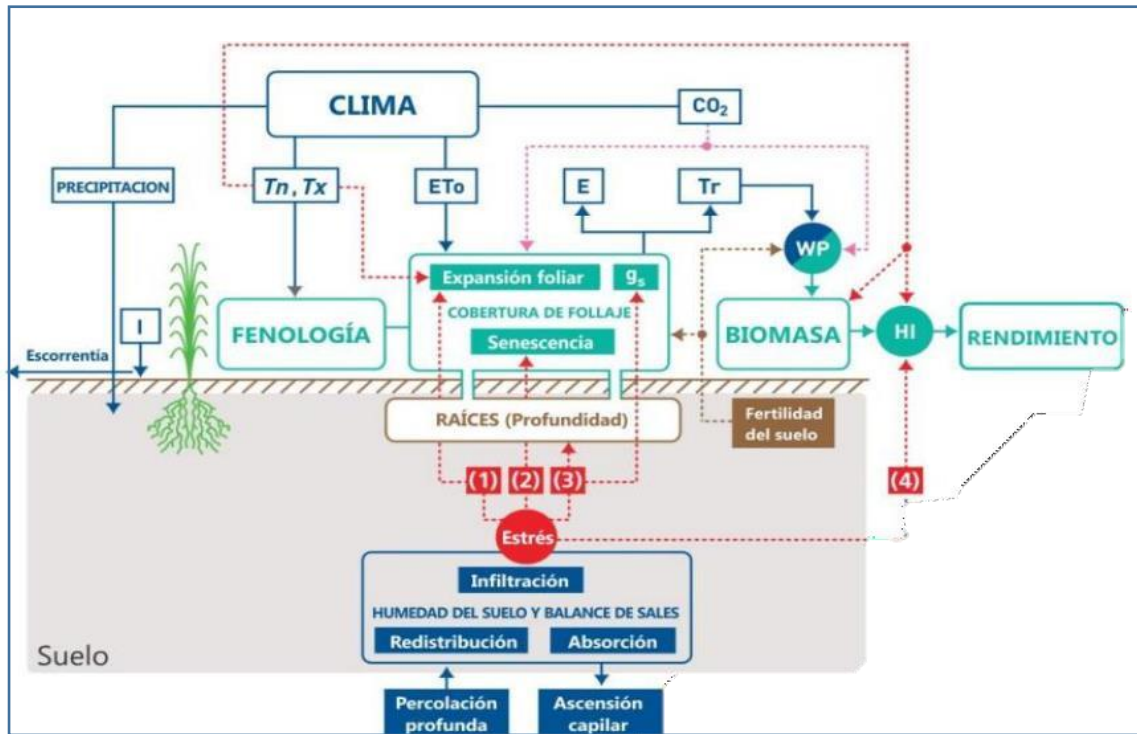


Figura 10. Diagrama de flujo del modelo agrometeorológico AquaCrop
Fuente: La simulación del desarrollo de cultivos con el modelo AquaCrop: Conceptos y Métodos (35).

Aunque, AquaCrop usa el IC para calcular el rendimiento, el modelo no calcula la partición de la biomasa en varios órganos (por ejemplo, hojas, raíces, etc.), sino que la producción de biomasa es articulada por medio de la expansión del dosel y dependiente de la raíz. Esto simplifica los procesos y evita la complejidad del particionamiento, los cuales tienen actualmente alguna incertidumbre. En el sistema suelo que sirve como repositorio del balance hídrico se observa anclado el sistema radical, no como un elemento estático sino como un ente vivo que crece a lo largo del ciclo del cultivo y que por lo tanto involucra capas de suelo con las respectivas características hidráulicas, en donde ocurren los procesos de escorrentía, infiltración, redistribución

hídrica en las capas del suelo, drenaje, y percolación profunda (36).

El CO₂, presente en la atmósfera va a contribuir a la expansión de la hoja y a la productividad hídrica. El incremento del CO₂ en la atmósfera es considerado por AquaCrop con base en los reportes de los diferentes escenarios del Cambio Climático que son estimados a través de los años de acuerdo a los modelos de circulación global establecidos (35).

Existen tres funciones de respuesta al estrés hídrico sobre el desarrollo del dosel, la conductancia estomática y la senescencia temprana del dosel. Cada una de estas funciones son determinadas por los respectivos coeficientes de estrés hídrico (Ks), los Ks son modificados a partir del tipo de estrés que se presente y varían desde niveles sin estrés hasta totalmente estresados valores desde uno hasta cero respectivamente (35).

2.2.9.3. Ventajas del modelo AquaCrop

El modelo AquaCrop marca un cambio significativo en la determinación de la biomasa de cultivos herbáceos y la producción agrícola a través de aspectos básicos:

- Viéndolo operativamente, la ventaja del modelo se basa en que los parámetros y variables de entrada al modelo son mucho más

reducidos que los requeridos para la mayoría de los modelos de su clase orientados a la obtención de la biomasa y la determinación de los volúmenes de producción. También, las variables requeridas en su mayoría son mucho más sencillas e intuitivas de obtener.

- Como ya se mencionó, cambia el antiguo manejo integrado de la evapotranspiración (ET) considerando por separado la Evaporación del suelo (E) y la Transpiración del cultivo (Tr), con lo cual se obtiene la verdadera incidencia que tiene el agua en la producción de biomasa y la incidencia de la evaporación en la superficie del suelo descubierto. La consideración por separados de estos dos componentes hídricos, permite no sólo la posibilidad de la determinación del uso productivo (Tr) y no productivo (E) del agua en la producción del cultivo, sino también la posibilidad de la evaluación de la cobertura vegetal y las áreas de la superficie del suelo libres con estimaciones a partir del uso de sensores remotos y medios fotográficos (35).
- La separación de la producción del cultivo (Y) en sus componentes de biomasa (B) y el índice de cosecha (IC), esto permite la distinción y el manejo por parte del modelo de la influencia del medio ambiente en la biomasa y la cosecha independientemente (35).

- Las respuestas del cultivo al déficit hídrico se simulan con cuatro modificadores o coeficientes que son funciones de la fracción de agua disponible en el suelo, esta fracción de agua disponible está modulada por la demanda de evaporación de la atmósfera, teniendo en cuenta las diferencias de sensibilidad al estrés hídrico de la planta de estos cuatro procesos: la expansión del Dosel, el control estomático de la transpiración, la senescencia de Dosel, y el Índice de Cosecha (35).
- La posibilidad de poder determinar o estimar la cantidad de biomasa producida en cualquier momento del ciclo fenológico del cultivo y poder aplicar escalas de tiempo diferentes al ciclo total o a la temporada de producción completa, o para escalas de tiempo grandes se ha podido detallar con el modelo AquaCrop el cual puede usar medidas de tiempo a nivel del día, estimando la biomasa para periodos muy cortos (35).
- Para la determinación de los desarrollos de la biomasa sobre el suelo y su incidencia en la evapotranspiración real del cultivo, se ha trabajado tradicionalmente por la mayoría de los modelos existentes, con la supervisión del Índice de Área Foliar (IAF), el cual es en general dispendioso en su determinación. Sin embargo, AquaCrop ya no requiere de este índice, pues en su lugar se establece el seguimiento de la cobertura vegetal, la cual es muy sencilla en su determinación por medios fotográficos y puede

incorporarse en un futuro a gran escala con el uso de los sensores remotos y los sistemas de información geográficos (SIG).

- El modelo se centra en el agua porque es una fuerza impulsora clave para la producción agrícola, así mismo, debido al crecimiento continuo de la población, la industrialización y la mejora de los niveles de vida en todo el mundo, se nos exige tener un mayor uso de los recursos hídricos. El factor clave que limita el rendimiento de los cultivos. Además, la respuesta de los cultivos al déficit hídrico sigue siendo una de las respuestas más difíciles de captar en el modelado de cultivos y los cambios en la intensidad, la duración y el tiempo de ocurrencia del déficit hídrico.

2.2.9.4. Fases fenológicas del cultivo en AquaCrop

Como aspecto general, las divergencias entre las variedades de un cultivo se concentran respecto al tiempo de duración de sus etapas de desarrollo. Se requiere precisar el tiempo para alcanzar una etapa particular o el tiempo de duración en la variedad local. En la Figura 11 se representan estas etapas: tiempo para el 90 % de emergencia de las plántulas, para iniciar la floración, para iniciar la senescencia del dosel, para la madurez fisiológica y la duración de la floración.

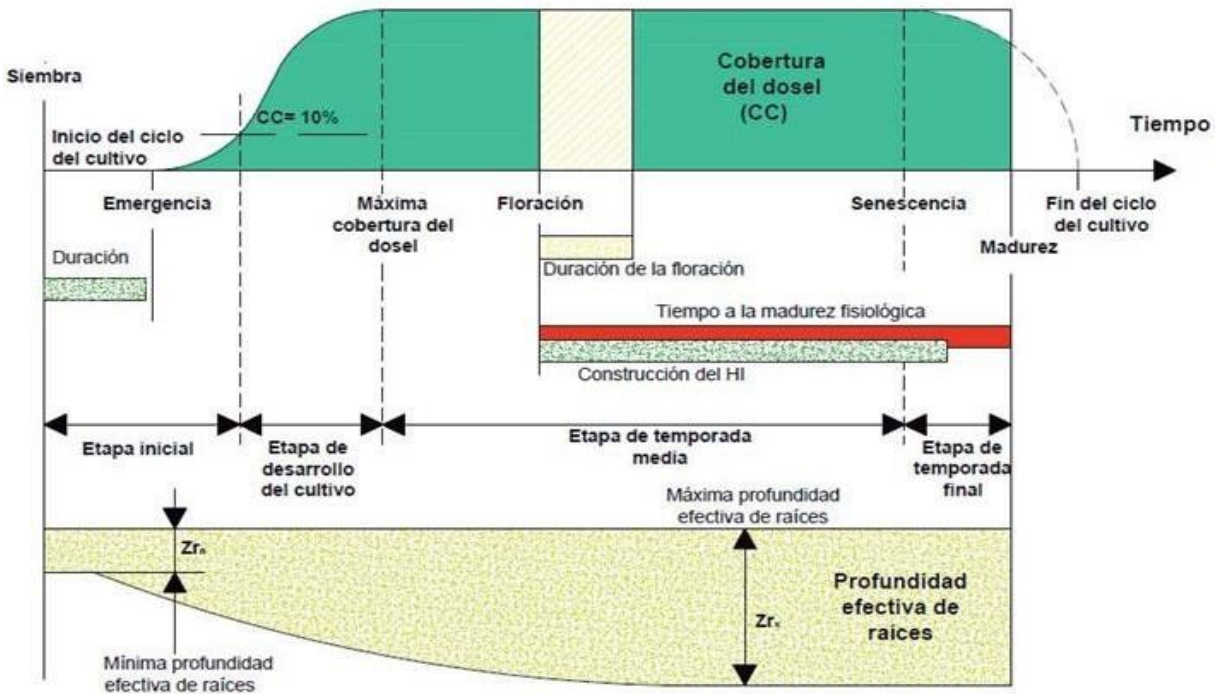


Figura 11. Representación esquemática de las etapas fenológicas del cultivo en AquaCrop.
 Fuente: Tomado de “La simulación del desarrollo de cultivos con el modelo AquaCrop: Conceptos y Métodos (35).

Etapa inicial

Etapa que comprende la fase de siembra, debiéndose precisar la densidad de plantación. Engloba también al tiempo de emergencia, siendo este un indicador que el 90% de las plántulas en el terreno experimental han emergido, es probable que este tiempo sea estimado y no determinado a partir del conteo real de las plántulas.

Se precisa ajustar los valores simulados y medidos de cobertura del dosel (CC) con el fin de que coincidan en la etapa de plántula y al inicio de la estación. Ahora, los ajustes se implementan sólo después de

que los parámetros conservativos relevantes (tamaño inicial del dosel por plántula y el coeficiente de crecimiento del dosel) se hayan parametrizado de manera adecuada y de que la densidad de la plantación se haya determinado La simulación del desarrollo de cultivos con el modelo AquaCrop: Conceptos y Métodos.

En cuanto la cobertura del dosel llegue a un valor del 10% se determina que se finalizó la etapa inicial, momento en el cual las semillas germinadas pueden extraer agua para luego desarrollar un crecimiento en profundidad, habiéndose comenzado este proceso después de la emergencia.

Etapas de desarrollo del cultivo

Las raíces profundizan en el suelo: “El tallo comienza un período de rápida elongación y la máxima cobertura del dosel (CCx) es alcanzada cuando el cultivo no se encuentra bajo condiciones de estrés”. El crecimiento de la cobertura en esta etapa está condicionado por el parámetro conservativo, coeficiente de crecimiento del dosel (CGC), que, al no ser conocido, será estimado al indicar el tiempo que la cobertura tarda en llegar a su máximo valor (35).

Etapa de temporada media

En esta etapa, se inicia el periodo reproductivo, teniendo una suma importancia el establecimiento de los días exactos a la floración, y la duración de la misma ya que se encuentra ligado a la sub o sobre estimación de la construcción del índice de cosecha (HI) que, por último, proporcionaría un rendimiento erróneo.

El crecimiento de las raíces se ralentiza a diferencia del crecimiento exponencial en la etapa de desarrollo del cultivo, y llega a su valor máximo (Z_{rx}) casi al término de esta etapa. Y la etapa culmina al inicio de la senescencia del dosel, como resultado del amarilleamiento de las hojas, bajo condiciones óptimas sin estrés hídrico (35).

Etapa de temporada final

Aquí la madurez fisiológica del cultivo es alcanzada a su totalidad, se sugiere que AquaCrop utiliza como tiempo de madurez predeterminado el momento en que la cobertura del dosel se reduce al 5% de la cobertura del dosel máxima alcanzada. También, los usuarios pueden cambiar el tiempo de madurez de acuerdo con sus propios datos de tal manera que se tenga un dato más sólido (35).

2.2.10. Marco legal sobre agricultura y cambio climático

- R.M. N° 0647-2008-AG, Crea la constitución del Grupo de Trabajo Técnico de Seguridad Alimentaria y Cambio Climático.
- Ley 29763 -2011. Ley de Fauna Silvestre y Forestal.
- R.M. N° 0265-2012-AG. Aprobación del Plan de Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático en el Sector Agrario, 2012 – 2021.
- D.S. N° 009-2013. MINAGRI. Aprobación de la Política Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.
- R.M. 546-2014-MINAGRI., establecimiento de la Comisión Sectorial para la elaboración de Políticas, Estrategias, Planes y Proyectos para la Mitigación del Cambio Climático en el Sector Agricultura y Riego.

2.3. Definición de términos básicos

Clima: “El conjunto promedio de los estados de la atmósfera (temperatura, viento, precipitación, radiación solar, humedad, etc.) en un cierto período de tiempo (más de treinta años) en un lugar dado o en todo el globo” (Acot, 2005 citado por Sánchez et al., 2011:9) (22).

Variación del clima: La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) lo define como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera

mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. (35).

Efecto invernadero: Fenómeno en donde los gases de la atmósfera retienen parte de la radiación térmica producida por la superficie de la tierra luego de ser calentada del sol, pero la intervención del hombre ha incrementado la presencia de los gases en la atmósfera como el CO₂ y metano, provocando más retención de calor y aumentando terrestre. Es el llamado calentamiento global. (37).

Producción agrícola: La producción agrícola es la resultante de trabajar la tierra con el fin de conseguir bienes, en específico alimentos como cereales, leguminosas, frutos, entre otros vegetales. La producción agrícola es el producto de la siembra y cosecha en el campo, con el fin de obtener bienes comestibles aptos para el consumo del hombre, a veces se destinan para la agroindustria para un aporte de valor agregado (35).

Productividad agrícola: Se estima con el cociente dado entre la producción y los factores productivos. La productividad está relacionada directamente con la eficiencia y eficacia en la que se hacen uso de los recursos y es expresado en porcentaje de la producción entre los factores (35).

Temperatura base: La temperatura base es aquella temperatura en donde el desarrollo de la planta se estanca por el frío. El incremento de la temperatura por encima de la temperatura base, el desarrollo de la planta se acelera hasta llegar a la temperatura óptima.

Temperatura óptima La temperatura óptima es cuando el desarrollo de la planta se da del modo más rápido posible. Las temperaturas mayores a la óptima producen reducción de la velocidad del desarrollo e inclusive temperaturas extremas, la planta detiene su desarrollo y tiende a morir (35).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Método y alcance de la investigación

El método es analítico y cuantitativo. Es analítico porque se descompone en sus elementos constituyentes para observar las causas, naturaleza y efectos, analizando por medio de la observación y examen de un suceso en particular (36) y cuantitativo porque utiliza la recolección de datos para comprobar la hipótesis basados en la medición numérica y análisis estadístico con el fin de determinar patrones de comportamiento de un contexto o situación (37).

El alcance del presente estudio abarca al cultivo de ají páprika de exportación en la irrigación Majes de Arequipa el cual tiene aspectos climáticos propios de lugar y factores climáticos propicios para su cultivo.

3.1.2. Diseño de investigación

Es una investigación no experimental, en donde no hay manipulación de la variable independiente, se estudia el hecho o fenómeno como se muestra realmente con el fin de analizarlo (38).

Dentro de este diseño se especifica como un estudio de diseño comparativo causal porque comprende la comparación del comportamiento

de dos o más procesos, datos, grupo de datos u otros elementos, en el estudio se realiza el comparativo de los parámetros climáticos y productivos. Suceso medido estadísticamente con relación de causa entre las variables (39).

3.1.3. Tipo y nivel de investigación

a) Tipo de investigación

De acuerdo con el tipo de investigación, el estudio es una investigación aplicada con relación a los cambios climáticos, pretendiendo dar respuesta a un problema real y actual e la zona en estudio.

La investigación es aplicada por que aplica teorías y leyes científicas probadas con el fin de sustentar y solucionar problemas reales (38).

b) Nivel de investigación

De acuerdo con el alcance del objetivo general y los objetivos específicos el nivel es comparativa porque se quiere determinar el grado de relación que se tiene entre dos o más variables respecto al cambio climático. Se estiman las variables para compararlos con una casusa validada (38).

3.1.4. Población y muestra

3.1.4.1. Población

La población son todos los cultivos de exportación del Perú en altitudes de 1,300 a 1,450 m.s.n.m. en valles con recursos hídricos por irrigación.

3.1.4.2. Muestra

El estudio se realiza en la irrigación Majes, el cual tiene un clima desértico que conforme a la altitud (1,410 m.s.n.m.) es de clima subtropical a templado con temperaturas entre los 30°C y 7°C. Siendo la muestra los cultivos de ají paprika (1 há).

3.1.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

Se utilizarán técnicas como la observación directa en campo del cultivo de exportación de ají paprika con nicho de mercado establecido.

El analisis documental de data adquirida de volumenes cosechados, calidad, extension y control fitosanitario, meses de siembra y cosecha, entre otros en las empresas exportadoras como DANPER Arequipa S.A.C. y Agricola Kamuk S.A.C.; centros meteorologicos (SENAMHI, AUTODEMA), y entre otras entidades gubernamentales y privadas inmersas en el tema en estudio.

Los instrumentos de recoleccion de datos, son registros climaticos, fichas de visita, reportes del cultivo en estudio.

3.1.6. Técnicas de procesamiento de datos

Uso de programas informaticos como el Excel, software AquaCrop y programas estadisticos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Parámetros generales del cultivo de ají paprika

Desarrollaremos las características fenológicas del ají páprika y sus requerimientos edafoclimáticos para obtener la relación del clima y el cultivo de exportación del ají páprika.

4.1.1. Geografía climática

El cultivo de ají páprika se desarrolla de manera óptima desde las zonas tropicales, subtropicales y templadas con estaciones de verano con temperaturas calientes.

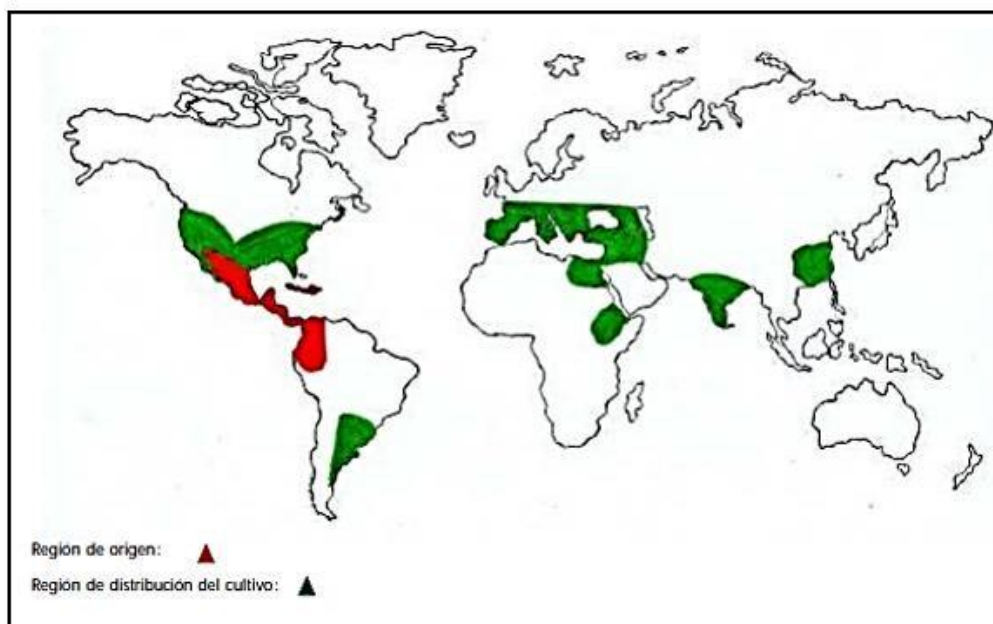


Figura 12. Distribución geográfica del cultivo de Ají Páprika.
Fuente: Tomado de Capsicum 2020 Las exportaciones crecen (40).

Los principales productores son América del Sur y Norte, Hungría, Los Balcanes, la zona sur de Francia, Italia, España, India y la China. (40).

4.1.2. Exportaciones de capsicum peruano

Dentro de los capsicum, el pimiento rojo se exportó en un 31%, ají páprika en un 16% y el pimiento morrón en un 9%, La mayor parte de las exportaciones se dieron en forma procesada representando el 80% de lo exportado. Los principales compradores son Atalanta Corp, con 8%, B&G Foods North América Inc., con 7% y la empresa Roland Foods Llc., con un 5% de participación del mercado (40).

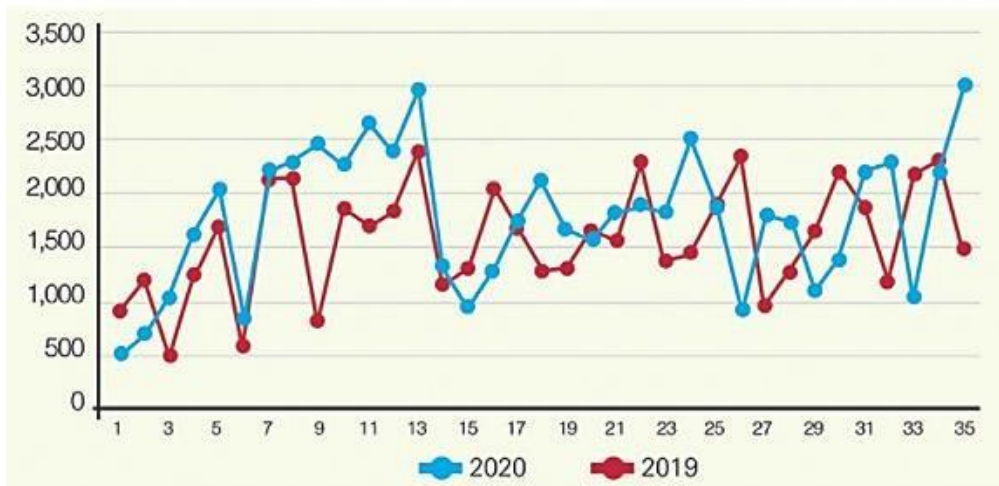


Figura 13. Comparativo de exportaciones de capsicum peruano por semana (campaña 2019-2020).

Fuente: Tomado de Capsicum: 2020 Las exportaciones crecen en lo que va del año.(40).

4.1.3. Rendimiento y costos de producción de ají páprika en el Perú.

Los niveles de producción del Perú en cuanto al cultivo de aj páprika es bajo, por lo que para lograr un posicionamiento en el mercado debe incrementar su productividad nacional, teniendo como una meta el de producir 6 t/ha, en la Figura 14 tenemos el comparativo de los niveles de producción de los países productores y exportadores del cultivo en estudio.

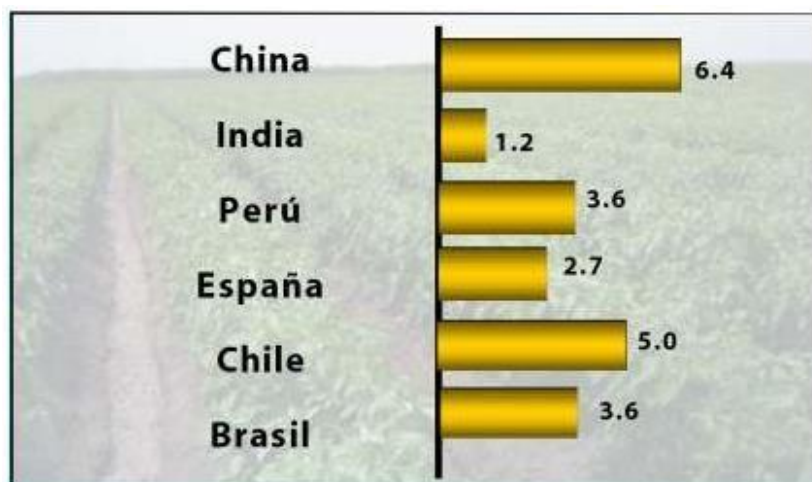


Figura 14. Niveles de producción de aj páprika en el mundo.
Fuente: (40).

Del mismo modo al tener una producción baja, estos reflejan directamente en los costos de producción por cada tonelada métrica de aj páprika deshidratada que se produzca en el ámbito nacional (Figura 15).

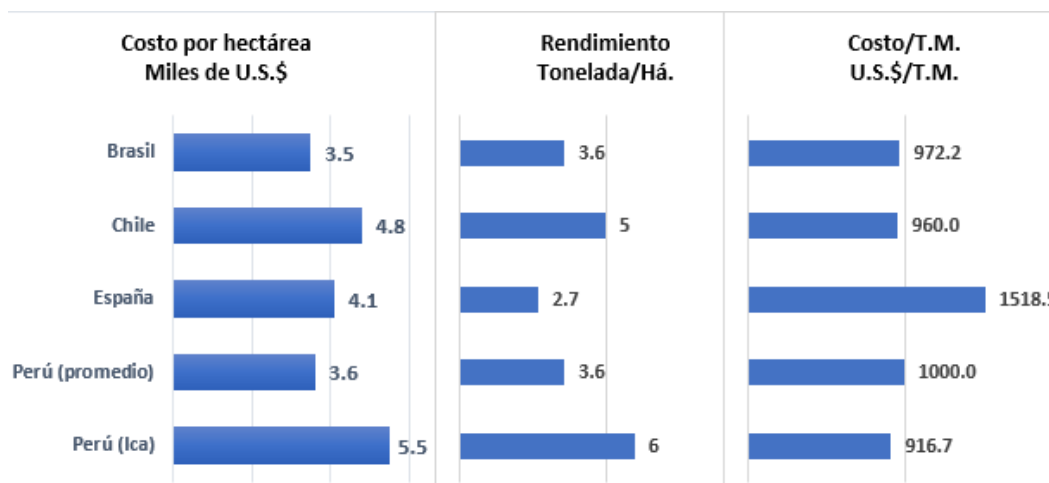


Figura 15. Costos de producción de ají páprika por t/ha, Fuente: Tomado de Visión del Páprika (41)

4.1.4. pocas de cosecha de aj páprika en el mundo

Tabla 3.

pocas de cosecha en los hemisferios sur y norte

Países competidores	EPOCAS DE COSECHA												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Hemisferio Sur	Perú	[Green bar]											
	Chile	[Green bar]											
	Brasil	[Orange bar]											
Hemisferio Norte	China	[Green bar]											
	España	[Orange bar]											
	India	[Green bar]											
	México	[Orange bar]											

Fuente: Tomado de Manejo Técnico del Cultivo de aj páprika (42).

Las épocas de cosecha en el Perú se dan en los 12 meses del año por las características climáticas que se tiene en la irrigación Majes y en el Perú en general en las zonas subtropicales y tropicales, teniendo competidores a

nivel mundial, con la diferencia que los demás países tienen estacionalidad focalizada, como podemos ver en la Tabla 4.

4.1.5. Épocas de siembra por sectores productivos en el Perú

Las épocas de siembra del ají páprika en el Perú se da en todos los meses del año y en diversos sectores del Perú (Tabla 5), viéndose que la época de siembra en Arequipa se da con mayor énfasis o campaña grande entre los meses de octubre a diciembre.

Tabla 4.

pocas de siembra de aj páprika en el Perú.

Sector productivo	EPOCAS DE SIEMBRA											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Arequipa												
Barranca												
Chao												
Chiclayo												
Ica												
Piura												
Santa												
Tacna												
Vir												

Fuente: Tomado de Manejo Técnico del Cultivo de aj páprika (42).

4.1.6. Épocas de cosecha por sectores productivos en el Perú

Del mismo modo en el país tenemos cosechas consecutivas, dentro de todos los meses del año, siendo posible la producción en dos campañas; en el departamento de Arequipa la cosecha mayoritaria se realiza en los meses de mayo, junio y julio.

Tabla 5.

Épocas de cosecha de ají páprika en el Perú.

Sector productivo	EPOCAS DE COSECHA											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Arequipa												
Barranca												
Chao												
Chiclayo												
Ica												
Piura												
Santa												
Tacna												
Vir												

Fuente: Tomado de Manejo Técnico del Cultivo de aj páprika (42).

4.1.7. Fenología del ají páprika

Desarrollaremos las características fenológicas del ají páprika y sus requerimientos edafoclimáticos para obtener la relación del clima y el cultivo de exportación del ají páprika.

El ají páprika tiene 4 estados fenológicos, los cuales son posterior a la siembra el crecimiento vegetativo, la floración, fructificación y la cosecha, siendo estos cuatro estados entre 150 a 175 días, sin tomar en consideración los 30 días desde la siembra (Figura 16) (42).

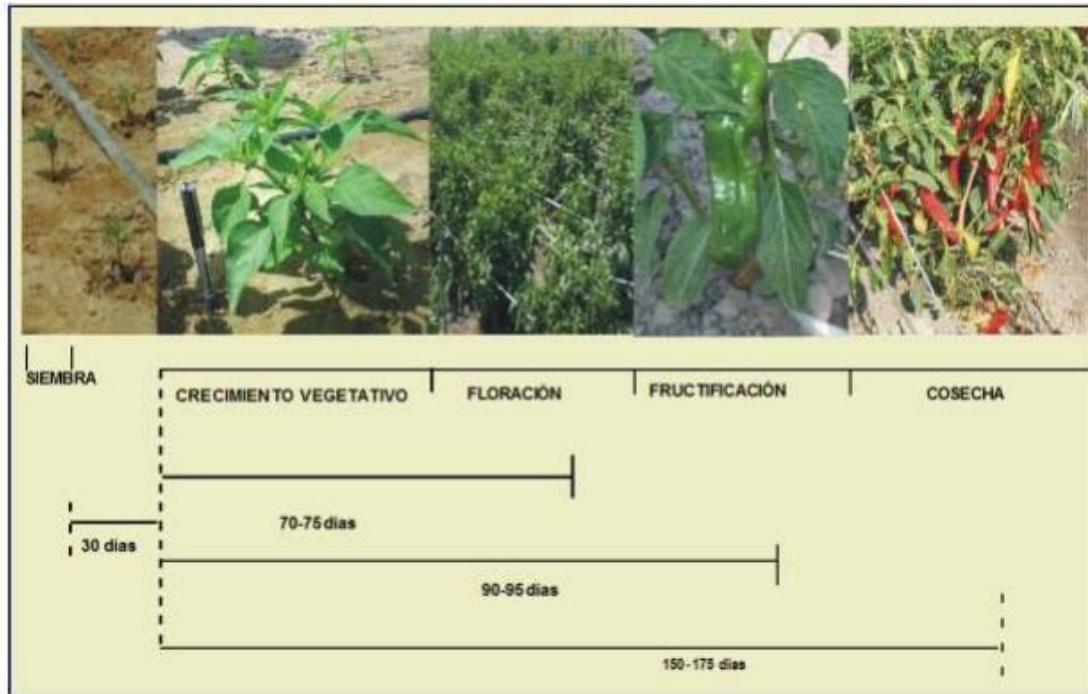


Figura 16. Estados fenológicos del cultivo de aj páprika.
Fuente: Tomado de Manejo Técnico del Cultivo de aj páprika (42).

Conforme a los estados fenológicos podemos determinar los requerimientos de temperatura para un desarrollo óptimo del cultivo de aj páprika y los tiempos transcurridos. (Tabla 6).

Tabla 6.

Necesidades de temperatura vs. fenología del cultivo de ají páprika.

Temperatura (°C)	ESTADO FENOLÓGICO			
	Siembra y germinación (I)	Crecimiento vegetativo (II)	Diferenciación floral y cuajado de flores (III)	Madurez de cosecha (IV)
Mínimo	13°C	15°C	18 °C	
ptimo	18-35°C Día	20-25°C (día) 16–18°C (noche)	26-28°C (día) 18-20 °C (noche)	25°C
Máximo	40°C	32°C	35°C	
Tiempo (días)	7	70	70-90	120-150

Fuente: Tomado de Manejo Técnico del Cultivo de Aj Páprika (42).

4.1.8. Datos técnicos del cultivo de aj páprika (46)

a. Datos técnicos del cultivo

- Tolerancia a sales: 1.5 dS/m.
- pH ideal: De 6.5 a 7.2
- Profundidad de raíz
 - Inicio: 15 cms.
 - Desarrollo: 25 cms.
 - Media: 35 cm.
 - Final: 45 cms.
- Ciclo vegetativo (días)
 - Total: 175
 - Inicial: 25
 - Desarrollo: 60
 - Media: 45

- Final: 45
- Suelos propicios: Suelos (franco – arenoso)
- Drenaje: Elevado a bueno.
- Buena aireación
- Calidad de agua de riego:
 - pH: 6.5 a 8.
 - CE: 0.7 a 2 dS/m.
 - RAS: 5

b. Efectos de la temperatura en el pintado del fruto (coloración)

Los frutos ya desarrollados en tonalidad verde, en estado maduro, torna luego al pintado del mismo con coloraciones rojas, tiene un buen pintado cuando la temperatura se mantiene entre los 15°C a 23 °C (43).



Figura 17. *Efecto de la temperatura en la coloración del fruto.*
Fuente: Tomado de Cultivo de paprika (43).

El color rojo se da por el pigmento carotenoide, también denominado capsaicina, el cual interviene en 35% del color rojo, en donde el 65% está integrado por los 31 pigmentos carotenoides restantes. Si la temperatura es de 28 °C, el desarrollo del color rojo se impide, obteniendo frutos de coloración amarillenta. La intensidad de luz no interviene de forma directa en el pintado del fruto, pero sí de forma indirecta en la presencia de escaldaduras, cuando el fruto eleva su temperatura.

c. Clima y edafología

El ají páprika originario de América, tiene requerimientos específicos en el clima como es requerido horas sol en promedio de 10 horas por día, bajos niveles de humedad relativa cercana al 60%, y que no se tenga la presencia de precipitaciones pluviales en especial en la etapa de post cosecha o secado de frutos, además de mantener un sistema de riego controlado. El cultivo en estudio se da en buenas condiciones climáticas a lo largo de la costa peruana que permite su establecimiento en estas condiciones (43).

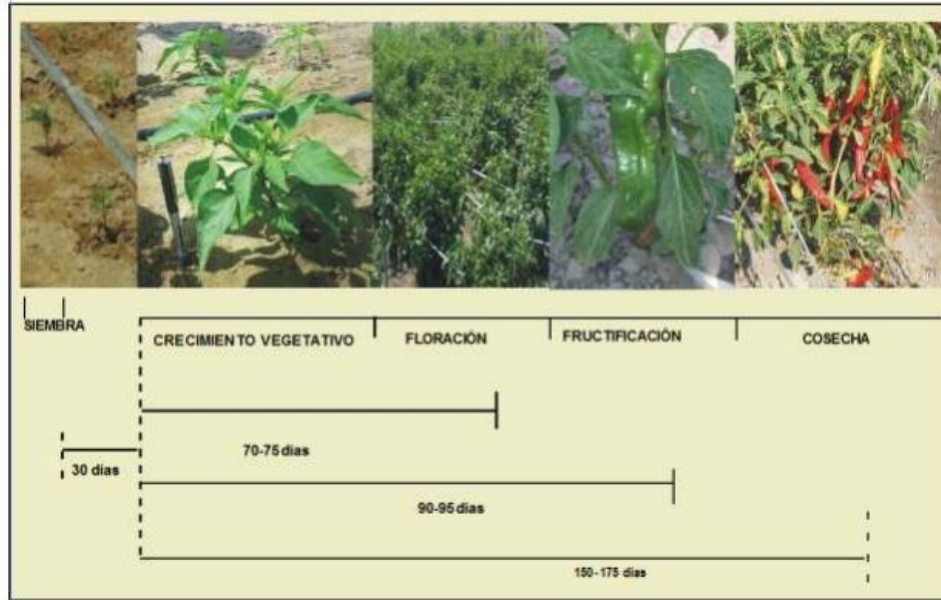


Figura 18. Estados fenológicos del cultivo de ají páprika.
Fuente: (43).

4.2. Condiciones de la irrigación Majes

4.2.1. Ubicación

La irrigación Majes se ubica en la región sur occidental del país:

Región: Arequipa

Departamento: Arequipa

Provincia: Caylloma

Distrito: Majes

La irrigación tiene un área ocupada de 15,969 hectáreas aproximadamente, el cual se encuentra conformada por 5 secciones una zona especializada y pampa baja.

La altitud promedio es de 1,300 m.s.n.m., la irrigación se ubica al oeste de la ciudad de Arequipa, con una distancia de 100 kilómetros.

Se accede a la irrigación Majes por medio de la carretera Panamericana Sur.

Su ubicación geográfica es:

Entre los paralelos 16°10' y 16°50" de latitud sur.

72°50' y 72°30' de longitud oeste.

4.2.2. Suelo

De acuerdo a la topografía se asienta en una llanura de planicie costera, enclavada en el tablero continental con una amplitud de 45 kilómetros. Tiene un relieve ligeramente ondulado a plano, tiene pendientes suaves con pendientes que varían entre 2.5% y 3%, cuya orientación es de esteoeste.

Los suelos geológicamente se conforman por material aluvial, sedimentos volcánicos de textura gruesa (arena a arena franca) (43).

La fertilidad natural de los suelos es de baja a muy baja. Conforme a la capacidad de uso mayor de suelos, se catalogan como suelos aptos para cultivos anuales, permanentes y para pastos cultivados (43).

4.2.3. Clima

El clima de la irrigación Majes es del tipo desértico, y respecto a su altitud se cataloga en clima subtropical a templado. Tienen presencia de lluvia escasa y poco significativas, teniendo un promedio mensual acumulado de 0,6 milímetros. La temperatura máxima es de 30°C y la temperatura mínima es de 7°C, teniendo una temperatura media anual de 19°C, siendo las medias mensuales muy uniformes. La humedad relativa es reducida, teniendo un promedio anual de 52%, siendo mayor en ciertos meses del año, en esencia cuando se tiene bancos de neblinas, que son llamadas comúnmente camanchacas, siendo su presencia con mayor incidencia en los meses de verano (87%) y las menores en los meses de invierno (26%).

Los vientos alisios del océano Pacífico, tienen un rol principal por ser constante e intenso con velocidades mayores a 4 m/s, los cuales tiene sus mayores valores entre las 10 y 16 horas, causando problemas en la distribución del agua de riego.

La evaporación media anual en las zonas desérticas es de 8 mm/día (tanque tipo A), el cual se puede reducir entre un 20% a 25% a causa del microclima establecido por las plantas. La insolación aumenta a partir de los meses de primavera y se reduce en los meses de verano (43).

4.2.4. Hidrología

La irrigación Majes cuenta con una fuente de agua por la cuenca media y alta del río Colca, en donde las aguas son embalsadas en la represa de Condoroma, la cual alberga 250 millones de metros cúbicos, y la cual se encuentra ubicada a 4,100 m.s.n.m.

El agua se caracteriza por ser de alta calidad para los cultivos, con salinidad de media a baja y reducido contenido de sodio (43).

4.2.5. Sistema de riego

De acuerdo a las características de los suelos, la calidad de agua, el elevado costo de la infraestructura hidráulica por descarga unitaria y el uso actual del suelo, han provocado la adaptación del sistema de riego por aspersión, microaspersión y goteo, teniendo a cargo de la operación y mantenimiento del sistema hidráulico de la irrigación Majes es la Junta de Usuarios de la Pampa de Majes, ahora, la operación y mantenimiento de la infraestructura mayor lo desarrolla AUTODEMA, la cual se encarga de las labores de embalse de la represa de Condoroma, la captación de las aguas del río Colca, Bocatoma Tuti y el canal de trasvase estructurado por la aducción de Tuti – Siguas, el canal de derivación Pitay – Pampa de Majes, desarenador y canales madre (43).

4.3. Niveles y parámetros edafoclimáticos limitantes

Los parámetros edafoclimáticos que reducen o limitan el desarrollo y crecimiento del cultivo de ají paprika son (44):

a) **Clima:** Es un cultivo sensible a las heladas, con un clima favorable tienen un comportamiento de plantacion perenne.

b) Las semillas de *Capsicum*:

- No presentan parametros lumínicos para su germinacion.
- Para la germinacion las temperaturas no deben ser menores a 15°C ni mayores a 30°C.
- Las semillas contemplan un largo periodo de germinacion y emergencia.
- Se presenta reduccion de la velocidad de germinacion entre los 15°C y 20°C. Siendo los mejores niveles de germinacion a los 30°C.

c) Crecimiento y desarrollo:

- El crecimiento y desarrollo de las plántulas en almácigo y luego en el trasplante en el terreno definitivo es bastante lento.
- Exigente en luminosidad en las primeras fases de su desarrollo, hasta la etapa de floracion.
- Las horas luz del día no afectan en la diferenciacion floral, pero s por la temperatura del aire en la noche.

d) Fructificación:

- El cuajado de frutos no es posible a temperaturas menores de 16°C o a temperaturas mayores a los 32°C.
- Se presentan abortos florales cuando se tienen temperaturas de noche mayores a 24°C. Las temperaturas óptimas de día y de noche para un mejor cuajado de frutos deben de ser entre 16°C y 21°C (45).

e) Variaciones de temperatura: Variaciones de temperatura máxima de día y mínima de noche.

- Produce descompensaciones de desarrollo vegetativo muy marcados.
- Temperaturas bajas en el desarrollo del botón floral entre 10°C y 15°C, produce la conformación de flores con pétalos abarquillados y de poco desarrollo, así como la formación de poliovarios que van a producir frutos radiales en torno del fruto principal, además de producción de estambres y pistilos cortos, el engrosamiento del ovario, también se pueden fusionar las anteras, entre otros. Factores que van a generar el crecimiento de frutos pequeños y deformes (46).

f) Humedad relativa:

- Las condiciones de humedad limitantes son que no deben ser menores de 50% ni mayores de 70%. En caso de ser mayor, va a conllevar a la generación de enfermedades de la zona aérea de la planta, además de perturbar en la fecundación.

- Si se presentan elevadas temperaturas y bajos porcentajes de humedad relativa, pueden producir la caída de flores y aborto de frutos recién cuajados.

g) Suelos:

- Son suelos limitantes los suelos arcillosos, arenosos, poco profundos y de poco drenaje. Siendo el suelo ideal el franco arenoso, rico y de buen drenaje.
- El pH limitante de menor a 6,5 y mayor de 7.
- El pH del agua de riego no debe ser menor de 5,5 ni mayor a 7.

4.4. Comportamiento del clima Período 2017 - 2023

Para el desarrollo del comportamiento climático de la irrigación Majes, tenemos en consideración de la Estación Meteorológica Agrícola Principal Pampa de Majes de propiedad del SENAMHI Arequipa el cual se encuentra en la ubicación siguiente:

Estación meteorológica: Pampa de Majes

Coordenadas:

Latitud: 15° 19' 40"

Longitud: 72° 12' 39"

Altitud: 1,434 m.s.n.m.

4.4.1. Determinación de la Evapotranspiración del cultivo de ají páprika

Primeramente, determinamos la evapotranspiración del cultivo de aj páprika, para lo cual se considera los valores de temperatura mínima, temperatura máxima, de la zona en estudio, información meteorológica recabada de la estación antes mencionada.

The screenshot shows the 'Create menu' dialog box in the ETo Calculator software. It is used for defining a station and its associated meteorological data. The 'File name' is 'ETo Irrigacion Majes'. Under 'Station description', the station is 'Pampa de Majes' in 'Arequipa - Perú'. The location is specified as 15 degrees 19 minutes North latitude and 72 degrees 12 minutes East longitude, at an altitude of 1434 meters above sea level. The location is marked as an 'interior location'. For meteorological data, the type is 'Monthly', and the area is 'in arid or semi-arid area' with 'light to moderate winds in area'. The time range is from January 2017 to December 2020. The 'Create' button is highlighted.

Figura 19. Descripción de la estación y datos meteorológicos.
Nota: Resultados de ETo Calculator.

Para determinar la evapotranspiración utilizamos el software ETo Calculator:

En la Figura 19 - 20, podemos ver que se introducen los datos de la estación meteorológica, incluyendo las coordenadas geográficas, ya que el programa sincroniza la estación, para cuadrar los parámetros meteorológicos, la ubicación de la misma, así como se elige la introducción de datos mensuales y el período de tiempo en que se recabó la información meteorológica, en el caso de estudio se dio entre enero del año 2017 y diciembre del año 2020.

Station characteristics menu

File: IrrigaciónMajes

Station description

Station: Pampa de Majes
Country: Arequipa - Perú
Latitude: 15.32 North (15 degrees 19 minutes)
Longitude: 72.20 East (72 degrees 12 minutes)
Altitude: 1434 meter above sea level

Meteorological Data

Type: daily meteorological data

Time range

First Day: 31 Last Day: 31
First Month: January Last Month: December
First Year: 2017 Last Year: 2020

OK

Figura 20. Ajuste de la estación con el software de comprobación en línea.

Nota: Resultados de ETo Calculator.

Luego de determinar el documento de proceso, se procede a introducir la información de temperatura mínima y máxima desde el 01 de enero del año

2017 al mes de diciembre del año 2020, así como la humedad relativa promedio mensualizada para el mismo lapso de años (Figura 21).

Luego de procesar la información con el software ETo Calculator, tenemos los resultados de evapotranspiración.

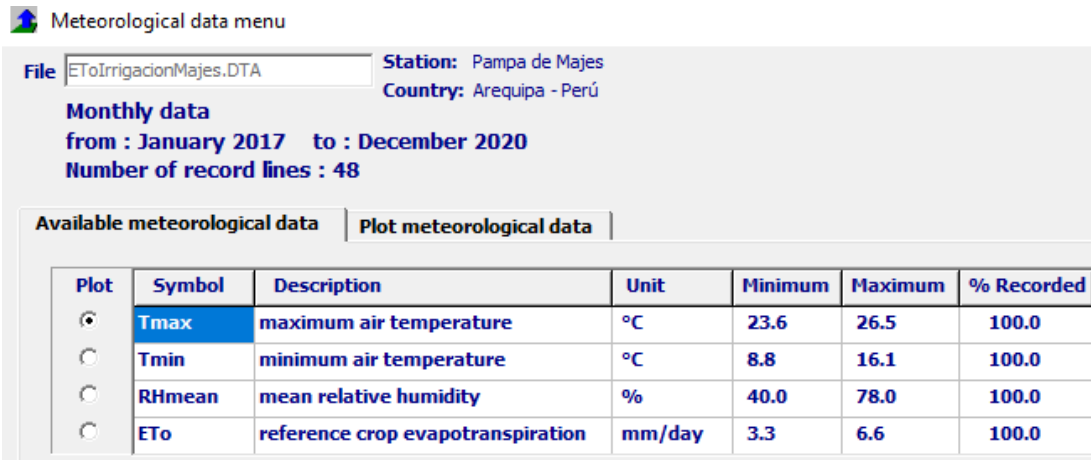


Figura 21. Introducción de data de Temperatura y Humedad relativa.
Nota: Resultados de ETo Calculator.

Tabla 7.

Evapotranspiración mensual del año 2017.

MES	AÑO	TMAX	TMIN	HR	ETo
Enero	2017	24.75	15.74	77	3.3
Febrero	2017	25.77	14.94	74	4.0
Marzo	2017	25.62	13.90	71	4.5
Abril	2017	24.69	12.96	68	4.7
Mayo	2017	23.55	11.12	68	4.6
Junio	2017	24.59	10.17	57	5.4
Julio	2017	25.72	10.61	47	6.1
Agosto	2017	25.44	8.77	48	6.1
Setiembre	2017	24.94	10.87	52	5.5
Octubre	2017	26.06	10.92	49	5.6
Noviembre	2017	25.24	11.32	51	5.0
Diciembre	2017	25.10	13.26	61	4.2

Nota: Resultados de ETo Calculator.

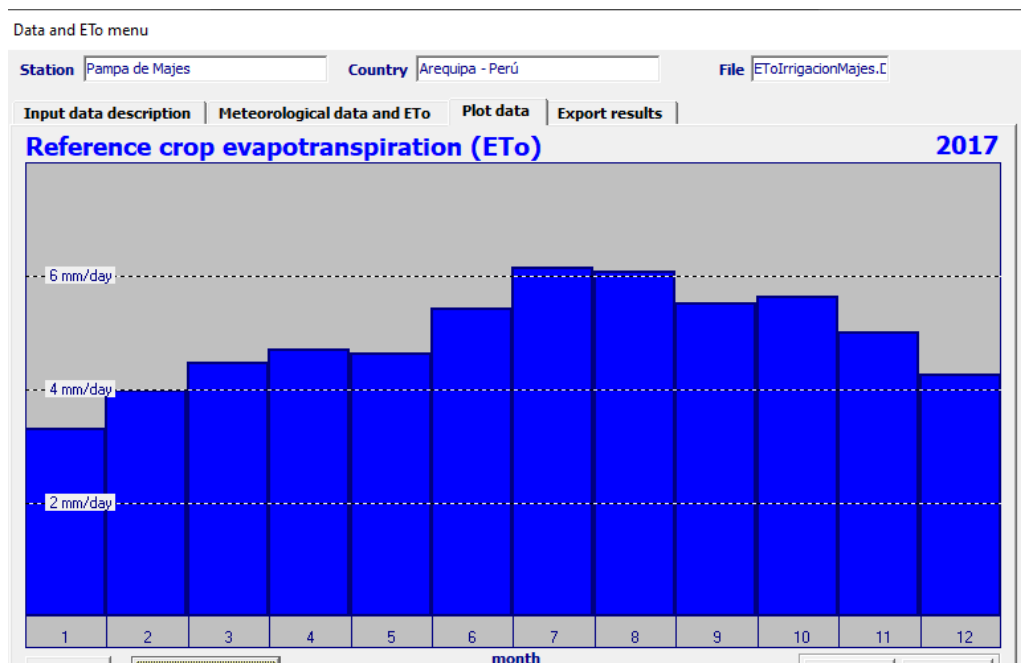


Figura 22. Evapotranspiración del cultivo de ají páprika – 2017.
Nota: Resultados de ETo Calculator.

Tabla 8.

Evapotranspiración mensual del año 2018.

MES	AÑO	TMAX	TMIN	HR	ETo
Enero	2018	25.55	13.65	63	4.3
Febrero	2018	24.71	13.86	70	4.1
Marzo	2018	26.10	14.12	68	4.7
Abril	2018	25.38	12.97	68	4.8
Mayo	2018	25.14	10.65	60	5.4
Junio	2018	25.54	11.70	54	5.7
Julio	2018	25.46	11.79	55	5.6
Agosto	2018	25.91	10.52	46	6.2
Setiembre	2018	26.09	10.36	47	6.0
Octubre	2018	25.89	11.93	47	5.6
Noviembre	2018	25.58	11.38	47	5.3
Diciembre	2018	25.26	12.81	56	4.6

Nota: Resultados de ETo Calculator.

En la Tabla 7 tenemos las cifras de evapotranspiración por meses del año 2017, en donde la evapotranspiración fluctúa entre 3.3 a 6.1.

En la Tabla 8 tenemos las cifras de evapotranspiración por meses del año 2018, en donde la evapotranspiración fluctúa entre 4.1 a 6.2.

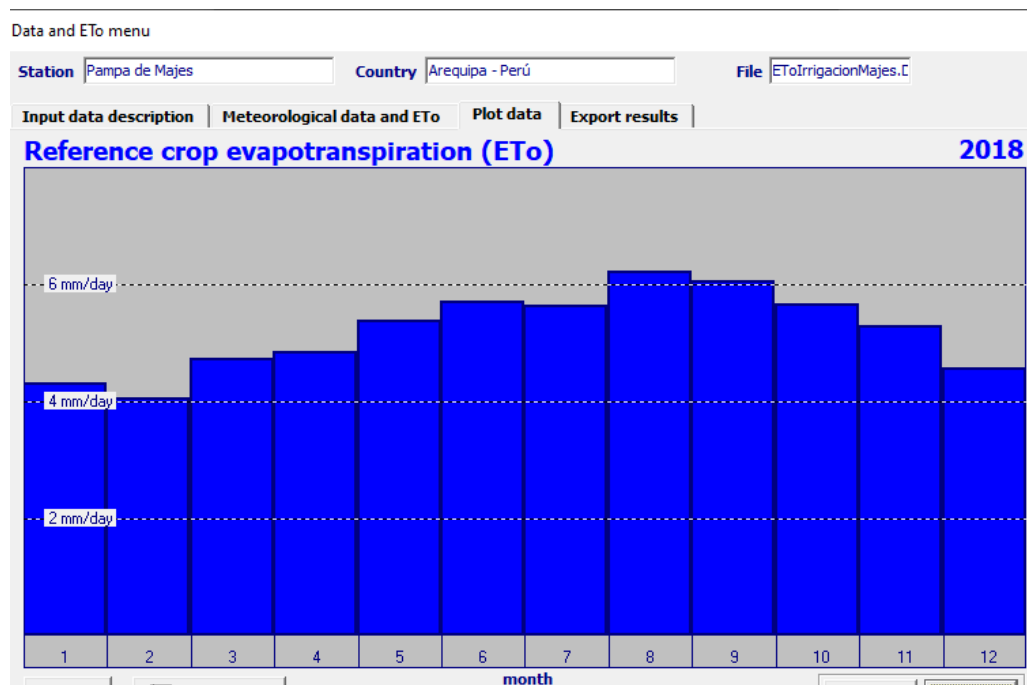


Figura 23. Evapotranspiración del cultivo de ají páprika – 2018.
Nota: Resultados de ETo Calculator.

En la Tabla 09 tenemos las cifras de evapotranspiración por meses del año 2019, en donde la evapotranspiración fluctúa entre 3.8 a 6.6.

Tabla 9.

Evapotranspiración mensual del año 2019.

MES	AÑO	TMAX	TMIN	HR	ETo
Enero	2019	25.04	14.65	69	3.8
Febrero	2019	25.56	12.30	78	3.9
Marzo	2019	26.35	14.42	72	4.5
Abril	2019	24.83	13.04	69	4.7
Mayo	2019	24.72	11.26	61	5.2
Junio	2019	25.22	10.71	53	5.7
Julio	2019	25.08	10.03	46	6.1
Agosto	2019	26.54	10.72	40	6.6
Setiembre	2019	25.37	11.58	52	5.6
Octubre	2019	24.90	11.05	50	5.3
Noviembre	2019	25.17	13.05	57	4.6
Diciembre	2019	25.53	13.10	60	4.4

Nota: Resultados de ETo Calculator.

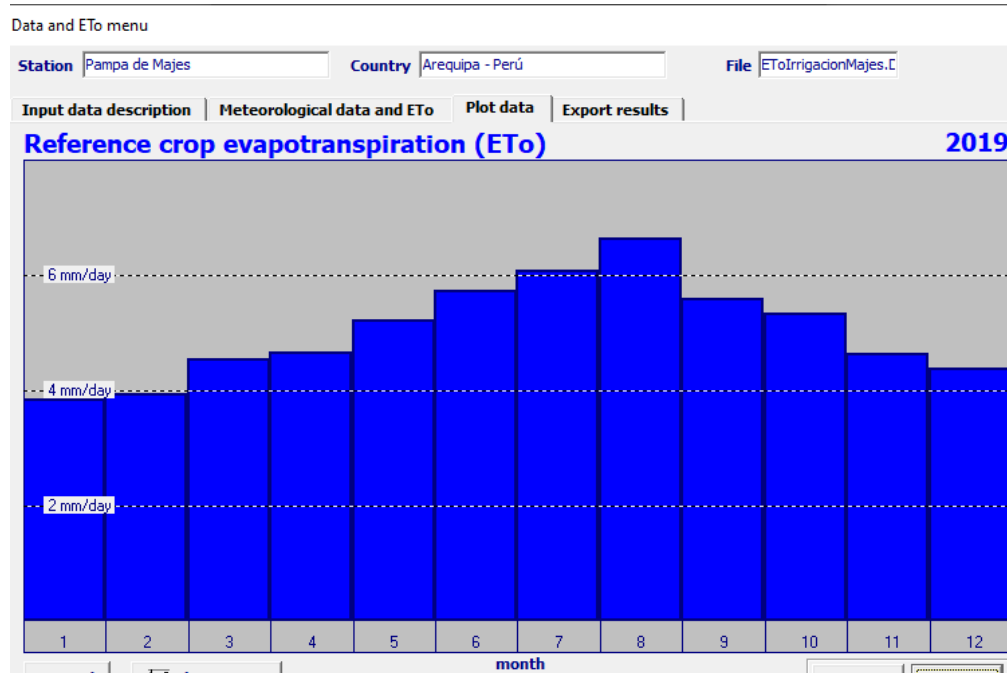


Figura 24. Evapotranspiración del cultivo de ají páprika – 2019.

Nota: Resultados de EToCalculator.

En la Tabla 10 tenemos las cifras de evapotranspiración por meses del año 2020, en donde la evapotranspiración fluctúa entre 3.5 a 6.2.

Tabla 10.

Evapotranspiración mensual del año 2020.

MES	AÑO	TMAX	TMIN	HR	ETo
Enero	2020	24.95	15.53	74	3.5
Febrero	2020	25.48	16.07	77	3.7
Marzo	2020	25.80	15.65	76	4.1
Abril	2020	24.63	13.22	68	4.7
Mayo	2020	24.81	11.30	62	5.2
Junio	2020	24.98	10.81	53	5.7
Julio	2020	25.76	11.74	45	6.2
Agosto	2020	24.96	11.02	51	5.7
Setiembre	2020	25.22	10.71	49	5.7
Octubre	2020	26.06	12.14	47	5.7
Noviembre	2020	25.53	11.18	52	5.0
Diciembre	2020	25.18	13.58	61	4.8

Nota: Resultados de ETo Calculator.

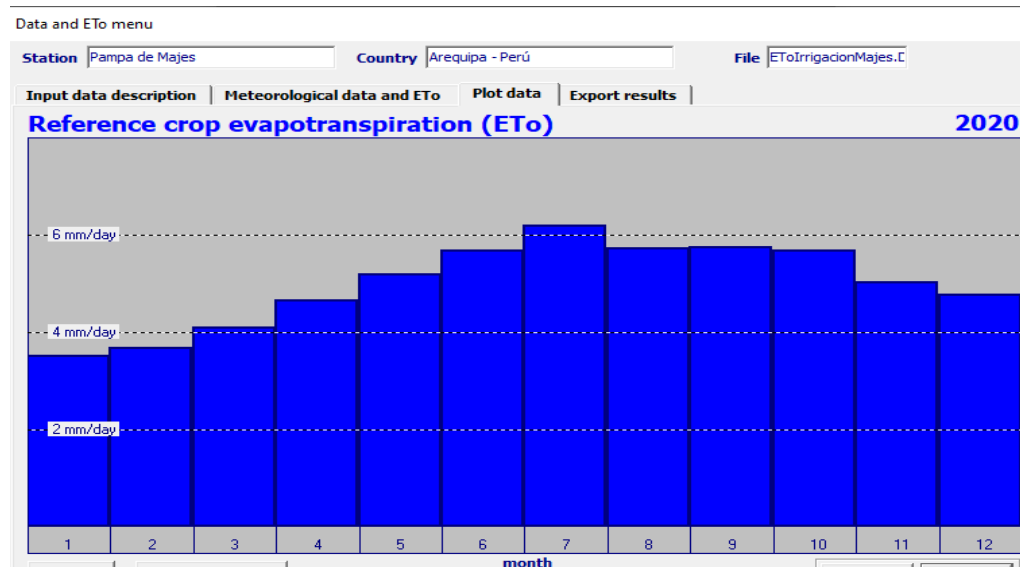


Figura 25. Evapotranspiración del cultivo de ají páprika – 2020.

Nota: Resultados de EToCalculator.

El software Eto Calculator, también nos brinda la información consolidada de los rangos de temperatura anuales de forma gráfica para ver el comportamiento durante los 12 meses del año, en donde la línea azul nos representa las temperaturas máximas promedio y la línea negra nos traza las temperaturas mínimas medias mensualizadas. En cuanto a la temperatura podemos ver y determinar que las temperaturas no tienen niveles muy bruscos, se tiene un poco variabilidad de temperaturas en el año.

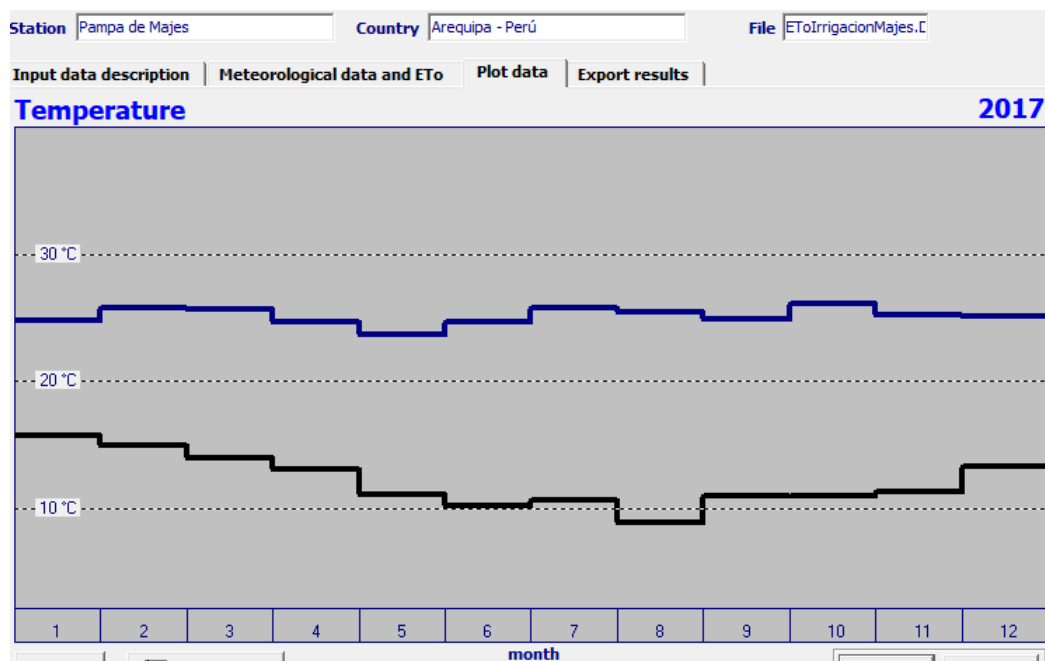


Figura 26. Temperatura máxima y mínima año 2017.

Nota: Resultados de ETo Calculator.

En la Figura 26, respecto a las temperaturas del año 2017, podemos ver que las menores temperaturas se dieron en el mes de agosto. Los meses de febrero, marzo y octubre, fueron los meses más calurosos.

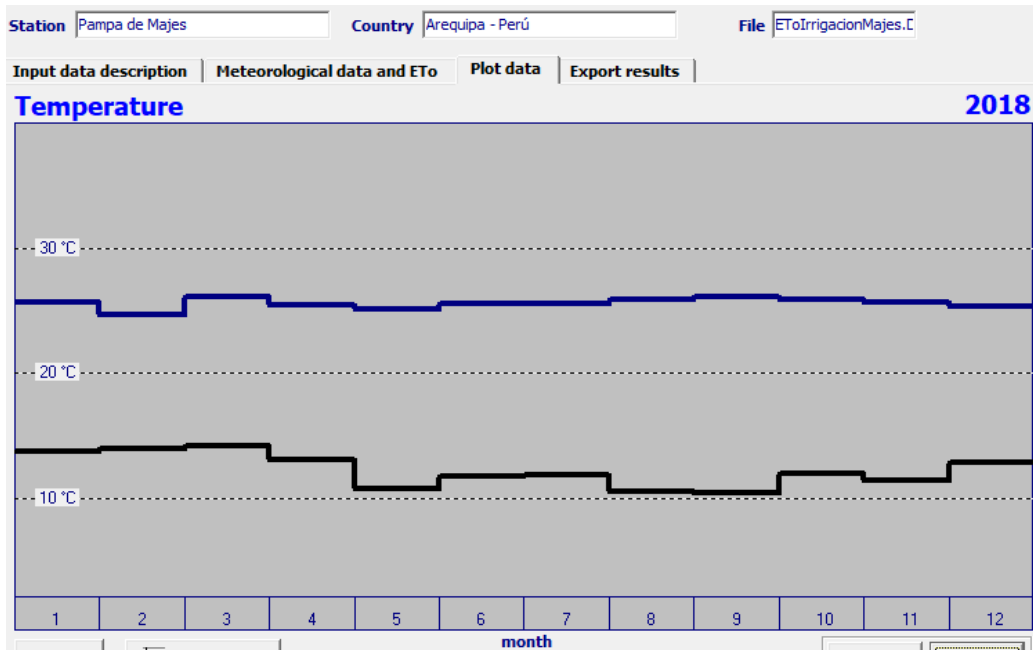


Figura 27. Temperatura máxima y mínima año 2018.
 Nota: Resultados de EToCalculator.

En el año 2018 (Figura 27), las menores temperaturas se dieron en los meses de agosto y setiembre y las temperaturas máximas se mantuvieron estables sin tener picos de ascenso o descenso, teniendo las mayores temperaturas en los meses de enero y marzo.

En la Figura 28, se muestra que en el año 2019 el comportamiento de las temperaturas mínimas fue bastante fluctuante, teniendo las menores temperaturas en el mes de julio, secundados por los meses de junio y agosto; en cuanto a las temperaturas máximas medias, se obtuvieron las mayores temperaturas en los meses de marzo y agosto.

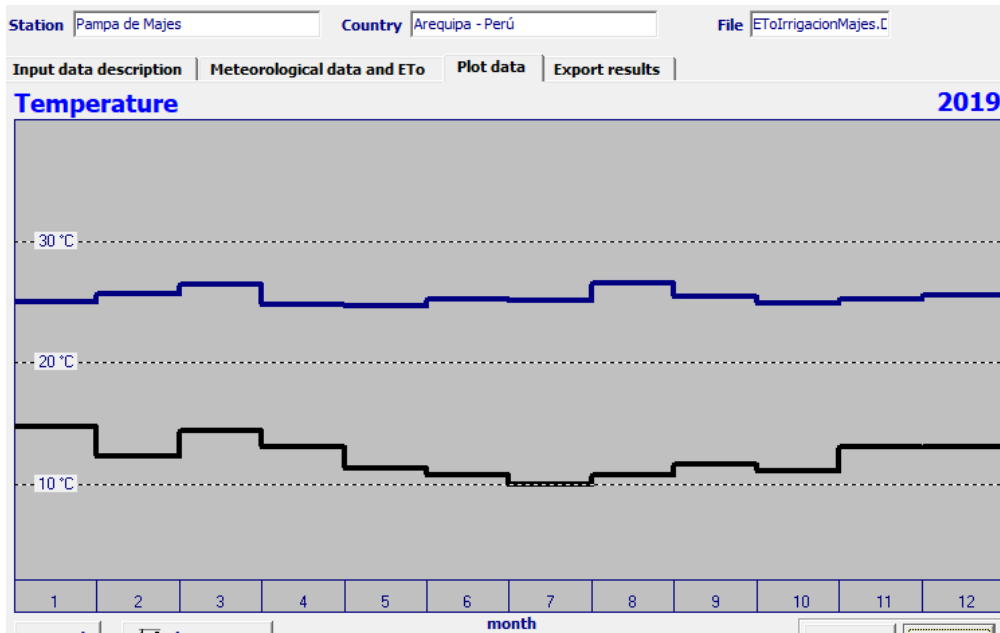


Figura 28. Temperatura máxima y mínima año 2019.
 Nota: Resultados de ETo Calculator.

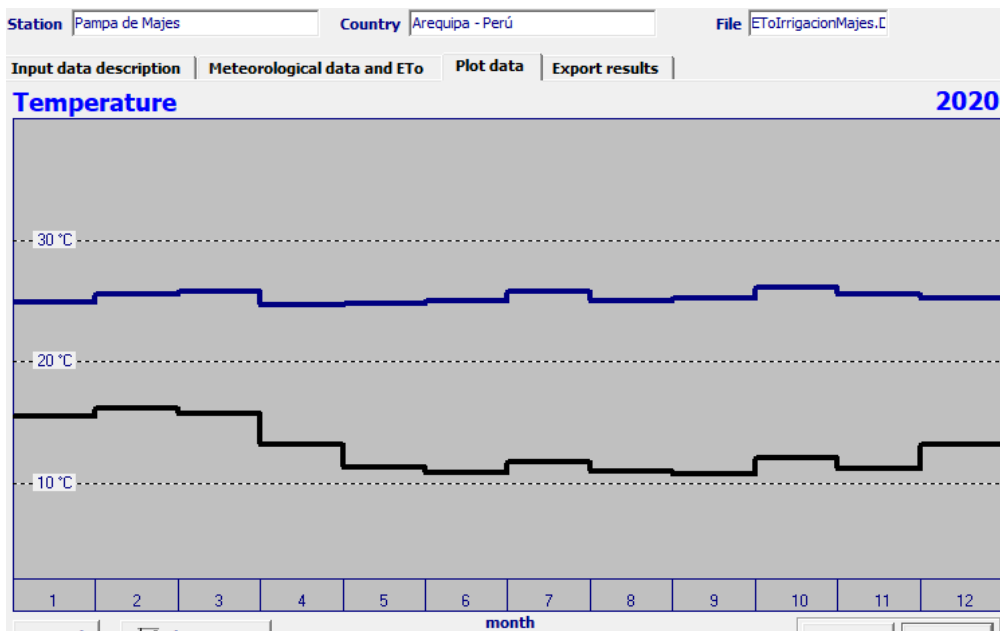


Figura 29. Temperatura máxima y mínima año 2020.
 Nota: Resultados de ETo Calculator.

En cuanto al año 2020, se obtuvo que las temperaturas mínimas descendieron más con respecto a la tendencia del año 2017 al año 2020,

teniendo las temperaturas menores en los meses de junio, agosto, setiembre y noviembre. Las temperaturas máximas se mantuvieron estables, siendo las más altas temperaturas en los meses de marzo, julio y octubre.

En cuanto a la humedad relativa, se hace mención porque su comportamiento es variado entre un año y el otro, comportándose de manera independiente sin guardar un patrón de acontecimiento, tenemos que para el año 2017 los mayores contenido de porcentaje de humedad relativa se dieron en los meses de verano, siendo menores en los meses de fines de invierno e inicios de primavera, el mayor porcentaje de humedad relativa del 80% se dio en el mes de enero, siendo la menor en el mes de julio y agosto (Figura 30).

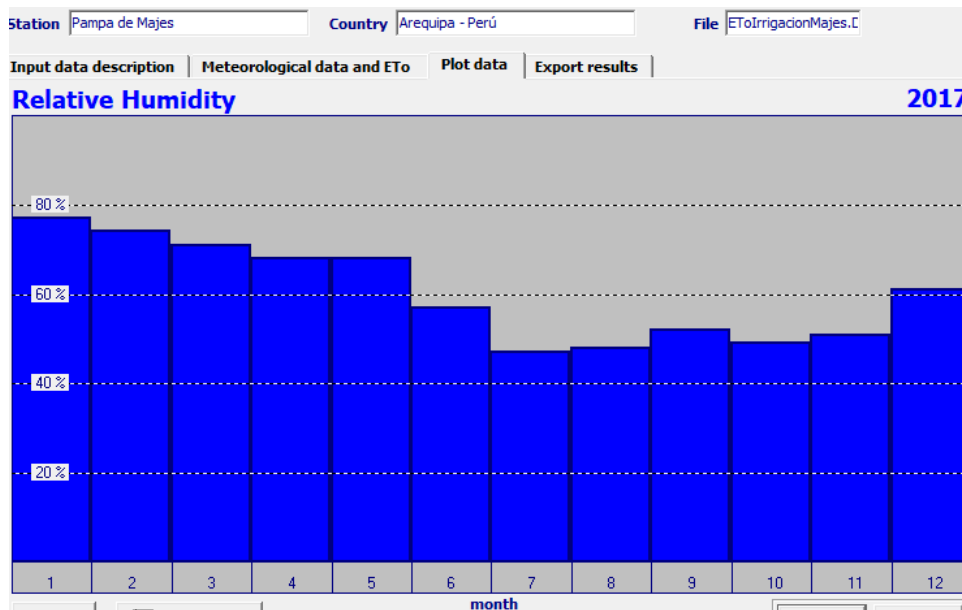


Figura 30. Humedad relativa mensual para el año 2017.
Nota: Resultados de ETo Calculator.

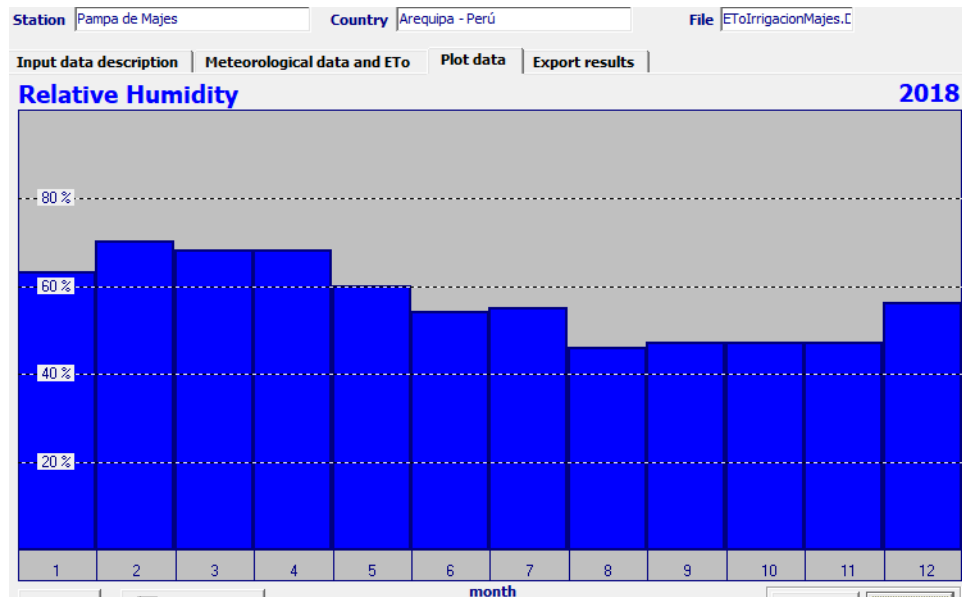


Figura 31. Humedad relativa mensual para el año 2018.

Nota: Resultados de ETo Calculator.

En el año 2018, el comportamiento de la humedad relativa es más estable durante el año con respecto a los años 2017 y 2019, en donde los mayores valores se obtuvieron en los meses de verano (diciembre, enero, febrero, y marzo) y teniendo los menores valores en el mes de setiembre y haciéndose uniformes en los meses de setiembre a noviembre (Figura 31).

Para el año 2019 tenemos que los comportamientos de los niveles de humedad relativa fueron bastante fluctuantes y diferenciadas, teniendo un valor alto en el mes de febrero, teniendo un comportamiento decreciente escalonado marcado hasta llegar al menor porcentaje de humedad relativa que se dio en el mes de agosto (Figura 32).

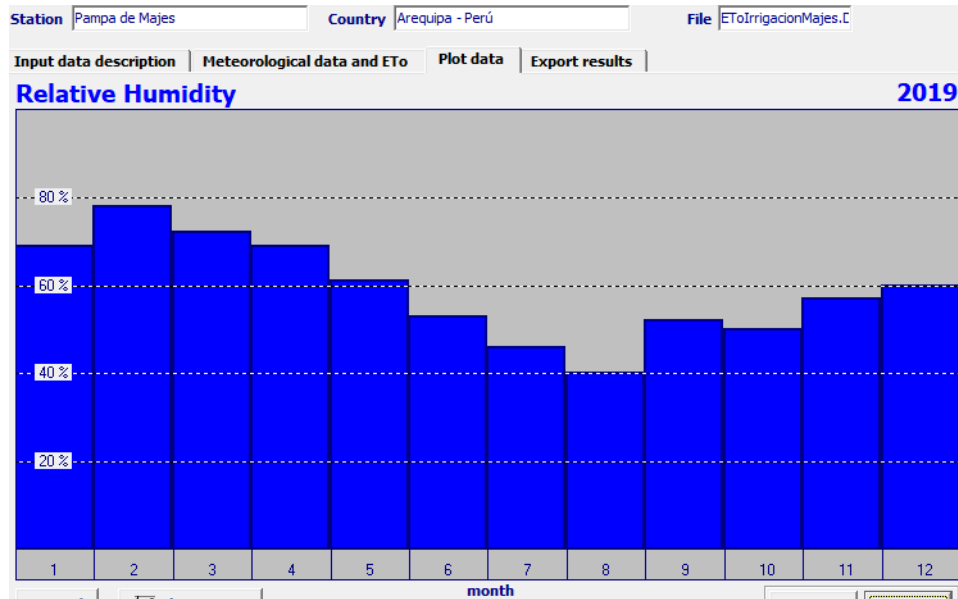


Figura 32. Humedad relativa mensual para el año 2019.
Nota: Resultados de ETo Calculator.

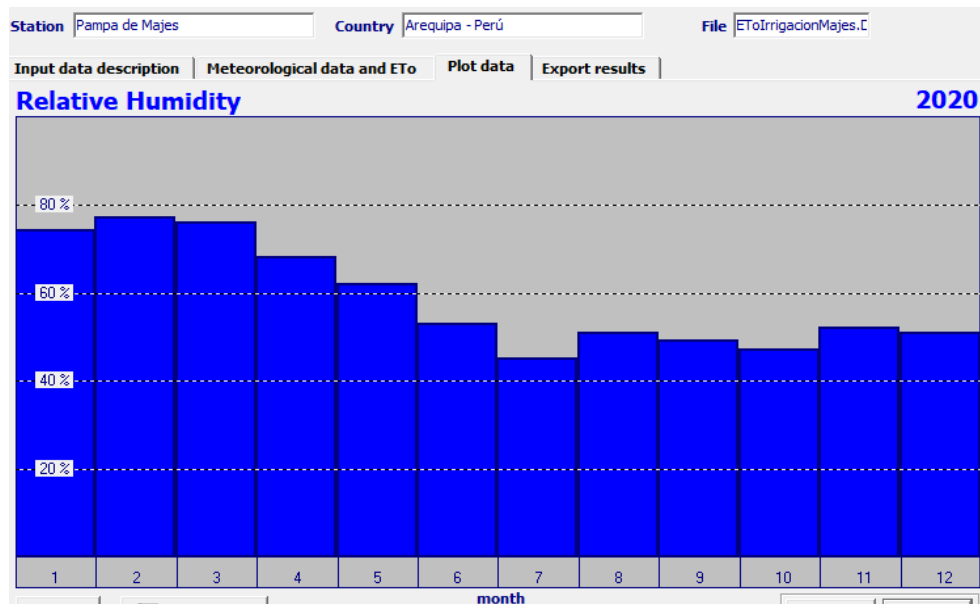


Figura 33. Humedad relativa mensual para el año 2020.
Nota: Resultados de ETo Calculator.

Para el año 2020, el comportamiento también se escalonado y decreciente, pero menos fluctuante, en donde se obtuvieron elevados porcentajes de humedad relativa respecto a los demás años anteriores, en

donde se obtuvo mayores valores en los cuatro primeros meses del año, siendo el más elevado en el mes de febrero, del mismo modo el menor valor se obtuvo en el mes de julio.

En cuanto a la radiación relativa, factor muy importante en cuanto a la apertura estomática de las hojas de la planta que va a influir en la deshidratación, si hay en demasía y buen intercambio de gases en niveles requeridos; también la radiación influye en la coloración y pintado de los frutos de ají paprika.

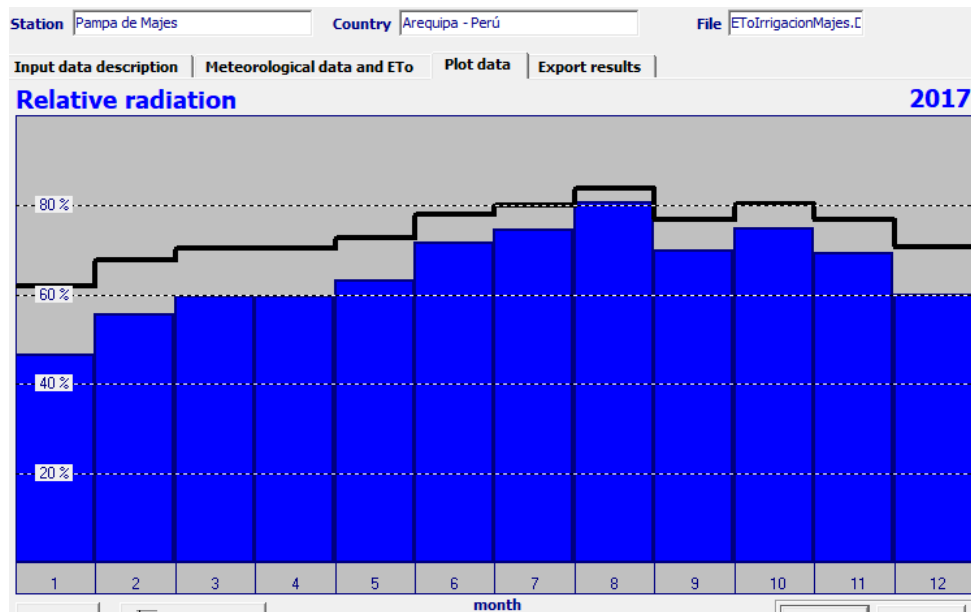


Figura 34. Radiación relativa mensual: Año 2017.
Nota: Resultados de ETo Calculator.

En el año 2017 tenemos que la incidencia solar más elevada se da en el mes de agosto y octubre, siendo en su conjunto de los meses de junio a noviembre, teniendo la menor radiación relativa en el mes de enero (Figura 34).

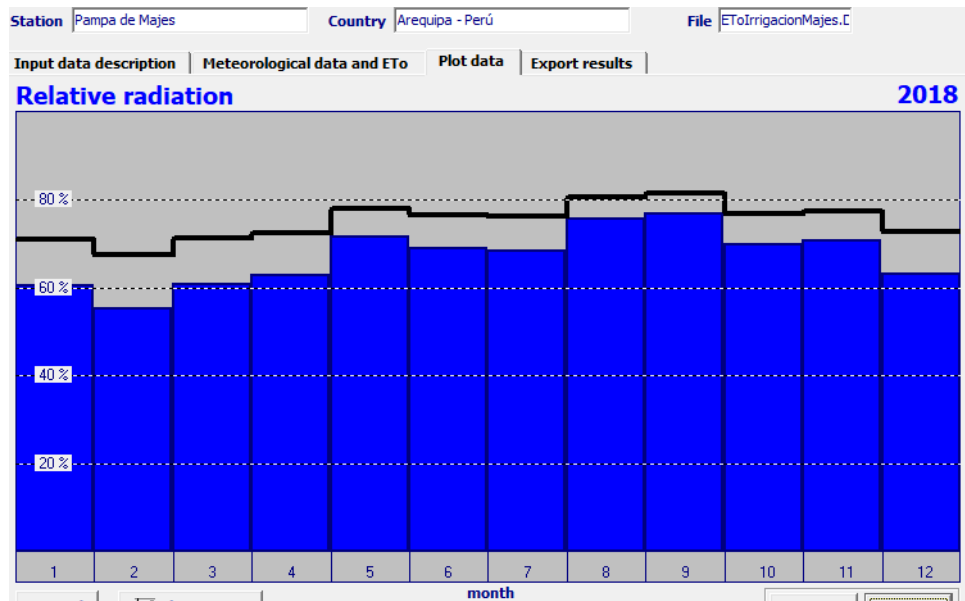


Figura 35. Radiación relativa mensual: Año 2018.
 Nota: Resultados de ETo Calculator.

En el año 2018, se observa que el comportamiento de incidencia de la radiación relativa no es fluctuante respecto a los demás años que anteceden, se tiene elevada incidencia en los meses de agosto, setiembre y con menor intensidad en los meses de mayo y noviembre, manteniéndose la radiación solar elevada en casi todo el año, siendo la menor incidencia en el mes de febrero (Figura 35).

En la Figura 36, podemos notar que el comportamiento se amolda al del año 2018, siendo la menor incidencia de radiación en el mes de enero, teniendo los más altos índices en los meses de junio a agosto.

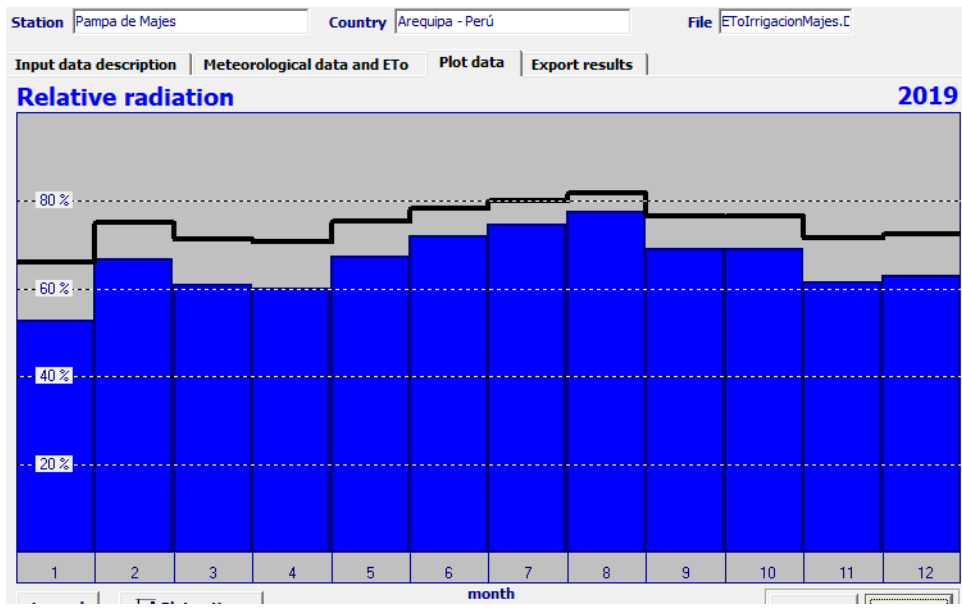


Figura 36. Radiación relativa mensual: Año 2019.

Nota: Resultados de ETo Calculator.

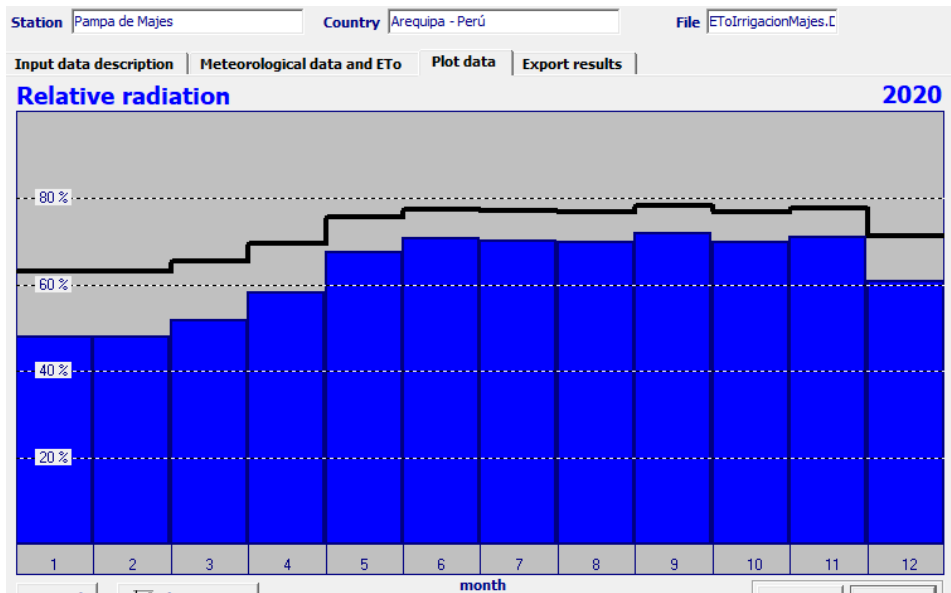


Figura 37. Radiación relativa mensual: Año 2020.

Nota: Resultados de ETo Calculator.

El comportamiento estacional natural de la radiación relativa se presenta en el año 2020, donde se nota la menor incidencia y con un comportamiento más armónico, esto podemos decirlo que es debido a la

reducción de los índices de contaminación del planeta por la incidencia de la pandemia COVID 19 que hizo que se restringieran las actividades, de las cuales muchas son contaminantes, lo cual es una respuesta del medio ambiente frente a su corta recuperación de limpieza del medio ambiente y la recuperación y regeneración de la capa de ozono.

En la Figura 37 se muestra niveles bajos de radiación relativa en los tres primeros meses del año, teniendo niveles medios de radiación similares entre los meses de junio a noviembre.

Luego de obtener la información necesaria para seguir desarrollando el estudio y determinando parámetros que influyen en la producción y rendimiento del cultivo de ají páprika, procedemos a exportar el archivo hacia el software AquaCrop.

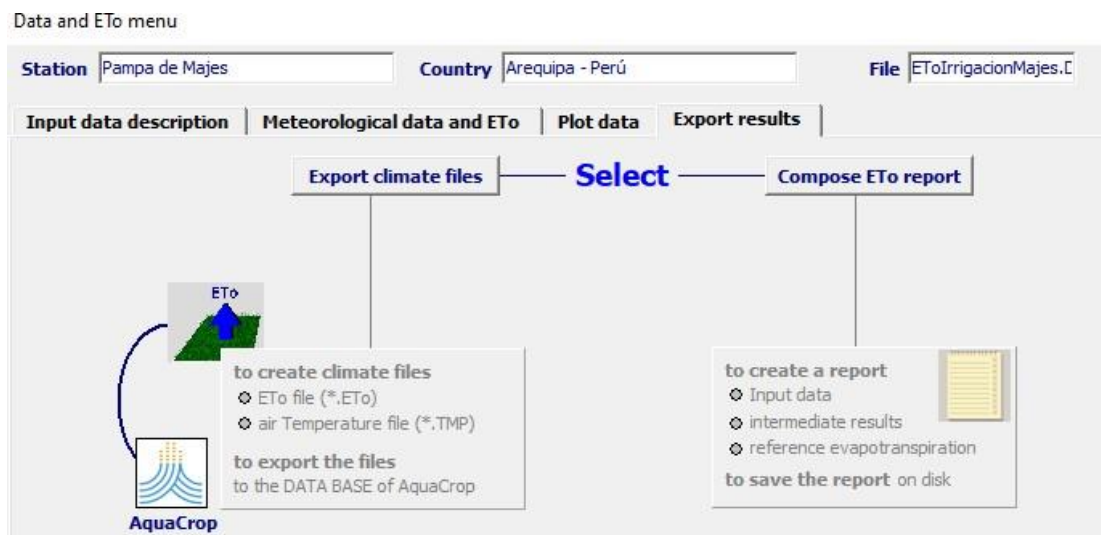


Figura 38. Exportación de datos climáticos.
Nota: Resultados de ETo Calculator.

4.4.2. Comportamiento del cultivo de ají páprika con AquaCrop

Luego de la obtención de la evapotranspiración con el programa ETo Calculator, procedemos a importar los datos del mismo hacia el programa AquaCrop, dándole los parámetros de rangos climáticos de datos mensuales, datos obtenidos por promedio de las temperaturas mínimas, temperaturas máximas, precipitaciones y humedad relativa, datos introducidos en el período de enero del 2017 al diciembre del año 2020.

Import climatic data

Select file | Time range | Climatic parameters | ETo | Import climatic data

Type and time range of climatic data

Type

Daily
 10-daily
 Monthly

Time range

not linked to a specific year

First Month: January
Last Month: December
First Year: 2017
Last Year: 2020

>>> number of monthly records (=48) in specified time range

Figura 39. Importación de datos de ETo Calculator a AquaCrop.
Nota: Resultados de ETo Calculator.

Tenemos los datos resultantes como son, el ploteo de datos de evapotranspiración de los cuatro años introducidos como se muestra en la Figura 39.

De igual modo tenemos el comportamiento de precipitaciones pluviales en los 4 años en la Figura 40.

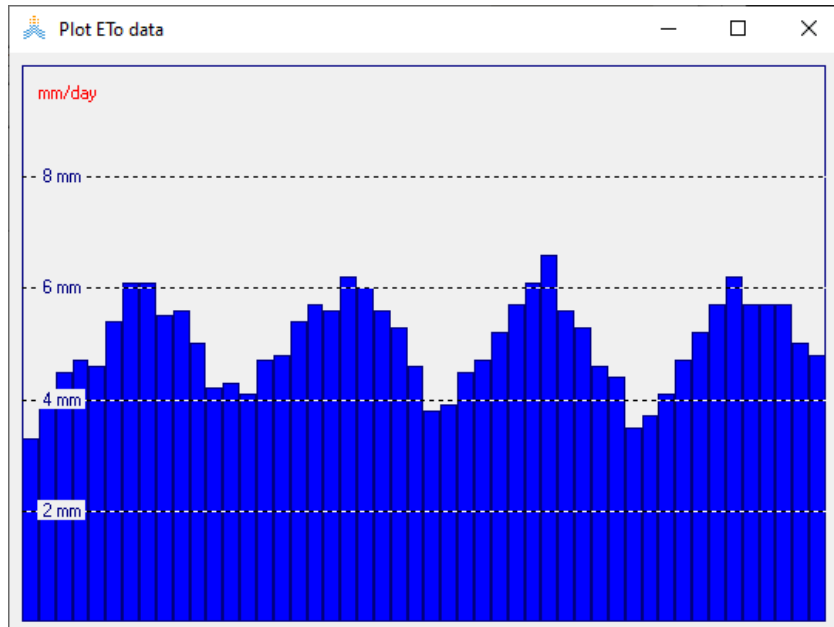


Figura 40. Ploteo de datos de evapotranspiración 2017-2020.
Nota: Resultados de ETo Calculator.

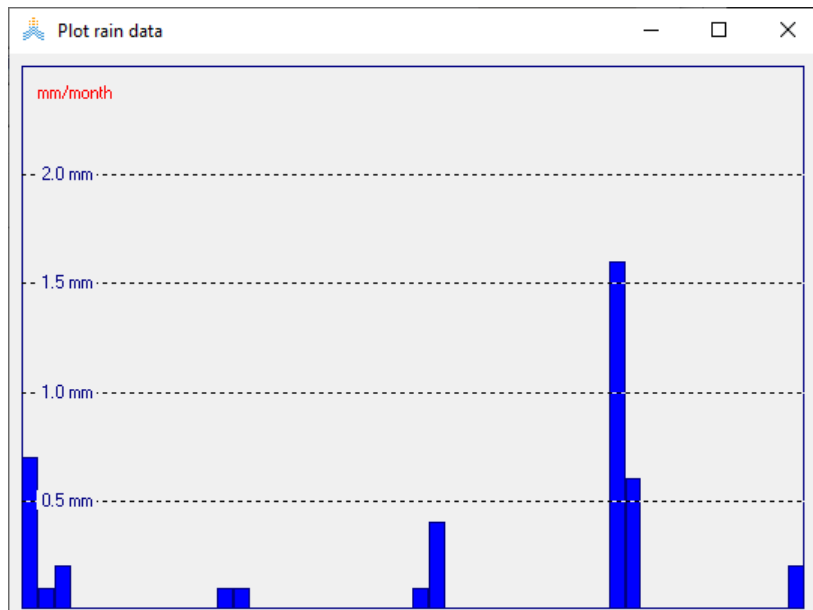


Figura 41. Ploteo de datos de precipitaciones pluviales años 2017 - 2020.
Nota: Resultados de ETo Calculator.

Se realizó la calibración respecto al estrés de fertilidad del suelo, en donde una capacidad de campo del 80% (CC) es lo ideal requerido para un buen desarrollo de la planta de ají páprika, siendo la calibración para un mínimo de 48% (Figura 42).

Se entiende por capacidad de campo al contenido de agua permanente que mantiene el suelo de cultivo saturado luego de haber pasado 48 horas de drenaje (49).

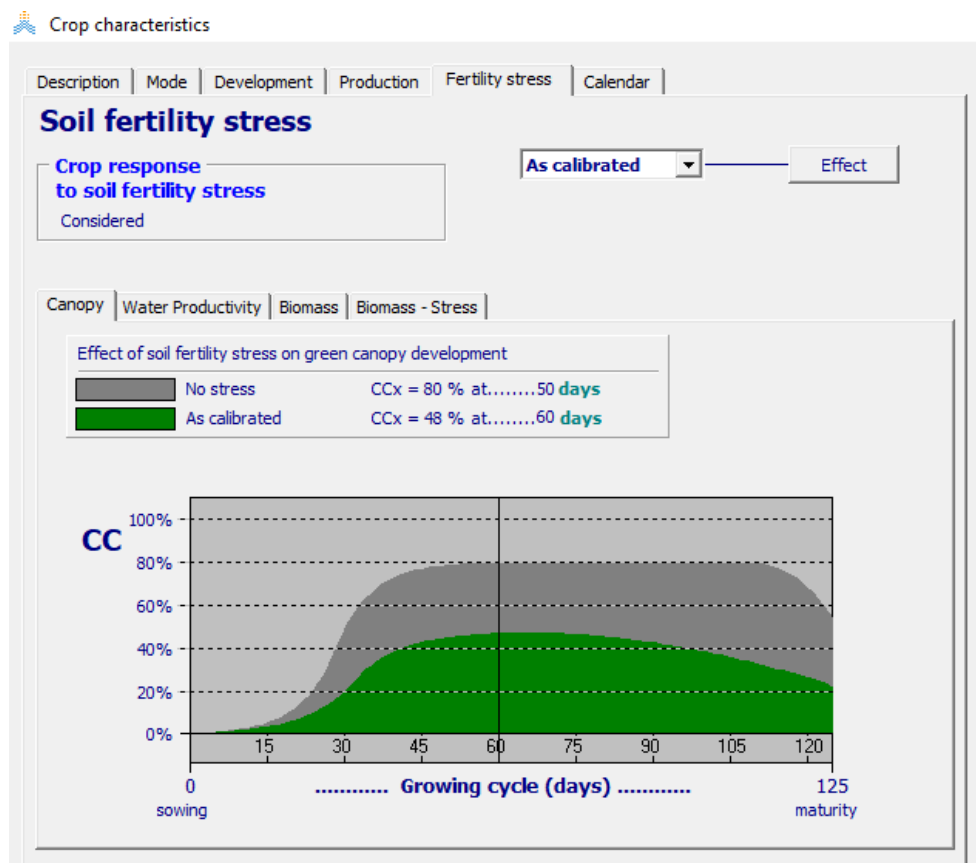


Figura 42. Calibración de estrés de fertilidad del suelo de cultivo.
Nota: Resultados de ETo Calculator.

Luego de introducir la información, tenemos los resultados por cada año, en donde tenemos que los ciclos o períodos de cultivo de ají páprika se dan en dos periodos los que son:

- a. Abril a setiembre.
- b. Octubre a marzo.

El ciclo biológico del cultivo de aj páprika es en promedio 6 meses y se dan dos campañas por año, en el caso de la zona de estudio se presenta este tipo de agricultura intensiva por tener un clima uniforme con muy pocas variantes de clima durante todo el año, se tiene un clima cálido semitropical.

El ciclo productivo es de 180 días, en donde las cosechas se van dando gradualmente y luego los frutos cosechados se van a un proceso de deshidratado, que es el modo en el que se comercializa. Una buena calidad de agua de riego oscila entre los parámetros de contenido salino de entre 0 – 3 dS/m

4.4.2.1. Modelado AquaCrop: Período 2017 - 2020

Campaña abril – setiembre 2017

Por lo tanto, tenemos que en el año 2017 se inicia la campaña en el mes de abril y acabando el ciclo el 24 de setiembre. Como apreciamos en la Figura 43, el ciclo es de 180 días, en donde se tiene una ETo promedio

del ciclo productivo de 5.5, con un promedio de precipitaciones de 0.1 mm por día, un régimen de irrigación de 32 mm de lámina de agua diaria y con una calidad de agua de salinidad de 1,65 dS/m. En todo el régimen se obtuvo un rendimiento de biomasa verde de 13.75 toneladas por hectárea y un rendimiento de masa seca de 7.19 toneladas por hectárea.

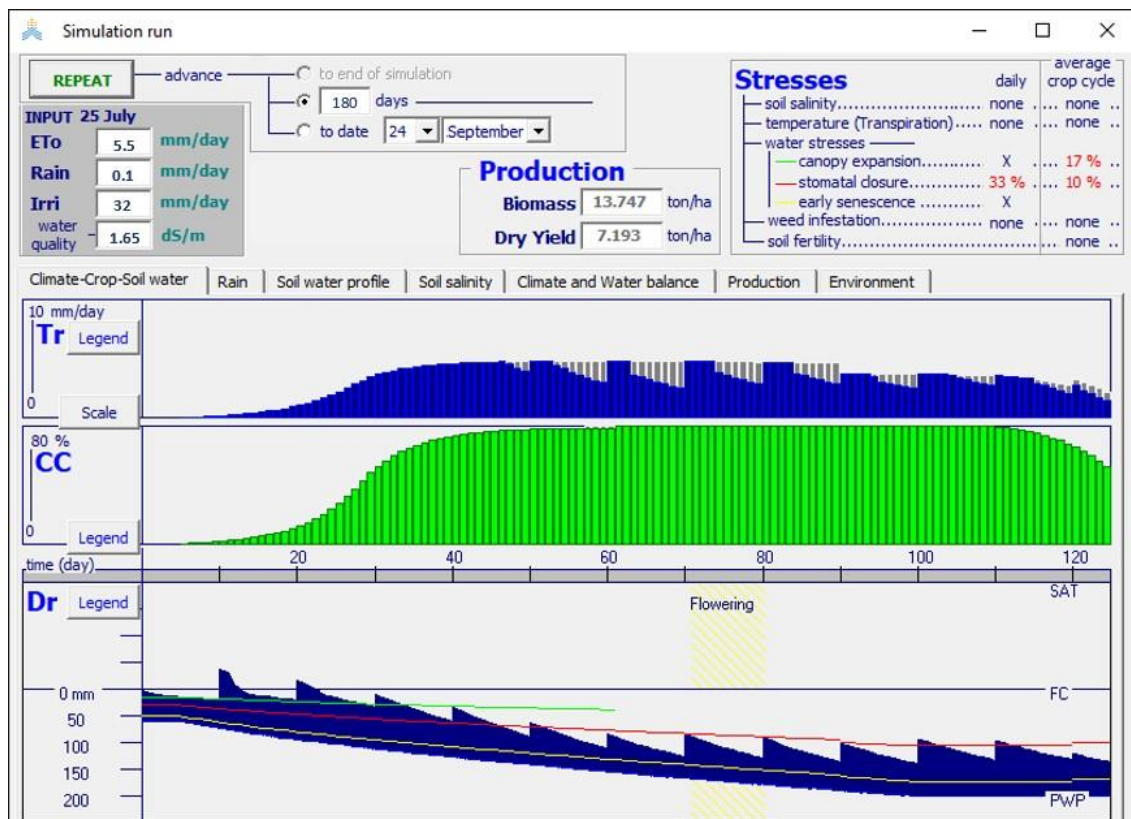


Figura 43. Ciclo productivo abril - setiembre 2017-I.
Nota: Resultados de ETo Calculator.

La transpiración del cultivo (Tr) es de 10mm/día lo que se encuentra dentro de los parámetros regulares. Vemos en los gráficos que la capacidad de campo es al 80% (régimen regular y óptimo). El módulo de irrigación (Dr) es incremental conforme a las necesidades del

cultivo, llegando a un acumulado de 180 mm por período, siendo el mayor suministro de recurso hídrico en la etapa de floración, fructificación y cuajado de frutos y reduciendo el riego en las etapas finales de coloración de frutos y consolidación de los mismos.

Campaña noviembre 2017 – abril 2018

En la segunda campaña de cultivo de ají páprika del año 2017 se inicia en el mes de noviembre y finalizando el ciclo el 24 de abril del año 2018. Como se muestra en la Figura 44, en donde se tiene una ETo promedio del ciclo productivo de 4.5, con un promedio de precipitaciones de 0.04 mm por día, un régimen de irrigación de 33 mm de lámina de agua diaria y con una calidad de agua de salinidad de 1,67 dS/m. A la cosecha se obtuvo un rendimiento de biomasa verde de 8.471 toneladas por hectárea y un rendimiento de masa seca de 3.851 toneladas por hectárea.

La transpiración del cultivo (T_r) es de 10 mm/día lo que muestra que hubo condiciones de radiación solar elevada, por lo que se incrementó la apertura estomática y desgaste de energía de las plantas. Vemos en los gráficos que la capacidad de campo es al 80%) (régimen regular y óptimo), lo cual no fue suficiente para apalear la evapotranspiración.

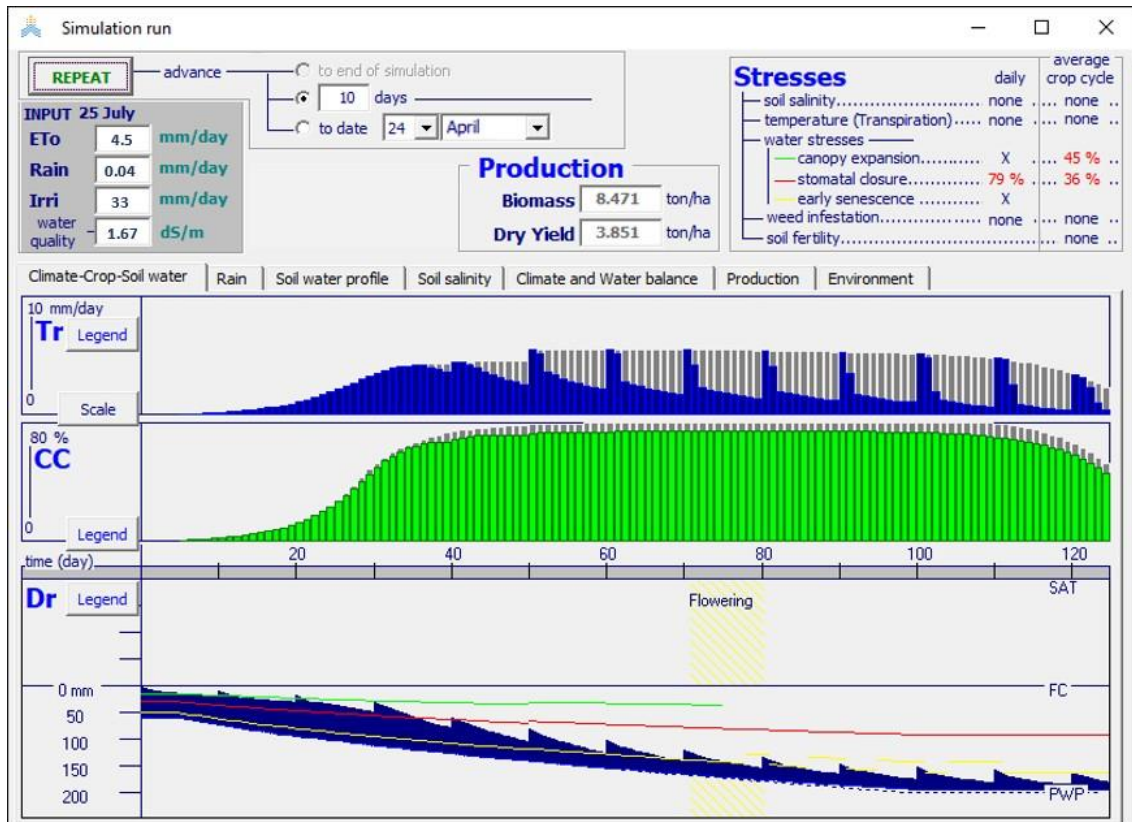


Figura 44. Ciclo productivo noviembre 2017 – abril 2018.
 Nota: Resultados de ETo Calculator.

El módulo de irrigación (Dr) es incremental conforme a las necesidades del cultivo, llegando a un acumulado de 200 mm por período, siendo éste mayor que en la campaña anterior por los efectos de incremento de temperaturas, siendo el mayor suministro de recurso hídrico en la etapa de post - floración, fructificación y cuajado de frutos y reduciendo el riego en las etapas finales de coloración de frutos y consolidación de los mismos.

Campaña abril - setiembre 2018

En la primera campaña de cultivo de ají paprika del año 2018 se inicia en el mes de abril y finalizando el ciclo el 31 de setiembre. Como se

muestra en la Figura 45, en donde se tiene una ETo promedio del ciclo productivo de 5.62, con un promedio de precipitaciones de 0.01 mm por día, un régimen de irrigación de 32 mm de lámina de agua diaria y con una calidad de agua de salinidad de 1,87 dS/m. A la cosecha se obtuvo un rendimiento de biomasa verde de 12.841 toneladas por hectárea y un rendimiento de masa seca de 6.662 toneladas por hectárea.

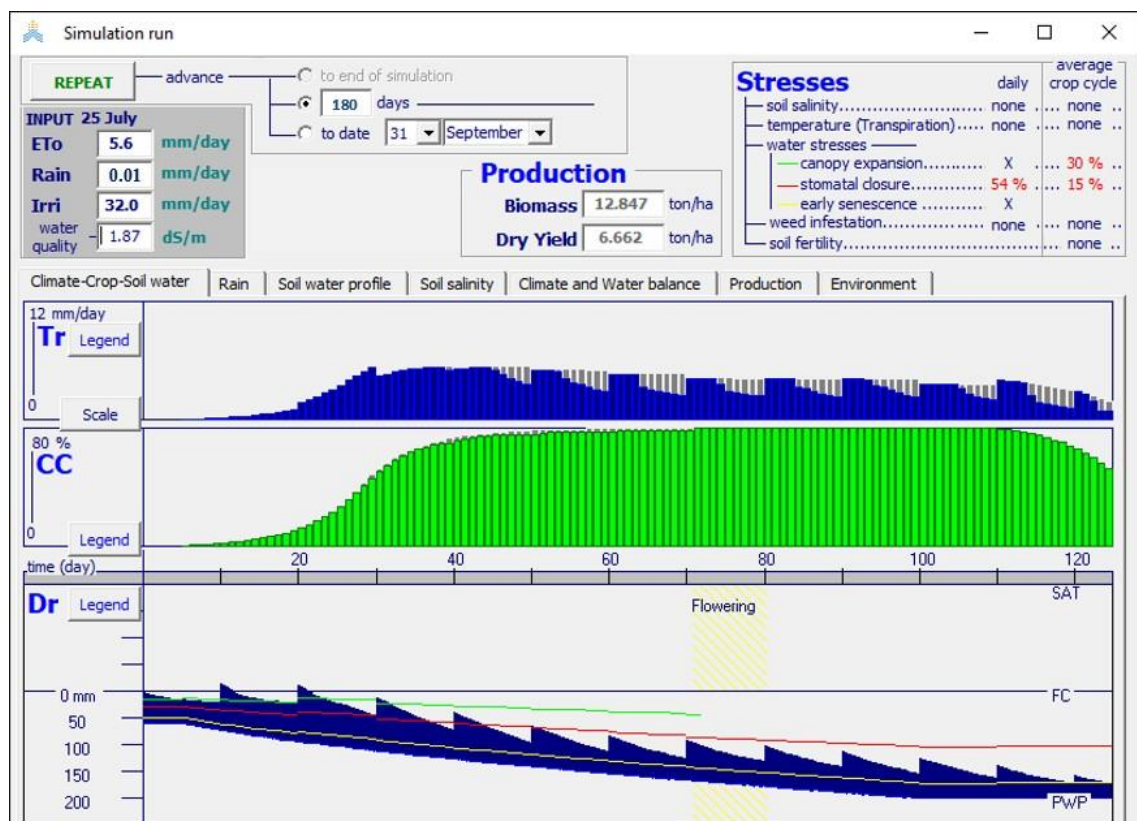


Figura 45. Ciclo productivo abril – setiembre 2018.

Nota: Resultados de ETo Calculator.

La transpiración del cultivo (Tr) es de 12 mm/día lo que muestra que hubo condiciones de radiación solar moderada. Vemos en los gráficos que la capacidad de campo es al 80% (régimen regular y óptimo), lo cual

no fue suficiente para apalejar la evapotranspiración. El módulo de irrigación (D_r) es incremental conforme a las necesidades del cultivo, llegando a un acumulado de más de 200 mm por período, siendo éste mayor que en la campaña anterior por los efectos de incremento de temperaturas acontecidas, siendo el mayor suministro de recurso hídrico en la etapa de post - floración, fructificación y cuajado de frutos y reduciendo el riego en las etapas finales de coloración de frutos y consolidación de los mismos.

Campaña octubre 2018 - marzo 2019

En la segunda campaña de cultivo de ají páprika del año 2018 - 2019 se inicia en el mes de octubre del año 2018 y finalizando el ciclo el 24 de marzo del año 2019. Como se muestra en la Figura 46, en donde se tiene una E_{To} promedio del ciclo productivo de 4.62, con un promedio de precipitaciones de 0.01 mm por día, un régimen de irrigación de 32.6 mm de lámina de agua diaria y con una calidad de agua de salinidad de 1,42 dS/m. A la cosecha se obtuvo un rendimiento de biomasa verde de 15.284 toneladas por hectárea y un rendimiento de masa seca de 7.627 toneladas por hectárea.

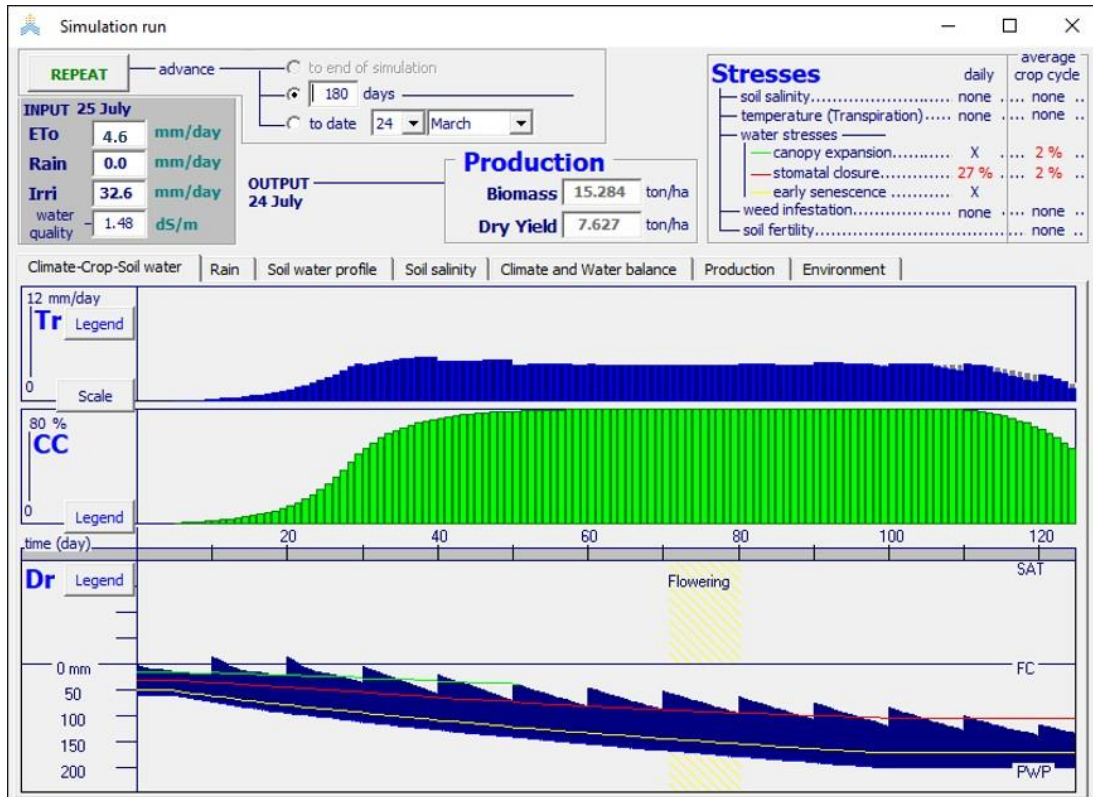


Figura 46. Ciclo productivo octubre 2018 – marzo 2019.

Nota: Resultados de ETo Calculator.

La transpiración del cultivo (Tr) es de 12 mm/día, por lo que se incrementó el régimen de riego. Vemos en los gráficos que la capacidad de campo es al 80% (régimen regular y óptimo), que pudo equilibrar las condiciones de clima y obtener rendimientos de cosecha buenas. El módulo de irrigación (Dr) es incremental conforme a las necesidades del cultivo, llegando a un acumulado de más de 200 mm por período, siendo éste similar al año anterior por los efectos de incremento de temperaturas y radiación solar, siendo el mayor suministro de recurso hídrico en la etapa de post - floración, fructificación y cuajado de frutos y reduciendo el riego en las etapas finales de coloración de frutos y consolidación de los mismos.

Campaña abril - setiembre 2019

En la campaña de cultivo de ají páprika del año 2019 se inicia en el mes de abril y finalizando el ciclo el 12 de setiembre del año 2019. Como se muestra en la Figura 47, en donde se tiene una ETo promedio del ciclo productivo de 5.65, con un promedio de precipitaciones de 0.00 mm por día, un régimen de irrigación de 32.0 mm de lámina de agua diaria y con una calidad de agua de salinidad de 1,66 dS/m. A la cosecha se obtuvo un rendimiento de biomasa verde de 9.130 toneladas por hectárea y un rendimiento de masa seca de 4.298 toneladas por hectárea.

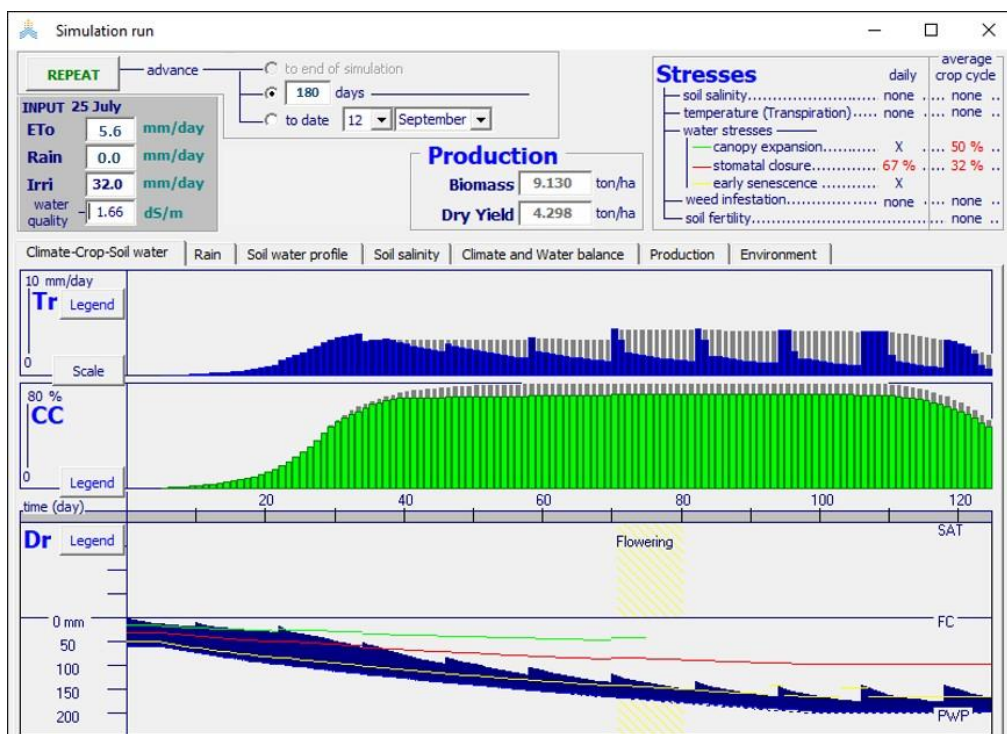


Figura 47. Ciclo productivo abril – setiembre 2019.
Nota: Resultados de ETo Calculator.

La transpiración del cultivo (Tr) es de 10 mm/día, que se encuentra dentro de lo permisible. Vemos en los gráficos que la capacidad de campo se ubicó al 80% (régimen regular y óptimo). El módulo de irrigación (Dr) es incremental conforme a las necesidades del cultivo, llegando a un acumulado de 200 mm por período. El mayor suministro de recurso hídrico se dio en la etapa de post - floración, fructificación y cuajado de frutos y reduciendo el riego en las etapas finales de coloración de frutos y consolidación de los mismos.

Campaña octubre 2019 - marzo 2020

En la campaña de cultivo de ají páprika del año 2019 se inicia en el mes de octubre y finalizando el ciclo el 24 de marzo del año 2020. Como se muestra en la Figura 48, en donde se tiene una ET_o promedio del ciclo productivo de 4.27, con un promedio de precipitaciones de 0.37 mm por día, un regimen de irrigacion de 33.1 mm de lamina de agua diaria y con una calidad de agua de salinidad de 1,87 dS/m. A la cosecha se obtuvo un rendimiento de biomasa verde de 10.786 toneladas por hectarea y un rendimiento de masa seca de 5.620 toneladas por hectarea.

La transpiracion del cultivo (Tr) es de 10 mm/día, que se encuentra dentro de lo permisible. Vemos en los graficos que la capacidad de campo se ubico al 80% (regimen regular y optimo). El modulo de irrigacion (Dr) es incremental y gradual (presencia de lloviznas y nieblas en horas de la mañana) conforme a las necesidades del cultivo, llegando a un acumulado de 200 mm por período. El mayor suministro de recurso hidrico se dio en la

etapa de post - floración, fructificación y cuajado de frutos y reduciendo el riego en las etapas finales de coloración de frutos y consolidación de los mismos.

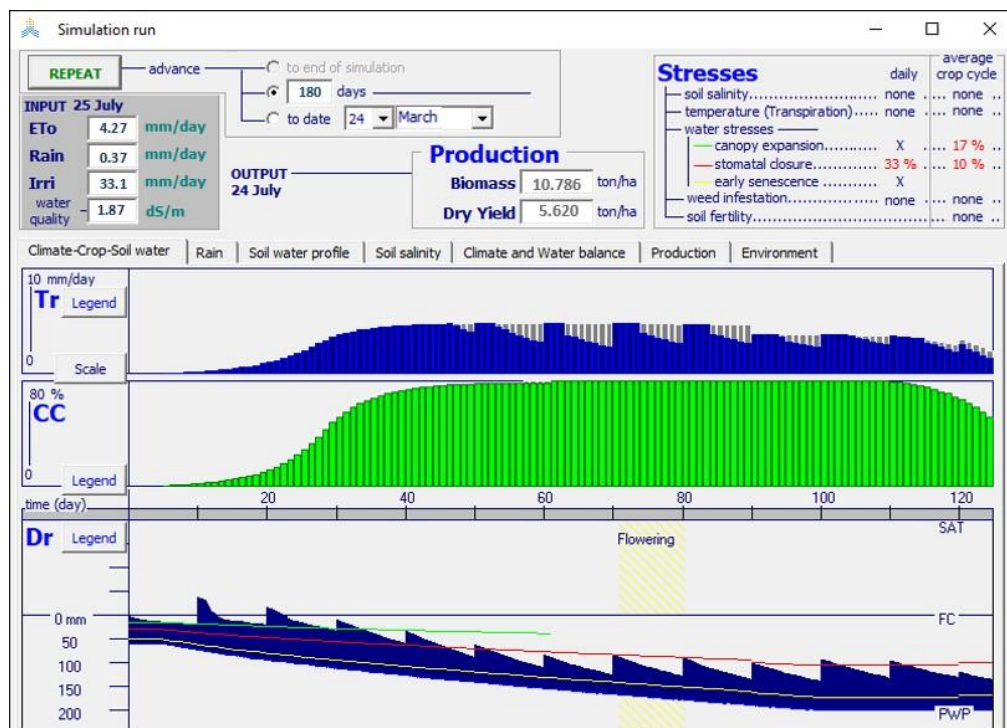


Figura 48. Ciclo productivo octubre 2019 – marzo 2020.
Nota: Resultados de ETo Calculator.

Campaña abril - setiembre 2020

Esta campaña de cultivo de ají páprika se inicia en abril y culmina en el mes de setiembre del año 2020. Como se muestra en la Figura 49, en donde se tiene una ETo promedio del ciclo productivo de 5.53, con un promedio de precipitaciones de 0.00 mm por día, un regimen de irrigacion de 32.0 mm de lamina de agua diaria y con una calidad de agua de salinidad de 1,62 dS/m.

A la cosecha se obtuvo un rendimiento de biomasa verde de 13.955 toneladas por hectárea y un rendimiento de masa seca de 7.005 toneladas por hectárea.

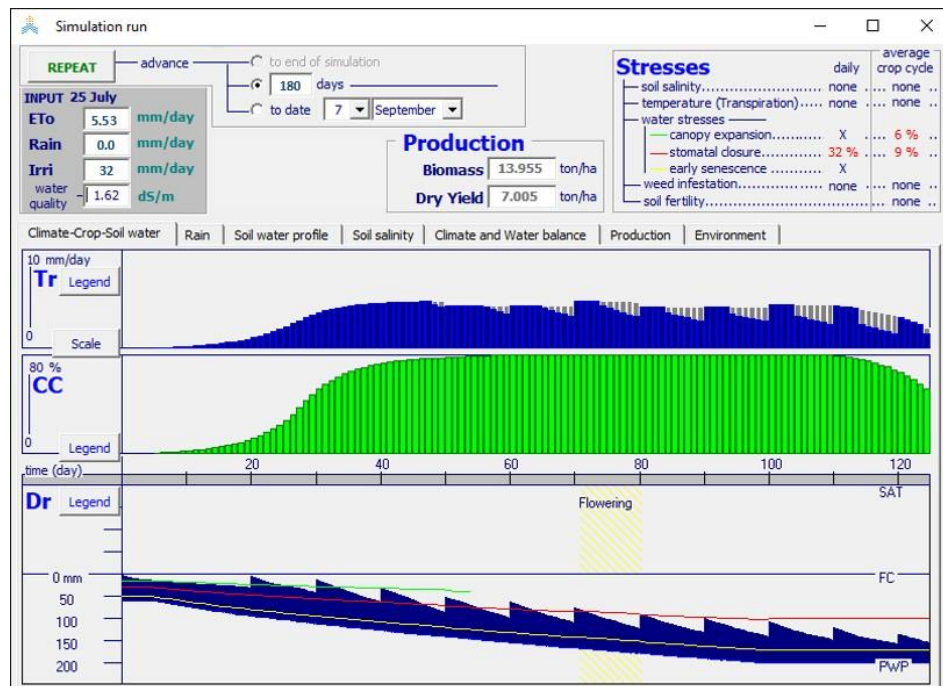


Figura 49. Ciclo productivo abril - setiembre 2020.
Nota: Resultados de ETo Calculator.

La transpiración del cultivo (Tr) es de 10 mm/día, que se encuentra dentro de lo permisible. Vemos en los gráficos que la capacidad de campo se ubicó al 80% (régimen regular y óptimo). El módulo de irrigación (Dr) es incremental y gradual conforme a las necesidades del cultivo, llegando a un acumulado de 200 mm por período. El mayor suministro de recurso hídrico se dio en la etapa de post - floración, fructificación y cuajado de frutos y reduciendo el riego en las etapas finales de coloración de frutos y consolidación de los mismos.

Campaña octubre 2020 - marzo 2021

Campaña de cultivo de ají páprika que empieza en el mes de octubre del año 2020 y culmina en el mes de marzo del año 2021. Como se muestra en la Figura 50, en donde se tiene una ETo promedio del ciclo productivo de 5.08, con un promedio de precipitaciones de 0.10 mm por día, un régimen de irrigación de 32.6 mm de lámina de agua diaria y con una calidad de agua de salinidad de 1,48 dS/m.

A la cosecha se obtuvo un rendimiento de biomasa verde de 15.284 toneladas por hectárea y un rendimiento de masa seca de 7.627 toneladas por hectárea.

La transpiración del cultivo (T_r) es de 12 mm/día, que se encuentra en rango levemente elevado. Vemos en los gráficos que la capacidad de campo se ubicó al 80% (régimen regular y óptimo). El módulo de irrigación (D_r) es incremental y gradual conforme a las necesidades del cultivo, llegando a un acumulado de 200 mm por período. El mayor suministro de recurso hídrico se dio en la etapa de post - floración, fructificación y cuajado de frutos y reduciendo el riego en las etapas finales de coloración de frutos y consolidación de los mismos.

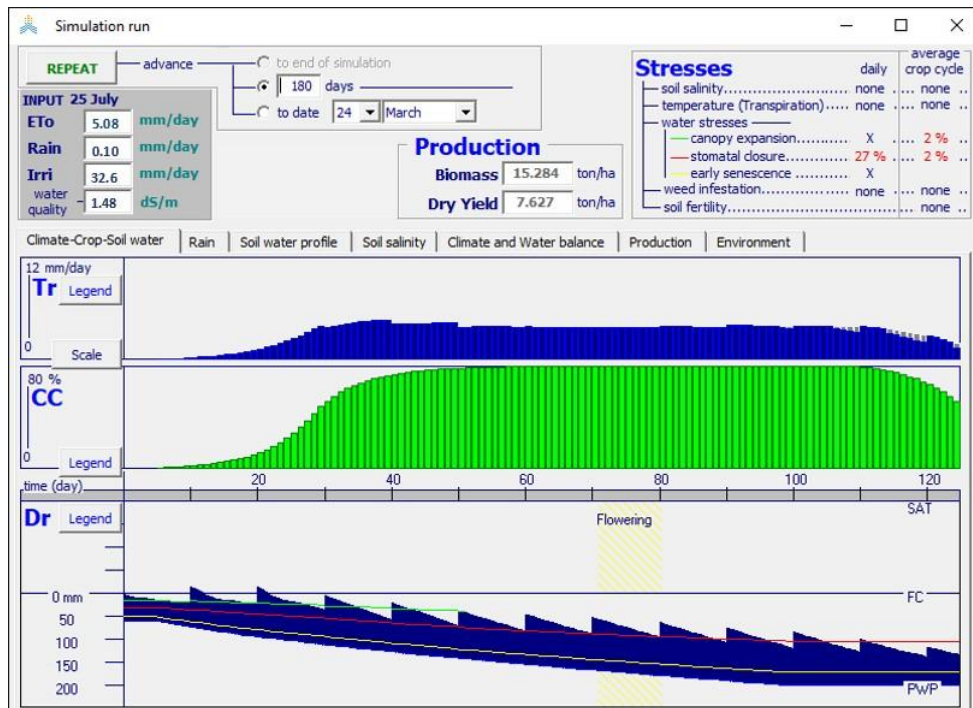


Figura 50. Ciclo productivo octubre 2020 – marzo 2021.
Nota: Resultados de ETo Calculator.

4.4.2.2. Modelado AquaCrop: Pronóstico en el Período 2021 – 2023

Campaña abril - setiembre 2021

Campaña de cultivo de ají páprika que se iniciaría en el mes de abril y culminaría en el mes de setiembre del año 2021. Como se muestra en la Figura 51, en donde se pronostica un ETo promedio del ciclo productivo de 5.10, con un promedio de precipitaciones de 0.00 mm por día (no se presentaron precipitaciones importantes), un regimen de irrigacion de 32.6 mm de lamina de agua diaria y con una calidad de agua de salinidad de 1,47 dS/m.

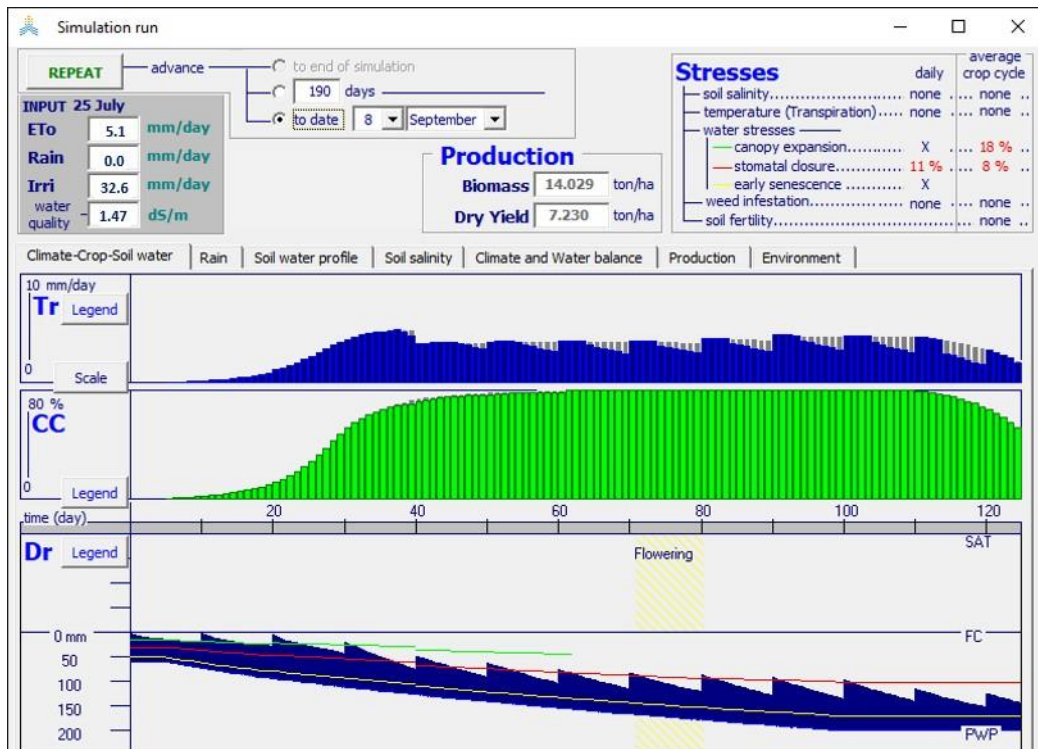


Figura 51. Ciclo productivo abril - setiembre 2021.
 Nota: Resultados de ETo Calculator.

A la cosecha se obtendrá un rendimiento probable de biomasa verde de 14.029 toneladas por hectárea y un rendimiento de masa seca de 7.230 toneladas por hectárea.

La transpiración del cultivo (Tr) se pronostica que sea de 10 mm/día, que se encuentra en un rango permisible. Vemos en los gráficos que la capacidad de campo se espera que se encuentre al 80% (régimen regular y óptimo). El módulo de irrigación (Dr) debe ser incremental y gradual conforme a las necesidades del cultivo, llegando a un acumulado de 190 mm por período. El mayor suministro de recurso hídrico se dio en la etapa de post - floración, fructificación y cuajado de

frutos y reduciendo el riego en las etapas finales de coloración de frutos y consolidación de los mismos.

Campaña octubre 2021 – marzo 2022

Campaña de cultivo de ají páprika que se inicia en el mes de octubre del año 2021 y culmina en el mes de marzo del año 2022. Como se muestra en la Figura 52, en donde se tiene una ETo promedio del ciclo productivo de 4.86, con un promedio de precipitaciones de 0.08 mm por, un régimen de irrigación de 32.0 mm de lámina de agua diaria y con una calidad de agua de salinidad de 1,55 dS/m.

A la cosecha se obtiene un rendimiento de biomasa verde de 15.244 toneladas por hectárea y un rendimiento de masa seca de 7.612 toneladas por hectárea.

La transpiración del cultivo (T_r) es de 10 mm/día, que se encuentra en un rango permisible. Vemos en los gráficos que la capacidad de campo se ubica al 80% (régimen regular y óptimo). El módulo de irrigación (D_r) es incremental y gradual conforme a las necesidades del cultivo, llegando a un acumulado de 190 mm por período. El mayor suministro de recurso hídrico se dio en la etapa de post - floración, fructificación y cuajado de frutos y reduciendo el riego en las etapas finales de coloración de frutos y consolidación de los mismos.

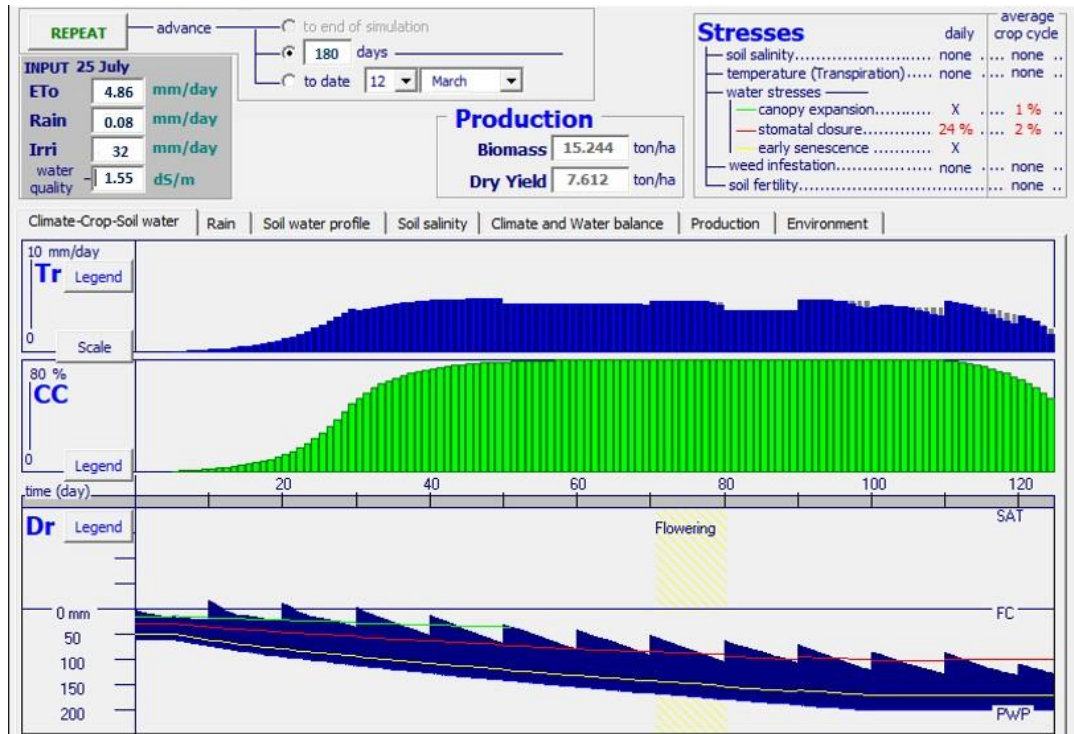


Figura 52. Ciclo productivo octubre 2021 – marzo 2022.
Nota: Resultados de ETo Calculator.

Campaña abril - setiembre 2022

Campaña de cultivo de ají paprika que se inicia en el mes de abril y culmina en el mes de setiembre del año 2022. Como se muestra en la Figura 53, en donde se tiene una ETo promedio del ciclo productivo de 5.15, con precipitaciones reducidas no representativas, un regimen de irrigacion de 32.0 mm de lamina de agua diaria y con una calidad de agua de salinidad de 1,67 dS/m.

A la cosecha se obtiene un rendimiento de biomasa verde de 14.205 toneladas por hectarea y un rendimiento de masa seca de 6.889 toneladas por hectarea.

La transpiración del cultivo (Tr) es de 10 mm/día, que se encuentra en un rango permisible. Vemos en los gráficos que la capacidad de campo se ubicó al 80% (régimen regular y óptimo). El módulo de irrigación (Dr) es incremental y gradual conforme a las necesidades del cultivo, llegando a un acumulado de 190 mm por período. El mayor suministro de recurso hídrico se da en la etapa de post - floración, fructificación y cuajado de frutos y reduciendo el riego en las etapas finales de coloración de frutos y consolidación de los mismos.

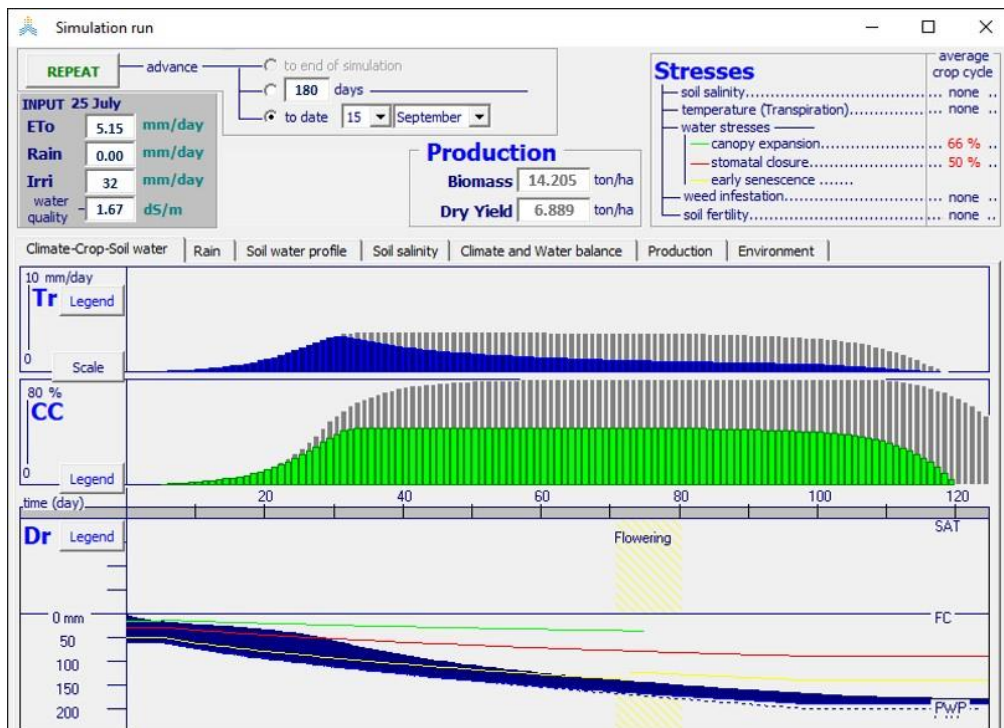


Figura 53. Ciclo productivo abril - setiembre 2022.
Nota: Resultados de ETo Calculator.

Campaña octubre 2022 - marzo 2023

Campaña de cultivo de ají páprika que se inicia en el mes de octubre del año 2022 y culmina en el mes de marzo del año 2023. Como se muestra en la Figura 54, en donde se tiene una ETo promedio del ciclo productivo de 5.02, con precipitaciones reducidas de 0.05 mm, un régimen de irrigación de 32.6 mm de lámina de agua diaria y con una calidad de agua de salinidad de 1,67 dS/m.

A la cosecha se obtiene un rendimiento de biomasa verde de 13.102 toneladas por hectárea y un rendimiento de masa seca de 6.882 toneladas por hectárea.

La transpiración del cultivo (T_r) es de 10 mm/día, que se encuentra en un rango permisible. Vemos en los gráficos que la capacidad de campo se ubicó al 80% (régimen regular y óptimo). El módulo de irrigación (D_r) es incremental y gradual conforme a las necesidades del cultivo, llegando a un acumulado de 1200 mm por período. El mayor suministro de recurso hídrico se da en la etapa de post - floración, fructificación y cuajado de frutos y reduciendo el riego en las etapas finales de coloración de frutos y consolidación de los mismos.

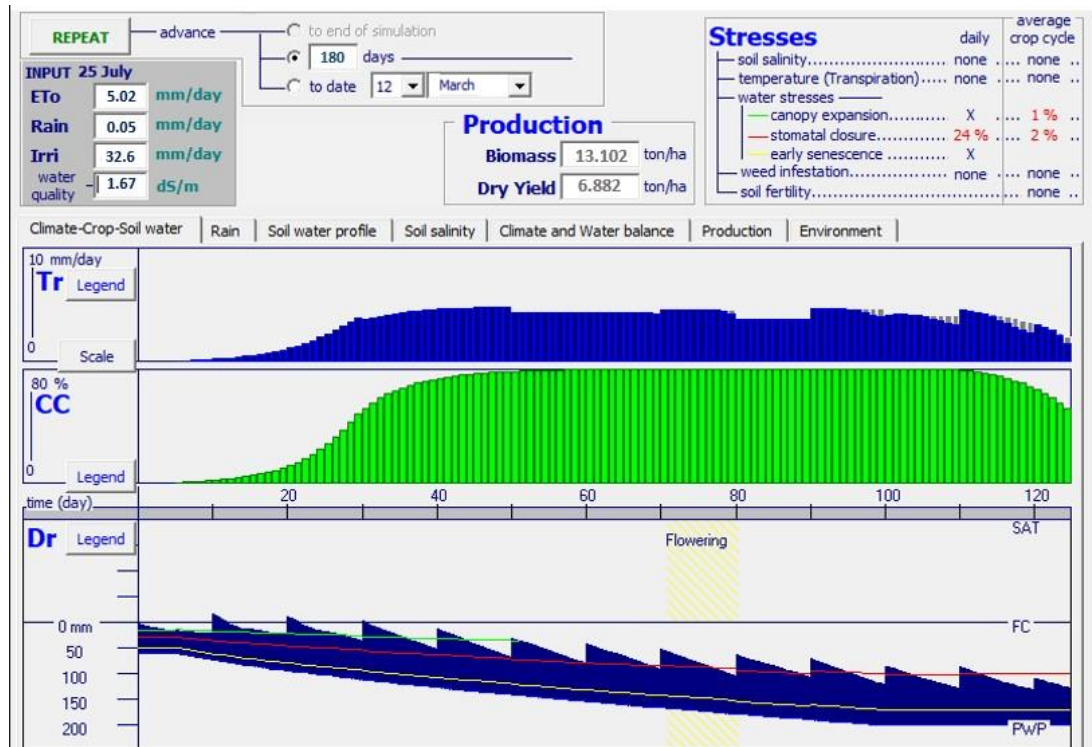


Figura 54. Ciclo productivo octubre 2022 – marzo 2023.
Nota: Resultados de ETo Calculator.

Campaña abril a setiembre 2023

Campaña de cultivo de ají paprika que se inicia en el mes de abril y culmina en el mes de setiembre del año 2023. Como se muestra en la Figura 55, en donde se tiene una ETo promedio del ciclo productivo de 5.13, con precipitaciones reducidas, un regimen de irrigacion de 33.0 mm de lamina de agua diaria y con una calidad de agua de salinidad de 1,62 dS/m.

A la cosecha se obtiene un rendimiento de biomasa verde de 14.468 toneladas por hectarea y un rendimiento de masa seca de 6.978 toneladas por hectarea.

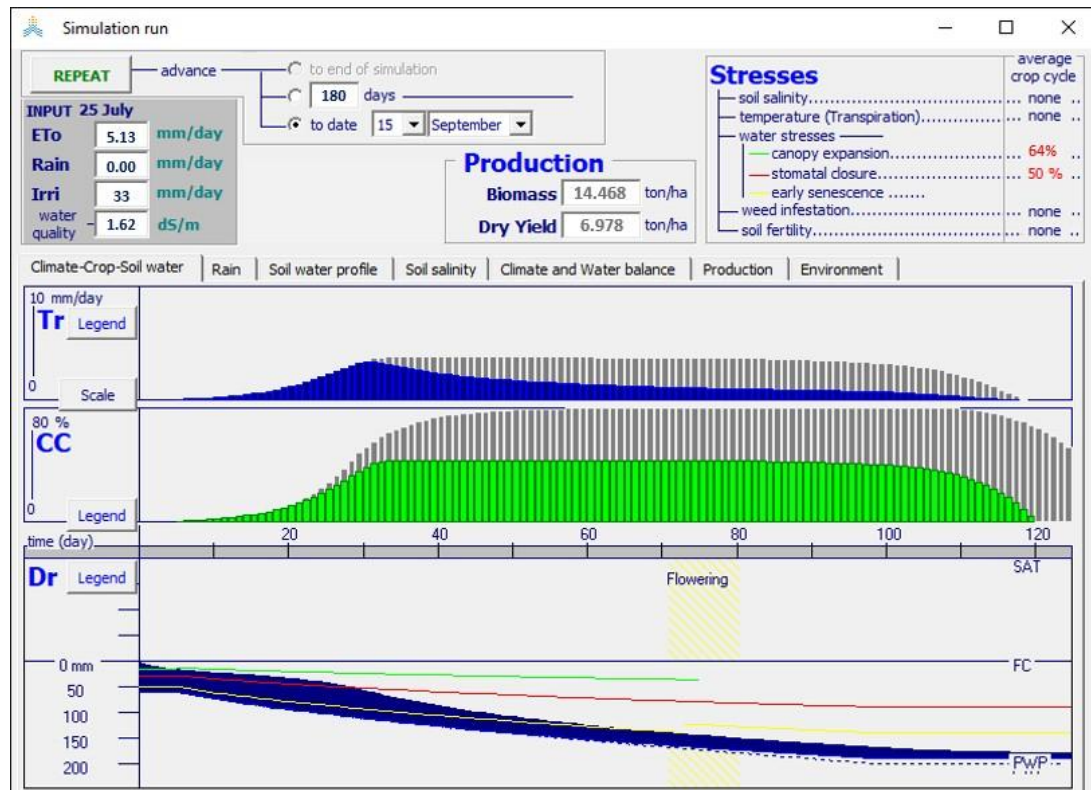


Figura 55. Ciclo productivo abril - setiembre 2023.

Nota: Resultados de ETo Calculator.

La transpiración del cultivo (Tr) es de 10 mm/día, que se encuentra en un rango permisible. Vemos en los gráficos que la capacidad de campo se ubicó al 80% (régimen regular y óptimo). El módulo de irrigación (Dr) tiene un comportamiento diferido a los años anteriores en donde los riegos son moderados y frecuentes con menor tiempo de irrigación, por lo que la lámina de riego se reduce a las 8 horas pasadas. Siendo el mayor tiempo de riego en los 50 primeros días, y reduciéndose la frecuencia de riego hasta la cosecha, llegando a un acumulado de 180 mm por período. El mayor suministro de recurso hídrico se inicia en la formación de yemas florales, floración, post -

floración, fructificación y cuajado de frutos y reduciendo el riego en las etapas finales de coloración de frutos y consolidación de los mismos.

4.4.3. Evaluación del comportamiento del clima Período 2017 -2023

Podemos tomar dos escenarios, siendo el primer escenario el período antecedente al estudio: 2017-2020, y el segundo escenario pronóstico de comportamiento del clima en el período 2021-2023, y posteriormente realizar una evaluación global del comportamiento del clima en la zona en estudio.

Se tienen campañas de 180 días en promedio de duración del ciclo del cultivo. Las condiciones climáticas de la Irrigación Majes son casi estables durante los doce meses del año, teniendo pocas fluctuaciones de temperaturas máximas y mínimas, en donde las estaciones del año no se presentan de forma marcada, por lo que las condiciones climáticas de la zona en estudio son propicias para el cultivo y producción durante todo el año. Esto siendo una ventaja competitiva frente a los diversos países, porque se puede exportar el producto durante todo el año.

Tenemos en las Tablas el comportamiento de temperaturas máxima (TMAX), temperatura mínima (TMIN), precipitaciones pluviales (RAIN), humedad relativa (HR) y la evapotranspiración (ETo).

Escenario 1:

Tabla 11.

Parámetros climáticos Escenario 1-1.

MES	AÑO	TMAX	TMIN	RAIN	HR	ET _o
Enero	2017	24.75	15.74	0.68	77.00	3.30
Febrero	2017	25.77	14.94	0.06	74.00	4.00
Marzo	2017	25.62	13.90	0.17	71.00	4.50
Abril	2017	24.69	12.96	0.00	68.00	4.70
Mayo	2017	23.55	11.12	0.00	68.00	4.60
Junio	2017	24.59	10.17	0.00	57.00	5.40
Julio	2017	25.72	10.61	0.00	47.00	6.10
Agosto	2017	25.44	8.77	0.00	48.00	6.10
Setiembre	2017	24.94	10.87	0.00	52.00	5.50
Octubre	2017	26.06	10.92	0.00	49.00	5.60
Noviembre	2017	25.24	11.32	0.00	51.00	5.00
Diciembre	2017	25.10	13.26	0.01	61.00	4.20
Enero	2018	25.55	13.65	0.07	63.00	4.30
Febrero	2018	24.71	13.86	0.11	70.00	4.10
Marzo	2018	26.10	14.12	0.01	68.00	4.70
Abril	2018	25.38	12.97	0.03	68.00	4.80
Mayo	2018	25.14	10.65	0.00	60.00	5.40
Junio	2018	25.54	11.70	0.00	54.00	5.70
Julio	2018	25.46	11.79	0.00	55.00	5.60
Agosto	2018	25.91	10.52	0.00	46.00	6.20
Setiembre	2018	26.09	10.36	0.00	47.00	6.00
Octubre	2018	25.89	11.93	0.00	47.00	5.60
Noviembre	2018	25.58	11.38	0.00	47.00	5.30
Diciembre	2018	25.26	12.81	0.00	56.00	4.60
Enero	2019	25.04	14.65	0.10	69.00	3.80
Febrero	2019	25.56	12.30	0.40	78.00	3.90
Marzo	2019	26.35	14.42	0.00	72.00	4.50
Abril	2019	24.83	13.04	0.00	69.00	4.70
Mayo	2019	24.72	11.26	0.00	61.00	5.20
Junio	2019	25.22	10.71	0.00	53.00	5.70
Julio	2019	25.08	10.03	0.00	46.00	6.10
Agosto	2019	26.54	10.72	0.00	40.00	6.60
Setiembre	2019	25.37	11.58	0.00	52.00	5.60

Tabla 12.

Parámetros climáticos Escenario 1-2.

MES	AÑO	TMAX	TMIN	RAIN	HR	ET _o
Octubre	2019	24.90	11.05	0.00	50.00	5.30
Noviembre	2019	25.17	13.05	0.00	57.00	4.60
Diciembre	2019	25.53	13.10	0.00	60.00	4.40
Enero	2020	24.95	15.53	1.55	74.00	3.50
Febrero	2020	25.48	16.07	0.62	77.00	3.70
Marzo	2020	25.80	15.65	0.04	76.00	4.10
Abril	2020	24.63	13.22	0.00	68.00	4.70
Mayo	2020	24.81	11.30	0.00	62.00	5.20
Junio	2020	24.98	10.81	0.00	53.00	5.70
Julio	2020	25.76	11.74	0.00	45.00	6.20
Agosto	2020	24.96	11.02	0.00	51.00	5.70
Setiembre	2020	25.22	10.71	0.00	49.00	5.70

Escenario 2: Pronóstico de comportamiento climático**Tabla 13.**

Parámetros climáticos Escenario 2-1.

MES	AÑO	TMAX	TMIN	RAIN	HR	ET _o
Octubre	2020	26.06	12.14	0.00	47.00	5.70
Noviembre	2020	25.53	11.18	0.00	52.00	5.00
Diciembre	2020	25.18	13.58	0.24	61.00	4.80
Enero	2021	26.03	11.58	-0.04	46.33	5.62
Febrero	2021	25.77	12.01	0.03	50.53	5.35
Marzo	2021	25.73	12.07	0.04	51.09	5.31
Abril	2021	25.72	12.08	0.00	51.23	5.30
Mayo	2021	25.72	12.09	0.00	51.27	5.30
Junio	2021	25.72	12.09	0.00	51.29	5.30
Julio	2021	25.72	12.09	0.00	51.29	5.30
Agosto	2021	25.72	12.09	0.00	51.30	5.30
Setiembre	2021	25.72	12.09	0.00	51.30	5.30

Tabla 14.

Parámetros climáticos Escenario 2-2.

MES	AÑO	TMAX	TMIN	RAIN	HR	ET _o
Octubre	2021	25.72	12.09	0.00	51.30	5.30
Noviembre	2021	25.72	12.09	0.00	51.30	5.30
Diciembre	2021	25.72	12.09	0.05	51.30	5.30
Enero	2022	25.72	12.09	0.04	51.30	5.30
Febrero	2022	25.72	12.09	0.04	51.30	5.30
Marzo	2022	25.72	12.09	0.04	51.30	5.30
Abril	2022	25.72	12.09	0.00	51.30	5.30
Mayo	2022	25.72	12.09	0.00	51.30	5.30
Junio	2022	25.72	12.09	0.00	51.30	5.30
Julio	2022	25.72	12.09	0.00	51.30	5.30
Agosto	2022	25.72	12.09	0.00	51.30	5.30
Setiembre	2022	25.72	12.09	0.00	51.30	5.30
Octubre	2022	25.72	12.09	0.00	51.30	5.30
Noviembre	2022	25.66	12.09	0.00	51.30	5.30
Diciembre	2022	25.69	12.09	0.04	51.30	5.30
Enero	2023	25.72	12.09	0.03	51.30	5.30
Febrero	2023	25.72	12.09	0.03	51.30	5.30
Marzo	2023	25.72	12.09	0.03	51.30	5.30
Abril	2023	25.72	12.09	0.00	51.30	5.30
Mayo	2023	25.72	12.09	0.00	51.30	5.30
Junio	2023	25.72	12.09	0.00	51.30	5.30
Julio	2023	25.72	12.09	0.00	51.30	5.30
Agosto	2023	25.72	12.09	0.00	51.30	5.30
Setiembre	2023	25.72	12.09	0.00	51.30	5.30
Octubre	2023	25.72	12.09	0.00	51.30	5.30
Noviembre	2023	25.72	12.09	0.25	51.30	5.30
Diciembre	2023	25.72	12.09	0.02	51.30	5.30

Consolidado de los resultados obtenidos

Tabla 15.

Producción de biomasa fresco – seco.

PERIODO	DIAS	ETO PROM	P. PLUVIAL	RIEGO	CALIDAD DE AGUA	PRODUCCION		
						BIOMASA	RTO SECO	
24-Abr-17	24-Set-17	180	5.50	0.10	32.0	1.65	13.747	7.193
24-Nov-17	24-Abr-18	180	4.50	0.04	33.0	1.67	8.471	3.851
30-Abr-18	31- Set-18	180	5.62	0.01	32.0	1.87	12.847	6.662
5-Oct-18	24-Mar-19	180	4.62	0.00	32.6	1.48	15.284	7.627
1-Abr-19	12-Set-19	180	5.65	0.00	32.0	1.66	9.130	4.298
5-Oct-19	24-Mar-20	180	4.27	0.37	33.1	1.87	10.786	5.620
24-Abr-20	7-Set-20	180	5.53	0.00	32.0	1.62	13.955	7.005
5-Oct-20	24-Mar-21	180	5.08	0.10	32.6	1.48	15.284	7.627
1-Abr-21	8-Set-21	190	5.10	0.00	32.6	1.47	14.029	7.23
5-Oct-21	12-Mar-22	180	4.86	0.08	32.0	1.55	15.244	7.612
1-Abr-22	15-Set-22	180	5.15	0.00	32.0	1.67	14.205	6.889
5-Oct-22	12-Mar-23	180	5.02	0.05	32.6	1.67	13.102	6.882
1-Abr-23	15-Set-23	180	5.13	0.00	33.0	1.62	14.468	6.978

Nota: Resultados de ETo Calculator y AquaCrop.

Al realizar la evaluación de los rendimientos del cultivo de ají páprika, se nota una tendencia leve de crecimiento en la producción, debido a las variaciones de temperatura, humedad y evapotranspiración del cultivo.

En la Figura 56, tenemos que el incremento es leve en el periodo de abril a setiembre, teniendo una producción promedio de 6.608 t/ha. Podemos determinar que las condiciones de clima de la irrigación Majes, son las óptimas para el desarrollo del cultivo en estudio.

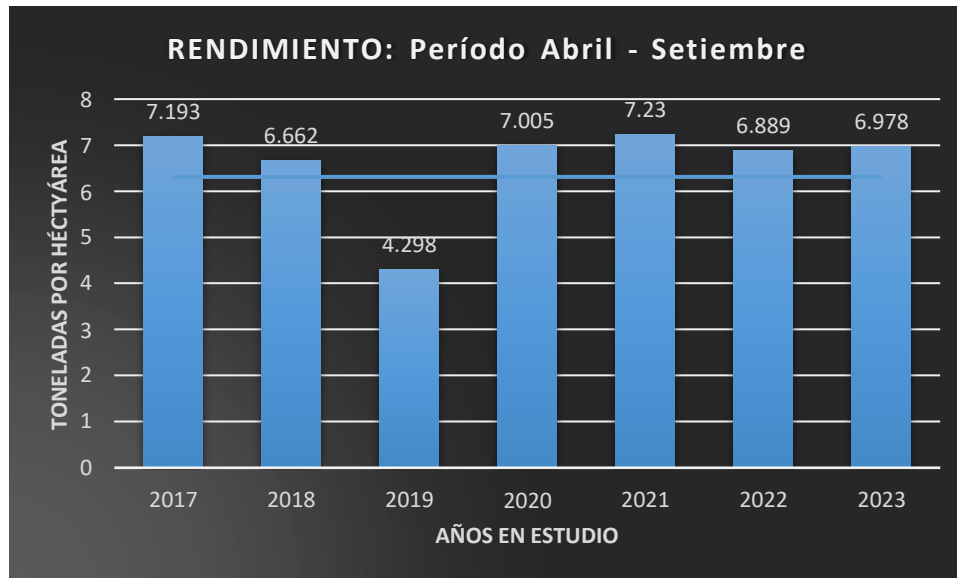


Figura 56. Rendimiento del cultivo: Período abril - setiembre.

En la Figura 57, tenemos que el incremento es moderado en el periodo de octubre a marzo, teniendo una producción promedio de 6.537 t/ha. Podemos determinar que las condiciones de clima de la irrigación Majes, son las óptimas para el desarrollo del cultivo en estudio.

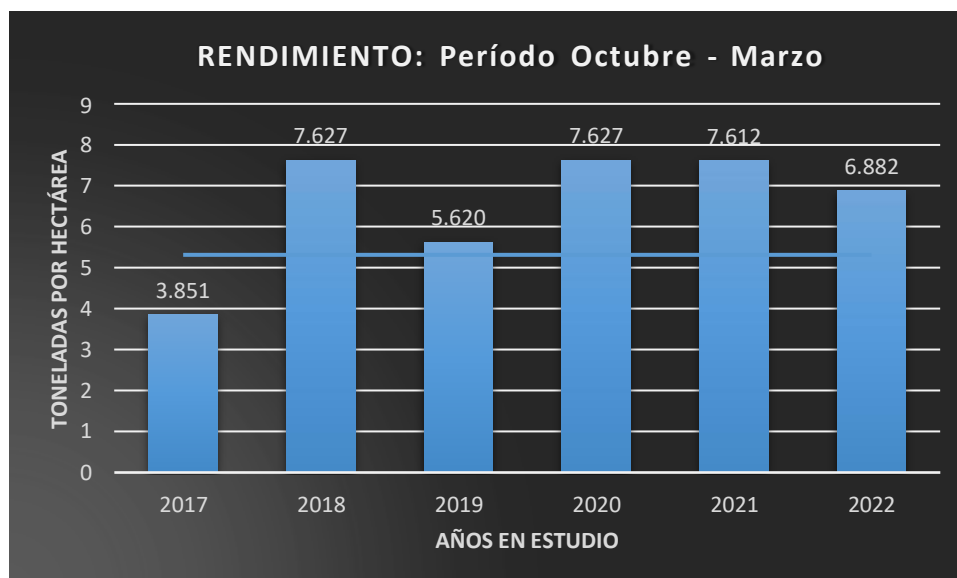


Figura 57. Rendimiento del cultivo: Periodo octubre – marzo.

De acuerdo a la Figura 56 y 57, podemos realizar el análisis de que en la época de primavera – verano la producción es mayor por las condiciones climáticas incrementales en su conjunto.

4.4.4. Efectos de la variación del clima en el rendimiento del cultivo de ají páprika

Para determinar los efectos de la variación del clima, realizamos el comparativo del comportamiento de cada uno de los parámetros climáticos estudiados en cada periodo y en cada año, en donde tenemos:

En el periodo abril a setiembre, tenemos los parámetros climatológicos promedio por año (Tabla 16).

Tabla 16.

Parámetros climatológicos medios: abril – setiembre.

AÑO	TMAX	TMIN	RAIN	HR	ET_o
2017	24.82	10.75	0.00	56.67	5.40
2018	25.59	11.33	0.01	55.00	5.62
2019	25.29	11.22	0.00	53.50	5.65
2020	25.06	11.47	0.00	54.67	5.53
2021	25.29	12.39	0.00	57.21	5.10
2022	25.34	11.86	0.00	57.07	5.15
2023	25.39	12.00	0.00	57.39	5.13

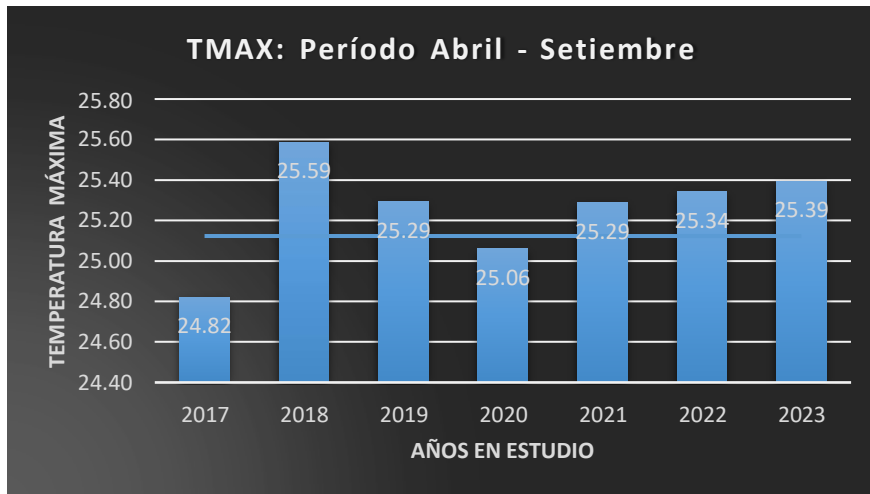


Figura 58. Comparativo de T° Max. abril - setiembre.

Como se muestra en la Figura 58, tenemos que la tendencia de la temperatura máxima es a incrementarse en 0.57°C . Respecto a las temperaturas mínimas promedio tenemos que de igual modo tiende a la reducción en un rango de 1.25°C (Figura 59).

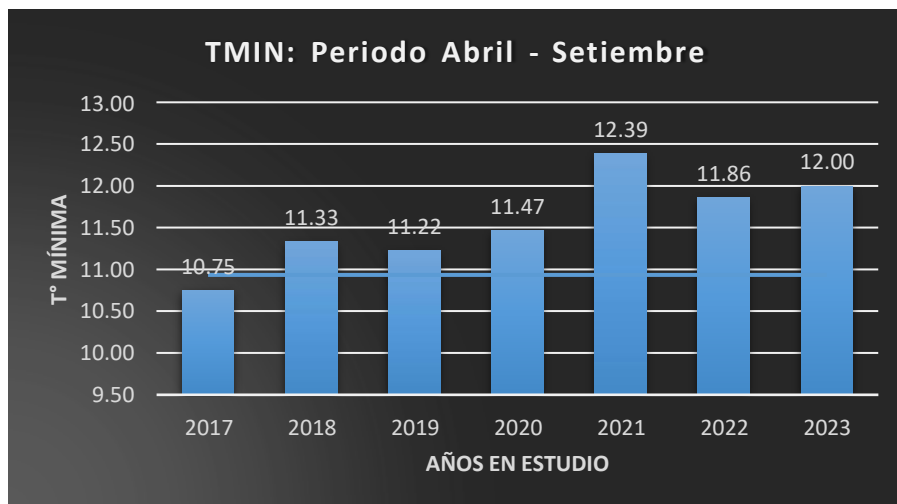


Figura 59. Comparativo de T° Min. abril – setiembre.

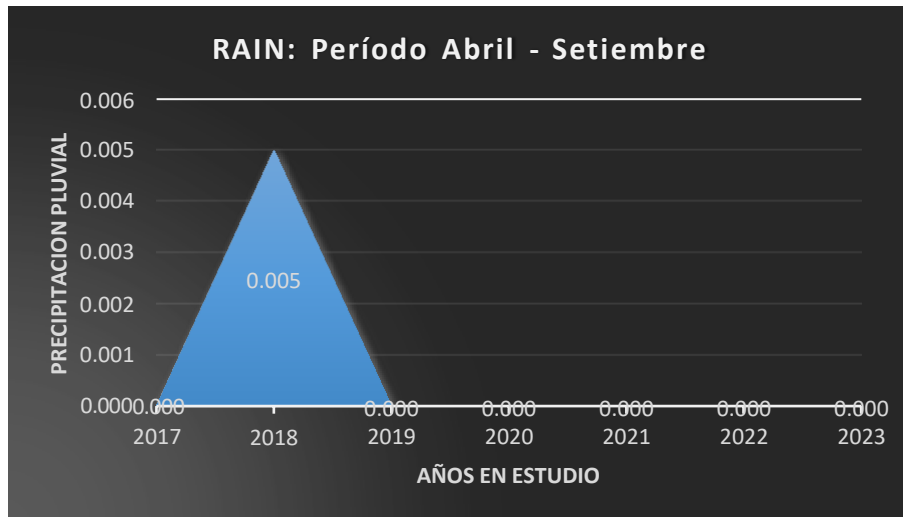


Figura 60. Comparativo de Precipitación pluvial abril – setiembre.

Las precipitaciones pluviales se mantienen ausentes en este período, por ser un comportamiento usual por el clima del Perú. (Figura 60).

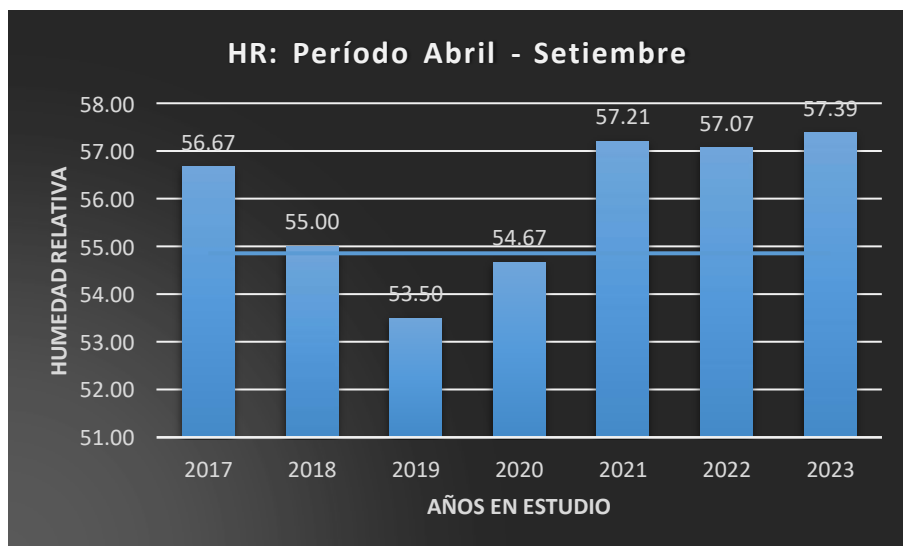


Figura 61. Comparativo H.R. abril - setiembre.

En cuanto a la humedad relativa, podemos ver que se relacionan directamente con el manejo del sistema de riego que se realiza en el desarrollo del cultivo, en donde por ser un riego por goteo, el agricultor puede

incrementar o disminuir el régimen y tiempo de riego de acuerdo a las condiciones de los factores climáticos intervinientes. La humedad relativa tiene un comportamiento en ascendencia en un rango de 0.82% en el período de estudio.

El comportamiento de la evapotranspiración del cultivo de ají páprika, mostraría un decrecimiento en un rango de 0.27, el cual es reducido (Figura 62).

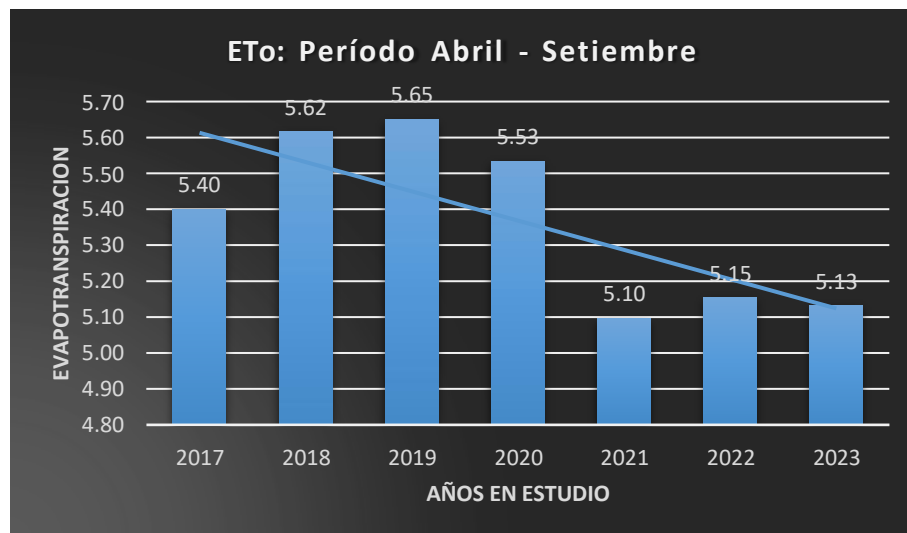


Figura 62. Comparativo ETo abril - setiembre.

En el periodo octubre - marzo, tenemos los parámetros climatológicos promedio por año tenemos (Tabla 17):

Tabla 17.

Parámetros climatológicos medios: octubre – marzo.

AÑO	TMAX	TMIN	RAIN	HR	ET _o
2017	25.46	12.85	0.03	60.33	4.65
2018	25.61	12.91	0.08	61.50	4.62
2019	25.31	14.07	0.37	65.67	4.27
2020	25.47	12.40	0.10	58.05	5.08
2021	25.26	12.61	0.08	61.12	4.86
2022	25.32	12.26	0.05	59.19	5.02

En este periodo que se encuentra en la estación de primavera – verano tenemos que la temperatura máxima promedio decrece en 0.14°C , lo cual es de poca significancia, esto debido a las condiciones de clima presentes (Figura 63).

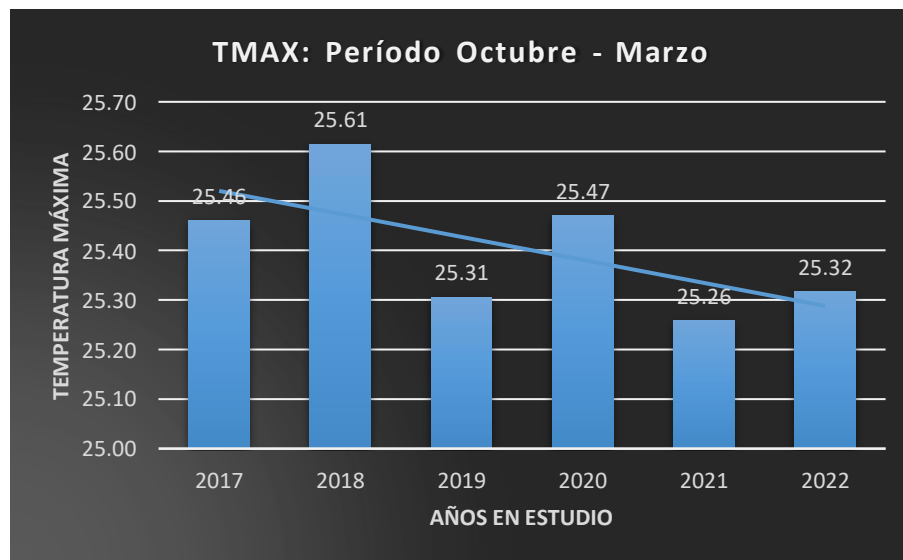


Figura 63. Comparativo T° Max. octubre – marzo.

Respecto a la temperatura mínima promedio, en el comparativo realizado tenemos que la temperatura mínima va decreciendo en un rango de 0.56°C (Figura 64).

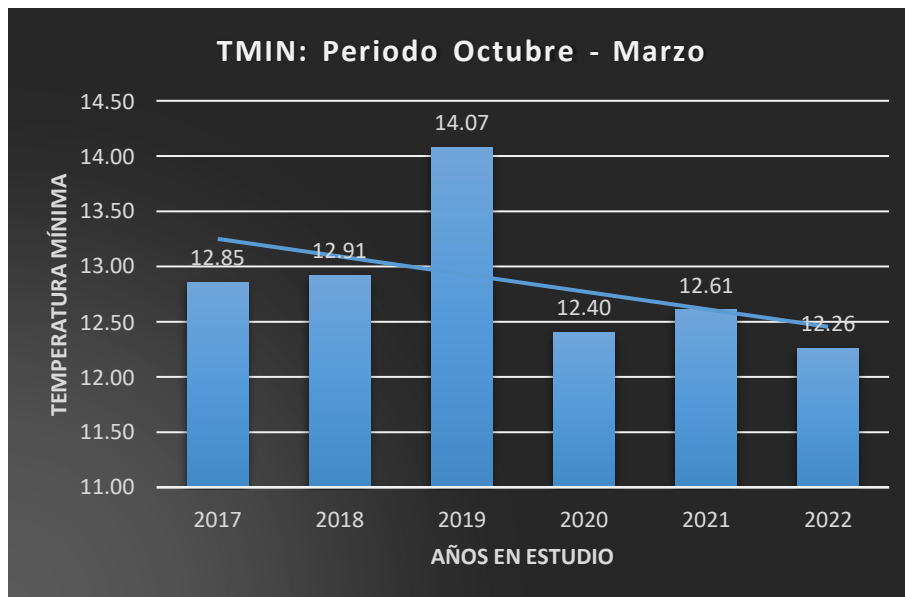


Figura 64. Comparativo T° Min. octubre - marzo.

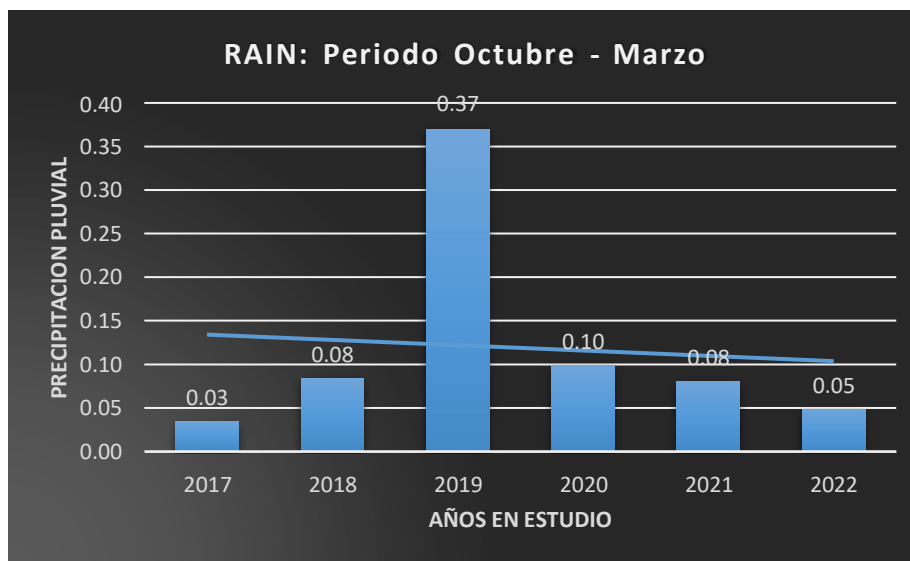


Figura 65. Comparativo Precipitación pluvial. Octubre - marzo.

El comportamiento de las precipitaciones pluviales en este periodo tiene una tendencia a la baja en un rango de 0.03 mm (Figura 65), debido al efecto invernadero y al mayor consumo de agua a nivel mundial, como

podemos ver que se tiene menor cantidad de nevados (reservas de agua), por lo que la carencia de agua a futuro es tangible.

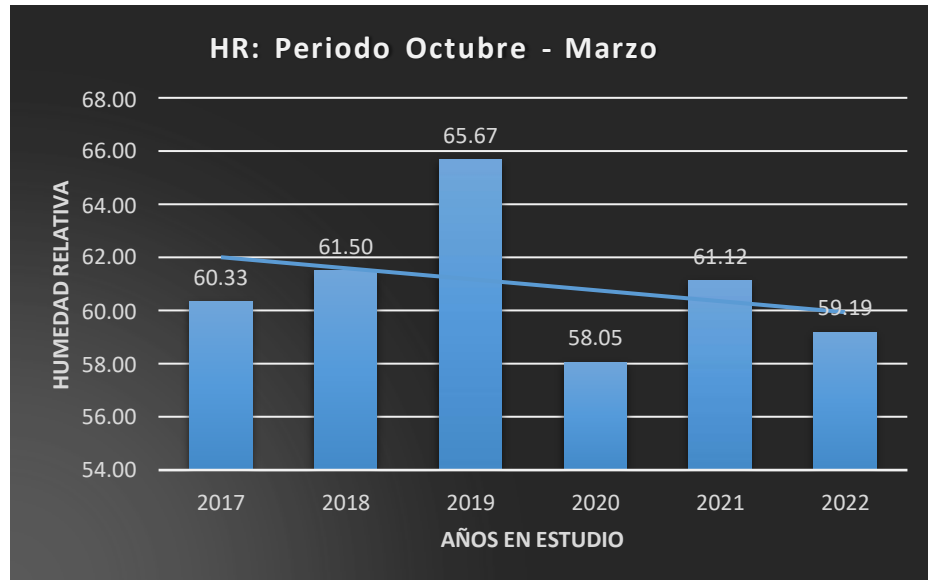


Figura 66. Comparativo Humedad Relativa. Octubre - marzo.

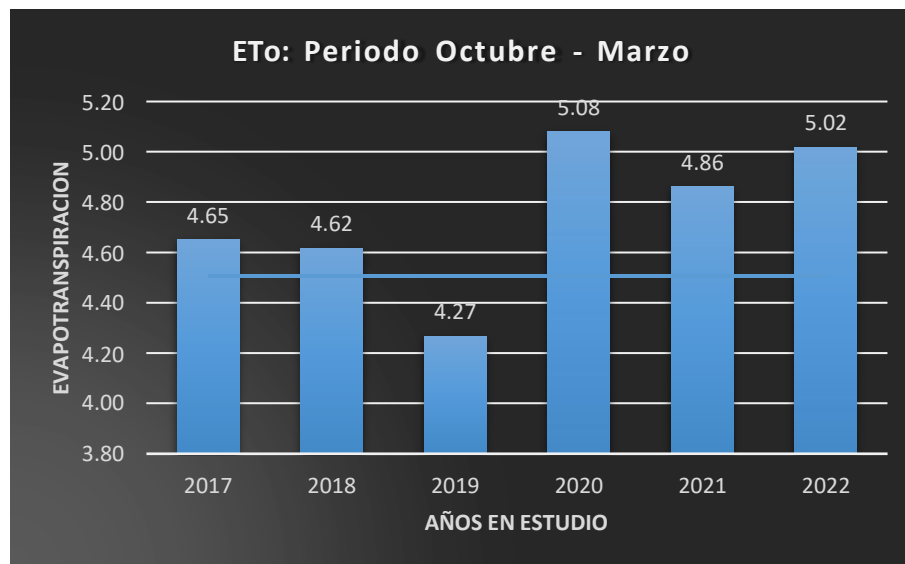


Figura 67. Comparativo Evapotranspiración. Octubre - marzo.

La humedad relativa es menor en el periodo en estudio por la menor incidencia de precipitaciones, temperaturas que mantienen sin decrecer en

demasiá, entre otros factores, siendo un decrecimiento en el rango de 1.2% (Figura 67).

4.5. Medidas de adaptación y mitigación en función de las variantes climáticas

Para poder determinar las medidas de adaptación y mitigación respecto a las variantes del clima en la irrigación Majes, en especial para el cultivo y producción sostenible de ají páprika tomaremos en consideración las condiciones de clima y las labores culturales que se desarrollan respecto a los factores de producción.

Fases de producción del cultivo en estudio

1. Trasplante de plántulas: Medidas de adaptación y mitigación

Respecto al comportamiento de temperaturas y ETo.

El trasplante de plántulas es una etapa de mucho cuidado, ya que depende de que el mayor porcentaje de plántulas trasplantadas pueda prender o iniciar el contacto con el suelo, emitir raíces, adaptarse al nuevo campo de cultivo y extraer los nutrientes necesarios por medio de las raíces y área foliar. Si no se logra el prendimiento de las plántulas, no tendremos plantas que produzcan, por lo que se deberá realizar un replante. Por lo tanto, se consideran las siguientes medidas:

- En caso de temperaturas elevadas durante el día:

- Trasplante de plántulas:

Medidas de adaptación: Realizar el trasplante en horas en donde las temperaturas son las más bajas del día, el cual puede ser en horas de la mañana o en la tarde, en donde la incidencia solar es menor.

Medidas de mitigación: Mantener las plántulas en una zona con cobertura de sombra y con la humedad radicular necesaria con el fin de evitar deshidrataciones o muerte de tejidos vegetales (principalmente radiculares). Luego de realizado el trasplante ejecutar el riego de asiento de las plántulas (primer riego), para afianzar el contacto de la planta con el suelo de cultivo y para evitar espacios vacíos que producen el desecamiento o muerte de la plántula o un prendimiento deficiente.

2. Crecimiento y desarrollo

Respecto al comportamiento de temperaturas y ETo.

En esta etapa se dan los procesos de multiplicación celular y crecimiento de cada una de las mismas. En donde tenemos el crecimiento radicular y la emisión de yemas vegetativas para dar lugar a hojas, elongación de los tallos y crecimiento de ramas.

Por lo tanto, se consideran las siguientes medidas:

- Comportamiento de la temperatura:
 - Crecimiento y desarrollo:

Medidas de adaptación: En caso de temperaturas elevadas, realizar los riegos en horas de la mañana o en la tarde por la razón de que se le garantiza la provisión de agua necesaria a la planta, por dos motivos: La apertura estomática de la planta es reducida por lo que se reduce la transpiración excesiva de la planta (deshidratación) y en segundo lugar porque el suelo absorberá y almacenará la mayor cantidad de agua por temperaturas menores evitando evaporación de la misma.

Reformulación de los niveles de fertilización, en donde en caso de tener riesgos en el desarrollo de la planta por elevación de la temperatura o disminución, incrementar los fertilizantes nitrogenados y fosfóricos para suministrar a la planta un mayor desarrollo radicular y mayor desarrollo de los tejidos vegetales.

El control de plagas, en climas de temperatura alta, se presentan mayor incidencia de insectos voladores y rastreros, por lo que se debe tener presente el tratamiento o aplicación de insecticidas preventivos en las oleadas de calor. La aparición de ácaros (arañita) en las partes aéreas de la planta y gusanos de seda que se comen los brotes vegetativos y florales y reducen severamente la producción de frutos, por lo que es necesario controlar el módulo de riego y la aplicación de insecticidas específicos preventivos y de ser necesario correctivos.

El control de enfermedades, tener en consideración la frecuencia de riego en caso de apalear temperaturas altas, ya que un riego excesivo, hace que el suelo se sobresature de agua y provoque la proliferación de enfermedades de hongos, bacterias y virus a nivel de raíz, lo cual es muy grave, además de aplicar fungicidas y viricidas preventivos y el control de humedad de los suelos.

Medidas de mitigación: Si se presentaran golpes de calor en el día, sería necesario dar un riego de refrescamiento al cultivo para evitar la deshidratación de las plantas. La aplicación de mayores dosis de fertilizantes y hormonas de crecimiento para contrarrestar el posible retraso en el crecimiento y desarrollo ocasionado por los factores de clima.

La presencia de elevados índices de humedad relativa en el ambiente (neblinas o camanchaca), producen la presencia de bacterias, hongos y virus, por lo que en esos casos reducir el riego para contrarrestar el exceso de humedad ambiental y de suelo.

3. Floración

La floración se da por la emisión de yemas foliares previas en la planta, en donde el agricultor pretende tener el mayor número de yemas foliares para obtener el mayor número de frutos por planta, lo que le va a conllevar a una elevada producción.

Medidas de adaptación: En caso de temperaturas elevadas, y un pobre nivel de fertilización y abonamiento, deficiente riego y bajo control de plagas y enfermedades van a provocar el desecamiento o caída de las yemas foliares, por lo que se tiene que considerar que no se debe descuidar los niveles adecuados de fertilización y riego, así como el control preventivo de plagas y enfermedades. Medidas a tomar de acuerdo a las condiciones de temperatura y humedad relativa se presenten de forma anómala o no favorables para el desarrollo del cultivo.

Medidas de mitigación: El incremento de los niveles de potasio para mejorar la emisión de yemas florales y la reducción de fertilizantes nitrogenados. La aplicación de hormonas de crecimiento y multiplicación celular. El uso de control etológico para el control de plagas (trampas pegantes de colores específicos para cada plaga).

4. Fructificación, cuajado y pintado de frutos

Una vez logrado el mayor número de flores por planta con aspectos sanitarios y vigorosos, se debe tener aún mucho más cuidado, porque la flor da la generación de los frutos (ají páprika), los cuales tienen un crecimiento inicial y final, por lo que es muy importante.

Medidas de adaptaci3n y mitigaci3n

Caída de los frutos: La caída de frutos se da por:

Estrés hídrico (poca agua o mucha agua en el riego o humedad relativa elevada), por lo que es importante el manejo del régimen de riego.

Temperaturas elevadas, que descompensan la fisiología de la planta, por lo que es importante que el suelo se encuentre a capacidad de campo, en especial en comportamientos anómalos del clima, a mayores temperaturas se incrementa el nivel de riego a menores temperaturas se reduce el nivel de riego.

Ataque de plagas, producen daños en el fruto haciendo cavidades o introduciendo larvas que se comen los frutos, esto se presenta en las estaciones de primavera y verano con mayor frecuencia, por lo que es necesario contar con un control etológico y ornitológico como medidas de protección al medio ambiente. Las temperaturas elevadas acrecientan la reproducción de aves, insectos, entre otros.

Incidencia de enfermedades

Pudrición de frutos: Causada por la incidencia de enfermedades, por exceso de humedad relativa en el medio ambiente, exceso de agua en el suelo y temperaturas elevadas del medio ambiente. Para esto es necesario utilizar variedades resistentes a enfermedades y el control preventivo de las mismas.

Daños físicos de los frutos: Los daños físicos son referidos a los daños por aves, esto ocurre en los meses de setiembre a marzo, que son los meses de las estaciones de primavera – verano, en donde se da la mayor proliferación de aves

por las condiciones favorables de clima como son temperaturas elevadas y mayor cantidad de horas sol. Por lo que se debe incidir en el control ornitológico.

Poca coloración de frutos: La radiación solar y las horas luz son las que definen la intensidad de color de los frutos (rojo intenso), aporta el incremento de la coloración la fertilización elevada a base de potasio y micronutrientes.

4.6. Discusión de resultados

- Podemos determinar que, de acuerdo a la ubicación geográfica, tenemos que la época de cosecha en el Perú se da en todo el año en las diversas zonas productivas, en comparativo con los demás países productores de ají páprika del hemisferio norte y sur que tienen focalizadas por meses, lo cual nos da una ventaja competitiva de colocar el producto a nivel mundial. Las necesidades de temperatura para una óptima producción se encuentran desde los 13C hasta los 30C como promedio para sus diversas etapas fenológicas, teniendo el área en estudio las condiciones apropiadas ya que presenta un temperatura media anual de 19C, con una temperatura máxima de 30C y una mínima de 12C. Además, se requiere por lo menos diez horas de luz, siendo la zona en estudio de un clima de cielos despejados en la mayoría del año, cumpliendo con el requisito.
- Los niveles y parámetros edafoclimáticos limitantes determinados que reducen el desarrollo y rendimiento de las cosechas del cultivo en estudio no son incidentes, ya que los parámetros de suelo y clima de la zona en estudio no se

encuentran dentro de los parámetros limitantes. Tenemos que las temperaturas ideales para el pintado de frutos (coloración) debe mantenerse entre 15°C y 23°C, en la zona en estudio se tiene una temperatura media anual de 19°C con temperaturas máximas de 24.82°C en el año 2017 y hasta de 25.39 °C en el año 2023, para la época de verano que es donde se da la fase de desarrollo, fructificación y pintado de frutos.

- El comportamiento del clima en la zona en estudio, en el periodo 2017 al 2023 determinado por los programas ETo Calculator que evalúa los parámetros de evapotranspiración del cultivo y el software AquaCrop que hace la modelación del comportamiento del cultivo, fijando dos campañas de producción en el año, siendo la primera de abril a setiembre y la segunda campaña del mes de noviembre al mes de abril. Determinándose los parámetros climatológicos medios de temperaturas máximas y mínimas, precipitaciones pluviales, humedad relativa y evapotranspiración, observándose variantes incrementales poco elevadas.
- Procediendo a la evaluación del comportamiento climático en la producción de ají páprika en el período 2017 – 2023 respecto a la producción de biomasa y rendimiento seco tenemos que al determinar los efectos de la variación del clima en el rendimiento del cultivo de aj páprika respecto al comparativo del comportamiento de cada uno de los parámetros climáticos estudiados en cada periodo y en cada año, se enfatiza que se tiene un incremento de 24.82°C en el

año 2017 hasta 25.39 °C en el año 2023 con un rango incremental de 0.57°C en el lapso de estudio, en cuanto a temperaturas máximas se refiere.

Respecto a las temperaturas mínimas se incrementan de 10.75°C a 12°C. en un lapso de seis años.

En cuanto a la humedad relativa que incide directamente con el desarrollo del cultivo y la aparición y control de enfermedades fungosas, se tiene que se requiere un parámetro de entre 50% a 70% de H.R., en la zona en estudio el porcentaje de humedad relativa tiende a un incremento en un 0.82% en los seis años de estudio. Contemplando Humedad relativa entre 40% y 78%.

La evapotranspiración del cultivo de ají páprika se muestra con tendencia a reducirse en un rango de 0.27, lo cual es de menor significancia.

El incremento de la temperatura y el de la humedad relativa, son componentes propicios para la aparición de enfermedades fúngicas y virsicas, por lo que es necesario realizar prácticas culturales preventivas y correctivas en cuanto al manejo de agua de riego y control químico.

Realizando un análisis sobre los efectos de la variación del clima respecto al rendimiento del cultivo de aj páprika, tenemos que en el periodo de abril a setiembre se tiene que la tendencia de la temperatura máxima es incremental en 0.57°C, del mismo modo las temperaturas mínimas promedio tienden a reducirse en un parámetro de 1.25°C. Para el periodo de octubre a marzo tenemos que la temperatura máxima promedio decrece en 0.14°C que es reducida, en caso de la temperatura media promedio se va reduciendo en 0.56°C. En este periodo se dan las épocas de lluvias se muestra una tendencia de decrecimiento en 0.03 mm

Con el modelado de AquaCrop respecto a la producción tenemos que en el periodo del 2017 -2020, tenemos en la campaña abril - setiembre 2017, se tiene un rendimiento de 7.19 t/ha de masa seca. En la campaña noviembre 2017 abril 2018 se tuvo un rendimiento de 3.851 t/ha., En la campaña abril - setiembre 2018 con un rendimiento de 6.662 t/ha. En la campaña octubre 2018 - marzo 2019 se tiene un rendimiento de 7.627 t/ha. En la campaña abril - setiembre 2019 t/ha. En la campaña octubre 2019 - marzo 2020 se obtuvo un rendimiento de 5.620 t/ha de masa seca. En la campaña abril - setiembre 2020 se obtuvo un rendimiento de 7.005 t/ha. En la campaña octubre 2020 - marzo 2021 tuvo un rendimiento de 7.627 t/ha de masa seca. De acuerdo al pronóstico en el periodo 2021 - 2023, se tiene en la campaña octubre 2021 - marzo 2022 se obtendría un rendimiento de masa seca de 7.612 t/ha. En la campaña abril - setiembre 2022 se tendría un rendimiento de 6.889 t/ha de materia seca. En la campaña octubre 2022 a marzo 2023 se obtendría un rendimiento de 6.882 t/ha de masa seca. En la campaña de abril a setiembre 2023 se obtendría un rendimiento de masa seca de 6.978 t/ha. El rendimiento tiene tendencia de crecimiento a pesar de tener variantes de clima, teniendo una producción media de 6.608 t/ha. Lo que refrenda que las condiciones climáticas de la irrigación Majes son las óptimas para el desarrollo del cultivo en todos los meses del año.

- Se realizaron propuestas con medidas de adaptación y mitigación en el cultivo de exportación en función de las variaciones climáticas, aspectos basados en el Plan Estratégico Sectorial Multianual 2015 - 2021 del MINAGRI en cuanto al manejo del cultivo de ají páprika y refrendadas teniendo en cuenta las doce

tendencias, en especial el cambio climático, mejoras e innovación agraria. Del mismo modo se tomó como fuente de mecanismos de mitigación a lo contemplado en el protocolo de Kioto de la sección 5 y 6, donde consideran acciones estratégicas, las cuales fueron asumidas respecto a las causas y consecuencias del cambio climático de la sección 3.

CONCLUSIONES

Primero. – En la evaluación de los posibles daños que produce la variación del clima en la producción y rendimiento de ají páprika de exportación, se presenta un incremento leve en el periodo de abril a setiembre con una producción promedio de 6.608 t/h, y en el periodo octubre – marzo se tiene un incremento moderado con una producción promedio de 6.537 T.M./H, en donde los cambios climáticos no inciden considerablemente en la producción del cultivo en estudio, donde se tiene niveles incrementales en la temperatura máxima promedio (entre 0.14C a 0.57C, y en cuanto a las temperaturas mínimas promedio tienden a reducirse entre 1.25C a 0.56C. Por lo tanto, podemos decir que las variaciones climáticas favorecen en la producción del mismo, lo cual se sustenta en los niveles de producción sostenidos y de tendencia creciente, obtenidos en el estudio base y de pronóstico del cultivo.

Segundo. – Se identificó los parámetros geográficos de países que producen aj páprika de exportación del hemisferio sur y norte, siendo el Perú el único país que tiene producción permanente. En cuanto a los parámetros productivos, fenológicos y edafoclimáticos óptimos se contemplan los rangos de temperatura mínimo, máximo y óptimo, efectos de la temperatura en la coloración del fruto, siendo el óptimo entre 15C a 23C. Requiere por lo menos diez horas de luz por día. Se determinaron las condiciones de suelo, clima, hidrología y sistema de riego la zona en, así como la información técnica de entidades gubernamentales y privadas, ajustadas a las experiencias propias de la zona en estudio.

Tercero. – Se determinaron los niveles y parámetros edafoclimáticos limitantes que interfieren en un buen cultivo y rendimiento de cosechas. Aspectos como el clima que el cultivo no soporta heladas; parámetros de germinación de semillas en cuanto a temperatura, teniendo problemas de germinación con temperaturas menores a 5°C ni mayores a 30°C. En la etapa de crecimiento y desarrollo requiere bastante luminosidad hasta la etapa de floración y las marcadas diferencias de temperatura entre el día y la noche afectan a la diferenciación floral. Aspectos que influyen en los niveles de producción de t/há.

Cuarto. – Al aplicar el software ETo y Aquacrop, se determinó que el comportamiento del clima en la zona de estudio entre el periodo del 2017-2023 se tiene que la temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa tienden a incrementarse; la precipitación pluvial tiende a reducirse o con ausencia, y la evapotranspiración tiende a reducirse. En el periodo octubre – marzo se tiene que la temperatura máxima, temperatura mínima, precipitación pluvial y humedad relativa tienden a reducirse en sus valores de medición, y la evapotranspiración tiende a incrementarse.

Quinto. – Al evaluar el comportamiento climático en la producción de ají paprika, se tienen que los efectos de la variacion del clima son mayores en el periodo abril - setiembre en el lapso de los anos de 2017 al 2023, se presentan incrementos de temperatura maxima de 24.82°C en el ano 2017 a un pronostico esperado de 25.39°C en el ano 2023, teniendo un incremento de 0.57°C en seis anos. En cuanto a la temperatura mınima, tambien se incrementa en 1.25°C en los seis anos de estudio, de igual modo la H.R. se incrementa

en 0.72% y la evapotranspiración se reduce en 0.27. En el periodo de octubre a marzo la temperatura máxima promedio decrece en 0.14°C y la temperatura mínima promedio decrece en 0.56°C, de igual modo la H.R. decrece en un 1,2%. En cuanto a la producción de rendimiento seco tenemos en el periodo del 2017- al 2023 en la campaña productiva de abril a setiembre se obtiene una producción promedio de 6.608 t/há con una leve tendencia al crecimiento productivo En la campaña de octubre a marzo el incremento de la producción también es moderado, con un promedio de producción de 6.537 t/há. Concluyendo que las condiciones edafoclimáticas presentes y a futuro sostienen la productividad en el cultivo con leves incrementos.

Sexto. – Las medidas de adaptación y mitigación son propuestas dirigidas a realizar actividades agronómicas como el desarrollo de labores agrícolas en el manejo del sistema de riego, la prevención y control de plagas y enfermedades, así como el control ornitológico. Las condiciones climáticas predisponen la aparición e incremento de plagas y enfermedades en el cultivo. Las condiciones de clima son óptimas para el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo, del mismo modo son condiciones óptimas de establecimiento de plagas y enfermedades en el cultivo, por lo que los cambios climáticos fortuitos o de tendencia deben ser atacados con medidas de adaptación de nuevas formas de cultivar y la reducción de los riesgos de reducción de cosecha, con el monitoreo permanente del cultivo y las condiciones del entorno. El control de plagas y enfermedades es un factor de control humano, mas no una condición climática, por lo que las labores culturales y técnicas agropecuarias van a determinar el nivel de incidencia de plagas y enfermedades de acuerdo al incremento de la producción agrícola, donde se guarda relación del nivel incremental de cultivos con el incremento de plagas y enfermedades.

RECOMENDACIONES

Primero. – Se recomienda tomar en consideración las medidas de adaptación y mitigación para tener una producción sostenible del cultivo de ají páprika y realizar un monitoreo y estudio de medidas de control frente a la presencia de neblinas matutinas y vespertinas que afectan e inciden en la proliferación de plagas como el gusano cortador (*Agrotis repleta*), gusano minador de hoja (*Prodenia eridania*) y la mosca del ají (*Lonchaea pendula*), entre otros, y enfermedades virsicas de *Fusarium oxysporum spp.*, *Phytophthora capsici* y *Rhizoctonia solani*;

Segundo. – Los parámetros climáticos estudiados sirven de base para poder identificar e introducir variedades resistentes y adaptadas a las nuevas condiciones de clima en tendencia.

REFERENCIAS

1. Mendelsohn R, Dinar, A. Climate Change and Agriculture: An Economic Analysis of Global Impacts. s.l.: Adaptation and Distributional Effects. Cheltenham: Edward Elgar; 2009.
2. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco]. Análisis de vulnerabilidades frente al cambio climático: En la margen derecha del río Mapacho. [En línea]. Cusco: Unesco. Recuperado el 28/02/2023; 2012.
3. Mendelsohn R, Nordhaus W, Shaw D. The Impact of Global Warming on Agriculture: A Ricardian Analysis. California: The American Economic Review, 84(4), 753-771. 1994; 1994.
4. MINAGRI. El Sector Agrario y El Cambio Climático. Lima, Perú: Recuperado el 12 de diciembre de 2022, de amolina.edu.pe/institutos/ipps/eventos/presentaciones/9AgriculturCambioClimatMINAGRI.pdf. 22 p; 2012.
5. MINAM. Cambio Climático y Desarrollo Sostenible en el Perú. Lima, Perú: PNUD. 31 p.; 2009.
6. Mendelsohn R, Tiwari D. Two Essays On Climate Change and Agriculture: A Developing Country Perspective. Roma, Italia: s.n.; 2009.
7. Magaña A. Evaluación integral de los impactos de la variabilidad y el cambio climático en la agricultura de maíz en el estado de Michoacán. Tijuana, B.C. México: Tesis de maestría CICESE; 2014.
8. Lemos G. El impacto económico de la agricultura y el efecto del cambio climático en el cantón Babahoyo. Ambato, Ecuador: Universidad Autónoma de Los Andes “UNIANDES – BABAHOYO”; 2018.

9. Grados J. Fenómeno El Niño y su impacto en la oferta exportable de uvas frescas(Vitis Vinífera) del sector no tradicional de la región Piura 2016 – 2018. Lima, Perú: Universidad Tecnológica del Perú; 2020.
10. MINAGRI. Análisis de Tendencias que impactan en la Agricultura”. Planeamiento Estratégico Sectorial Multianual 2015-2021. Lima, Perú: Comisión Sectorial de Planeamiento Estratégico del Sector Agricultura y Riego; 2015.
11. Vargas P. El cambio climático y sus efectos en el Perú. Lima, Perú: Banco Central de Reserva del Perú. D.T. N° 2009-14; 2009.
12. Carrasco F. Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de la quinua en el distrito de Juli, periodo 1997 – 2014. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano; 2016.
13. Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Cepal]. Istmo centroamericano: Efectos del cambio climático sobre la agricultura. [En línea]. México: Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Fecha de consulta: 20/02/2022; 2010.
14. Banco Interamericano de Desarrollo y Comisión Económica para América Latina y el Caribe [BID y Cepal]. Lima: La economía del cambio climático en el Perú. Lima: BID y Cepal; 2014.
15. IPCC. 15. Informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático. Informe del Grupo Gubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático; 2007.
16. Patel M. Análisis NASA y NOAA revelan que en 2019 fue el segundo año más cálido registrado. NASA:GOV. U.S.A.: Recuperado el 12/12/2022, de <https://ciencia.nasa.gov/an%C3%A1lisis-de-nasa-y-noaa-revelan-que-2019-fue-el-segundo-a%C3%B1o-m%C3%A1s-c%C3%A1lido-registrado>; 2020.

17. IPCC. Managing the risk of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. Special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. s.l. : WMO, UNEP; 2011.
18. Eakin H, Bausch J, Swenney S. Agrarian winners of neoliberal reform: the maize 'boom' of Sinaloa. México : Journal of agrarian change, vol. 14, núm 1.; 2014.
19. MINAGRI. El Sector Agrario y El Cambio Climático. Lima, Perú: Recuperado el 11/11/2022, de amolina.edu.pe/institutos/ipps/eventos/presentaciones/9AgriculturaCambioClimatMINAGRI.pdf. 22 p; 2012.
20. Seminario B. El Costo Económico del Cambio Climático en la Comunidad Andina. UP. Lima, Perú: SG CAN; 2008.
21. MINAG. Exposición de Manuel Leiva – MINAG sobre los Avances del sector agrícola en la adaptación al cambio climático. Lima, Perú: Taller Nacional de Adaptación al Cambio Climático; 2009.
22. Sánchez L. et al. Elementos para entender el cambio climático y sus impactos. México: s.n.; 2011.
23. Monterroso J. et al. Indicadores de vulnerabilidad y cambio climático en la agricultura de México. México : UNAM; 2012.
24. IPCC. Cambio climático 2013. Bases físicas. Resumen para responsables de políticas. s.l. : Recuperado el 10/21/2022, en https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/docs/WG1AR5_SPM_brochure_es.pdf, diversas fechas de consulta; 2013.
25. Cambio climático 2007. Informe de síntesis. Suecia: OMM. PNUMA; 2007.

26. Nelson, et al. The vulnerability of Australian rural communities to climate variability and change: Part II – Integrating impacts with adaptive capacity, Environmental Science and Policy; 2010.
27. Ellis F. Rural Livelihoods and Diversity in Developing Countries, Oxford, Oxford University Press; 2000.
28. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. ¿Qué es la adaptación al cambio climático? Madrid, España : Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC); 2019.
29. ADEX. Diez principales productos agrícolas de exportación del Perú. Lima, Perú : Rd agrícola. Recuperado el 11/11/2022, de <https://www.redagricola.com/pe/estos-son-los-10-principales-productos-agricolas-de-exportacion-del-peru/>.; 2021.
30. SENASA. Plan de fortalecimiento de la cadena productiva de páprika y capsicum secos. Lima, Perú : s.n.; 2019.
31. Nicho P, Valencia A. Manual Técnico del cultivo de aj  paprika 2009. Arequipa, Perú : INIA. Recuperado el 12/01/2023, de <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/748>; 2009.
32. Maguiña C. La páprika: sus características, consumo, comercialización e impacto en la economía peruana. Lima, Perú: Recuperado el 12/02/2023, de Universidad de San Martín de Porres. <https://>; 2007.
33. INFOAGRO. El cultivo de alcachofa. Lima, Perú : Recuperado el 12/12/2022, de <https://www.infoagro.com/hortalizas/alcachofa.htm>.; 2018.

34. Instituto de Obesidad. Las propiedades de la alcachofa. Lima, Perú: Recuperado el 12/02/2023, de <https://institutodeobesidad.com/2018/10/18/las-propiedades-la-alcachofa/>; 2018.
35. Ojeda W. La simulación del desarrollo de cultivos con el modelo AquaCrop: Conceptos y Métodos. México : Recuperado el 02/11/2022, de <https://www.riego.mx/files/webinars/webinar23.pdf>; 2020.
36. Tacillo E. Metodología de la Investigación Científica. Lima, Perú : Universidad Jaime Bauzate Meza; 2016.
37. Ruiz L. Historia y Evolución del Pensamiento Científico. s.l. : Recuérado el 12/11/2022, de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/historia-pensamientocientifico/historia-pensamiento-cientifico.shtml>, en línea a partir de 28 marzo 2007, primera versión en español e inglés; 2006.
38. Hernández S, Fernández C, Baptista L. Metodología de la Investigación. México: Mc Graw-Hill; 2003.
39. Sampieri R. et al. Metodología de la investigación. México: Ed. McGraw-Hill; 2003.
40. Corvera L. Capsicum: 2020 Las exportaciones crecen en lo que va del año. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura – INIA; 2020.
41. TECHNO SERVE. Visión del Páprika. s.l.: Recuperado el 12/12/2022, de <http://www.tns.org>.; 2004.
42. Nicho P, Valencia A. Manejo Técnico del Cultivo de Ají Páprika. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura - INIA, 2009.
43. Chepote J, Guardia H. Cultivo de Páprika. Lima, Perú: Petosed. JB Ingenieros, 26p.; 2002.

44. Saavedra G. Pimiento y Ají. Carillanca, Chile: INIA, recuperado el 27 de febrero del 2023, de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6818/Capitulo%203.%20Pimiento%20y%20Ajies.pdf?sequence=4&isAllowed=y>; 2020.
45. Álvarez F, Pino M. Aspectos generales del manejo agronómico del pimiento en Chile. En: Pino, M. T. (ed). Pimientos para la industria de alimentos e ingredientes. Arica, Chile: Boletín INIA N°360, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 41-57.; 2018

ANEXOS

a. Resultados ETo Calculator

MONTH	YEAR	TMAX	TMIN	RAIN	HR	ETo
JANU	2017	24.75	15.74	0.68	77.00	3.30
FEBR	2017	25.77	14.94	0.06	74.00	4.00
MARCH	2017	25.62	13.90	0.17	71.00	4.50
APRIL	2017	24.69	12.96	0.00	68.00	4.70
MAY	2017	23.55	11.12	0.00	68.00	4.60
JUNE	2017	24.59	10.17	0.00	57.00	5.40
JULY	2017	25.72	10.61	0.00	47.00	6.10
AUGUST	2017	25.44	8.77	0.00	48.00	6.10
SEPTEM	2017	24.94	10.87	0.00	52.00	5.50
OCTOB	2017	26.06	10.92	0.00	49.00	5.60
NOVEM	2017	25.24	11.32	0.00	51.00	5.00
DECEM	2017	25.10	13.26	0.01	61.00	4.20
JANU	2018	25.55	13.65	0.07	63.00	4.30
FEBR	2018	24.71	13.86	0.11	70.00	4.10
MARCH	2018	26.10	14.12	0.01	68.00	4.70
APRIL	2018	25.38	12.97	0.03	68.00	4.80
MAY	2018	25.14	10.65	0.00	60.00	5.40
JUNE	2018	25.54	11.70	0.00	54.00	5.70
JULY	2018	25.46	11.79	0.00	55.00	5.60
AUGUST	2018	25.91	10.52	0.00	46.00	6.20
SEPTEM	2018	26.09	10.36	0.00	47.00	6.00
OCTOB	2018	25.89	11.93	0.00	47.00	5.60
NOVEM	2018	25.58	11.38	0.00	47.00	5.30
DECEM	2018	25.26	12.81	0.00	56.00	4.60
JANU	2019	25.04	14.65	0.10	69.00	3.80
FEBR	2019	25.56	12.30	0.40	78.00	3.90
MARCH	2019	26.35	14.42	0.00	72.00	4.50
APRIL	2019	24.83	13.04	0.00	69.00	4.70
MAY	2019	24.72	11.26	0.00	61.00	5.20
JUNE	2019	25.22	10.71	0.00	53.00	5.70
JULY	2019	25.08	10.03	0.00	46.00	6.10
AUGUST	2019	26.54	10.72	0.00	40.00	6.60
SEPTEM	2019	25.37	11.58	0.00	52.00	5.60
OCTOB	2019	24.90	11.05	0.00	50.00	5.30
NOVEM	2019	25.17	13.05	0.00	57.00	4.60
DECEM	2019	25.53	13.10	0.00	60.00	4.40
JANU	2020	24.95	15.53	1.55	74.00	3.50
FEBR	2020	25.48	16.07	0.62	77.00	3.70
MARCH	2020	25.80	15.65	0.04	76.00	4.10
APRIL	2020	24.63	13.22	0.00	68.00	4.70
MAY	2020	24.81	11.30	0.00	62.00	5.20
JUNE	2020	24.98	10.81	0.00	53.00	5.70
JULY	2020	25.76	11.74	0.00	45.00	6.20
AUGUST	2020	24.96	11.02	0.00	51.00	5.70
SEPTEM	2020	25.22	10.71	0.00	49.00	5.70
OCTOB	2020	26.06	12.14	0.00	47.00	5.70
NOVEM	2020	25.53	11.18	0.00	52.00	5.00

DECEM	2020	25.18	13.58	0.24	61.00	4.80
JANU	2021	25.33	12.76	0.13	65.29	4.68
FEBR	2021	25.38	12.37	0.13	63.22	5.21
MARCH	2021	25.34	12.38	0.09	59.77	5.09
APRIL	2021	25.17	12.04	0.00	57.42	5.19
MAY	2021	25.25	11.94	0.00	55.62	5.26
JUNE	2021	25.35	12.12	0.00	55.17	5.24
JULY	2021	25.36	12.40	0.00	56.04	5.15
AUGUST	2021	25.40	12.78	0.00	58.03	4.99
SEPTEMBER	2021	25.19	13.04	0.00	60.97	4.74
OCTOBER	2021	25.19	13.16	0.00	61.88	4.67
NOVEMBER	2021	25.26	13.37	0.00	63.14	4.64
DECEM	2021	25.28	13.26	0.33	63.27	4.73
JANU	2022	25.24	12.15	0.07	60.64	4.94
FEBR	2022	25.30	11.93	0.03	59.40	5.06
MARCH	2022	25.27	11.77	0.04	58.37	5.13
APRIL	2022	25.19	11.67	0.00	57.55	5.16
MAY	2022	25.30	11.64	0.00	56.93	5.19
JUNE	2022	25.38	11.73	0.00	56.32	5.21
JULY	2022	25.43	11.88	0.00	56.44	5.19
AUGUST	2022	25.35	11.99	0.00	57.22	5.12
SEPTEMBER	2022	25.41	12.23	0.00	57.93	5.05
OCTOBER	2022	25.42	12.33	0.00	58.36	5.02
NOVEMBER	2022	25.30	12.42	0.00	58.99	4.99
DECEM	2022	25.26	12.49	0.08	59.48	4.99
JANU	2023	25.29	12.28	0.09	60.42	4.95
FEBR	2023	25.33	12.09	0.06	59.37	5.05
MARCH	2023	25.30	11.95	0.06	58.51	5.11
APRIL	2023	25.29	11.86	0.00	57.81	5.14
MAY	2023	25.32	11.82	0.00	57.29	5.16
JUNE	2023	25.42	11.89	0.00	56.77	5.18
JULY	2023	25.46	12.01	0.00	56.86	5.16
AUGUST	2023	25.44	12.10	0.00	57.50	5.10
SEPTEMBER	2023	25.43	12.30	0.00	58.09	5.05
OCTOBER	2023	25.45	12.37	0.00	58.44	5.02
NOVEMBER	2023	25.41	12.45	0.25	58.96	4.99
DECEM	2023	25.42	12.50	0.08	59.37	5.00

b. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Interrogante principal ¿Es posible establecer los efectos que provoca la variación del clima por el efecto invernadero en la producción y rendimiento del cultivo de ají páprika de exportación en la irrigación Majes, Arequipa, 2021?</p> <p>Interrogantes específicas I.E.1 ¿Es posible identificar los parámetros edafoclimáticos requeridos para la buena producción del cultivo de aj páprika de exportación? I.E.2 ¿Es posible determinar los niveles y parámetros edafoclimáticos limitantes que reducen el desarrollo y rendimiento de las cosechas del cultivo en estudio? I.E.3 • ¿Es factible determinar el comportamiento del clima que repercuten en el rendimiento de las cosechas, con el empleo de software Eto y AquaCrop desde el año 2017 y pronosticados al año 2023? I.E.4 • ¿Es posible evaluar el comportamiento climático en la producción de aj páprika en el período 2017 – 2023 respecto a la producción de biomasa y rendimiento seco)? IE5. ¿Qué medidas de adaptación y mitigación se puede proponer en el cultivo de exportación en función de las variaciones climáticas?</p>	<p>Objetivo general Establecer los efectos de la variación del clima por el efecto invernadero en la producción y rendimiento en el cultivo de aj páprika de exportación en la irrigación Majes, Arequipa, 2021.</p> <p>Objetivo específico OE.1. Identificar los parámetros edafoclimáticos requeridos para la óptima producción de cultivos de exportación. OE.2. Determinar los niveles y parámetros edafoclimáticos limitantes que reducen el desarrollo y rendimiento de las cosechas del cultivo en estudio. O.E.3 • • Determinar el comportamiento del clima que repercuten en el rendimiento de las cosechas con el empleo de software Eto y AquaCrop desde el año 2017 y pronosticados al año 2023. O.E.4 • Evaluar el comportamiento climático en la producción de aj páprika en el período 2017 – 2023 respecto a la producción de biomasa y rendimiento seco. O.E.5. Proponer medidas de adaptación y mitigación en el cultivo de exportación en función de las variaciones climáticas.</p>	<p>Hipótesis General Las variaciones climáticas en particular la temperatura, humedad y precipitaciones producirán efectos importantes en la producción y rendimiento del cultivo de aj páprika de exportación en la irrigación Majes, Arequipa, 2021.</p> <p>Hipótesis Específicas HE.1 • Se identifica los parámetros edafoclimáticos requeridos para la buena producción del cultivo de aj páprika de exportación. HE.2 • Si es posible determinar los niveles y parámetros edafoclimáticos limitantes que reducen el desarrollo y rendimiento de las cosechas del cultivo en estudio. HE.3. Se determinan el comportamiento del clima que repercuten en el rendimiento de las cosechas con el empleo de software Eto y AquaCrop desde el año 2017 y pronosticados al año 2023. HE.4. Fue posible evaluar el comportamiento climático en la producción de aj páprika en el período 2017 – 2023 respecto a la producción de biomasa y rendimiento seco. H.E.5. Se realizaron propuestas de medidas de adaptación y mitigación en el cultivo de exportación en función de las variaciones climáticas.</p>	<p>Variable Independiente: Efectos de la variación del clima.</p> <p>Variable Dependiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parámetros edafoclimáticos óptimos. • Parámetros edafoclimáticos limitantes. • Variantes de la producción • Medidas de adaptación y mitigación. 	<p>Nivel comparativo de producción y rendimiento de cultivos de exportación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura máxima, mínima, humedad, precipitaciones mensualizadas. • Consecuencias en el rendimiento de cosecha. • Consecuencias en la fertilización y control fitosanitario. • Consecuencias en labores culturales. Volúmenes de cosechas, variantes de fertilización, sanidad y labores culturales, • Módulo de riego, nivel de fertilización, control fitosanitario y labores agrícolas. 	<p>Tipo de Investigación Aplicada, pretendiendo dar respuesta a un problema real y actual a la zona en estudio.</p> <p>Nivel de investigación Es comparativa porque se quiere determinar el grado de relación que se tiene entre dos o más variables respecto al cambio climático. Se estiman las variables para compararlas con una casusa validada</p> <p>Diseño de investigación Investigación no experimental, no hay manipulación de la variable independiente, Diseño comparativo causal porque comprende la comparación del comportamiento de dos o más procesos, daros, grupo de datos u otros elementos, en el estudio se realiza el comparativo de los parámetros climáticos y productivos. Técnicas Observación directa, el análisis documental, de volúmenes cosechados, control fitosanitario, calendarios, entre otros a empresas exportadoras, centros meteorológicos, y entidades gubernamentales.</p>

