

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE MATEMÁTICA



**“Propuesta de un Modelo Matemático del Comportamiento del
Viento en Función de las horas del día para la Zona Agroindustrial
Cerro Colorado, en La Libertad, entre los años 2014 y 2017”**

TESIS

Para optar el Título Profesional de
LICENCIADO EN MATEMATICAS

AUTORES:

Bach. Mat. Marco Antonio Mendoza Villegas
Bach. Mat. Juan Carlos Becerra Manayay

ASESOR:

Dr. Walter Arriaga Delgado

LAMBAYEQUE – PERU

2024

Fecha de sustentación: 15 de marzo del 2024

TESIS

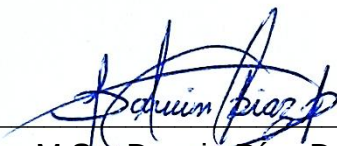
Los firmantes, por la presente certifican que han leído y recomiendan a la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas la aceptación de la tesis titulada **“Propuesta de un modelo matemático del comportamiento del viento en función de las horas del día para la zona agroindustrial Cerro Colorado, en La Libertad, entre los años 2014 y 2017”**, presentada por los bachilleres en matemáticas, Marco Antonio Mendoza Villegas y Juan Carlos Becerra Manayay, en el cumplimiento parcial de los requisitos necesarios para la obtención del título profesional de Licenciado en Matemáticas.

APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:



Dr. William Wilmer Coronado Juárez

Presidente de Jurado de Tesis



M.Sc. Darwin Díaz Delgado

Secretario Jurado de Tesis



M.Sc. Mardo Víctor Gonzales Herrera

Vocal Jurado de Tesis

TESIS

“Propuesta de un modelo matemático del comportamiento
del viento en función de las horas del día para la zona
agroindustrial Cerro Colorado, en La Libertad, entre los
años 2014 y 2017”



Bach. Marco Antonio Mendoza Villegas
Autor



Bach. Juan Carlos Becerra Manayay
Autor



Dr. Walter Arriaga Delgado
Asesor

Lambayeque – Perú

Marzo - 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DECANATO

Ciudad Universitaria - Lambayeque

LICENCIADA - RESOLUCIÓN DEL CONSEJO DIRECTIVO N° 015 - 2023-SUNEDU / CD



0039



ACTA DE SUSTENTACIÓN N° 23.-2024.-D/FACFyM

Siendo las12 HORAS.....del día15 DE MARZO.....del 2024, se reunieron los miembros del jurado evaluador de la Tesis titulada:

"PROPUESTA DE UN MODELO MATEMÁTICO DEL COMPORTAMIENTO DEL VIENTO EN FUNCIÓN DE LAS HORAS DEL DÍA PARA LA ZONA AGROINDUSTRIAL CERRO COLORADO EN LA LIBERTAD ENTRE LOS AÑOS 2014 Y 2017"

Designados por Resolución N°064-2021-VIRTUAL D/FACFyM de fecha 27 DE ENERO 2021... Con la finalidad de evaluar y calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformada por los siguientes docentes:

DR. WILLIAM WILMER CORONADO JUAREZ

Presidente

M. SC. DARWIN DIAZ DELGADO

Secretario

DR. MARIO VICTOR GONZÁLES HERRERA

Vocal

La tesis fue asesorada por (el) (la) DR. WALTER ARRIAGA DELGADO, nombrado por Resolución N°643-2022-VIRTUAL D/FACFyM de fecha 25 DE FEBRERO 2022.

El Acto de Sustentación fue autorizado por Resolución N°244-2024 D/FACFyM de fecha 26 DE FEBRERO DE 2024.

La Tesis fue presentada y sustentada por (el) (los) Bachiller (es): MENDOZA VILLEGAS MARCO ANTONIO y BECERRA MANAYAY JUAN CARLOS y tuvo una duración de50.....minutos.

Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el Calificativo deDIECISEIS..... (16) en la escala vigesimal, mención (.....BUENO.....).

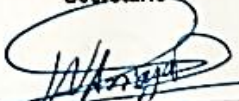
Por lo que queda(n) apto(s) para obtener el Título Profesional deLICENCIADO EN MATEMÁTICA... de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las12 HORAS 50'..... se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto con la firma de los miembros del Jurado.


Dr. William Wilmer Coronado Juárez
Presidente


M. Sc. Darwin Díaz Delgado
Secretario


Dr. Mario Víctor González Herrera
Vocal


Dr. Walter Arriaga Delgado
Asesor

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Dr. Walter Arriaga Delgado, usuario revisor del documento titulado: Propuesta de un Modelo Matemático del comportamiento del viento en función de las horas del día para la zona agroindustrial Cerro Colorado, en la Libertad, entre los años 2014 y 2017.

Cuyos autores son Marco Antonio Mendoza Villegas Identificado con Documento de Identidad 16736706 y Juan Carlos Becerra Manayay Identificado con Documento de Identidad 16787399; declaro que la evaluación realizada por el Programa Informático, ha arrojado un porcentaje de similitud de 13 %, verificable en el Resumen de Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 31 de agosto de 2026



FIRMA

Dr. Walter Arriaga Delgado

16732082



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Carlos Becerra
Título del ejercicio: Informe final 01
Título de la entrega: informe final 19 06 2023
Nombre del archivo: nforme_Tesis_2021_MMendoza_CBecerra_Final_20230319_Co...
Tamaño del archivo: 9.48M
Total páginas: 94
Total de palabras: 15,159
Total de caracteres: 79,592
Fecha de entrega: 19-jun.-2023 11:08p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre... 2119480575




Dr. Walter Arriaga Delgado
Asesor

Informe final

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%	13%	1%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net	2%
	Fuente de Internet	
2	cdn.www.gob.pe	1%
	Fuente de Internet	
3	www.agrolalibertad.gob.pe	1%
	Fuente de Internet	
4	www.coursehero.com	1%
	Fuente de Internet	
5	laura-kari.blogspot.com	1%
	Fuente de Internet	
6	tesis.usat.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
7	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD	1%
	Trabajo del estudiante	
8	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo	1%
	Trabajo del estudiante	



Dr. Walter Arriaga Delgado
Asesor

9	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	bdigital.uexternado.edu.co Fuente de Internet	<1 %
11	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
12	imarpe.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
13	html.rincondelvago.com Fuente de Internet	<1 %
14	livrosdeamor.com.br Fuente de Internet	<1 %
15	Júlia Garcia Borràs. "Estudio hidrotérmico de cubiertas ajardinadas. Análisis y recomendaciones de diseño para una mayor eficiencia energética", Universitat Politècnica de Valencia, 2023 Publicación	<1 %
16	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	repository.unipiloto.edu.co Fuente de Internet	<1 %
18	www.manualslib.com Fuente de Internet	<1 %



Dr. Walter Arriaga Delgado
Asesor

19	natzone.org Fuente de Internet	<1 %
20	gredos.usal.es Fuente de Internet	<1 %
21	journals.ametsoc.org Fuente de Internet	<1 %
22	ddd.uab.cat Fuente de Internet	<1 %
23	www.r-p-r.com Fuente de Internet	<1 %
24	www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
25	archive.org Fuente de Internet	<1 %
26	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	uvadoc.uva.es Fuente de Internet	<1 %
28	www.revespcardiol.org Fuente de Internet	<1 %
29	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
30	JADER RODRIGUEZ CORTINA. "CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA	<1 %



Dr. Walter Arriaga Delgado
Asesor

INTENSIFICACION DEL PROCESO DE SECADO
DE TOMILLO (Thymus Vulgaris L.):
APLICACIÓN DE ULTRASONIDOS DE
POTENCIA Y SECADO INTERMITENTE",
Universitat Politecnica de Valencia, 2013
Publicación

31	ciat-library.ciat.cgiar.org Fuente de Internet	<1 %
32	fr.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
33	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	www.aranzadi-zientziak.org Fuente de Internet	<1 %
35	www.semanticscholar.org Fuente de Internet	<1 %
36	Submitted to Universidad Nacional de Colombia Trabajo del estudiante	<1 %

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 15 words



Dr. Walter Arriaga Delgado
Asesor

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación, producto del esfuerzo y dedicación lo dedico en primera instancia a Dios, que me dio la motivación e inspiración para culminar mi carrera profesional, una de las más hermosas que existe, como es la matemática.

Así mismo dedico esta investigación con mucho cariño a mi madre Rosa Isabel Villegas Rosillo que gracias a su esfuerzo que me ha brindado tengo este logro tan grande, agradezco también a mi familia, mi esposa Carmen que me acompaña en este camino junto a mis hijos Piero Jesús, José Antonio, Abigail Antonieta y Víctor que han estado a mi lado en este trayecto de mi formación profesional.

.

Marco Antonio

Agradezco en primer lugar a Dios por siempre estar a mi lado en cada paso que he dado en la vida, en segundo lugar, a mis padres Elva Manayay Soto y mi padre Juan Becerra Espinoza por encaminarme en el camino de la humildad y del bien, gracias por su ejemplo de perseverancia. Y no puedo dejar de agradecer a mi amada esposa Mercy Guisella Vilcherrez Tapia que con su amor paciencia juntos estamos cumpliendo nuestras metas, por último, a mis hijos Carlos Andree Becerra Vilcherrez y Luanna Valery Becerra Vilcherrez que con el solo hecho de existir han llenado nuestras vidas de felicidad.

.

Juan Carlos

AGRADECIMIENTO

La culminación de esta investigación científica fue una experiencia única, nos permitió trabajar y pensar en conjunto, sobre todo abordando un tema de la vida real, haciendo uso de los modelos matemáticos, experiencia que quedará grabada en nuestras vidas.

En primer lugar, agradecemos a quien en vida fue el profesor Amado Malca Villalobos, quien nos animó a tomar el presente tema de investigación, quien con su motivación y entusiasmo guió parte del desarrollo de los análisis, le quedamos muy agradecidos por siempre.

En segundo lugar, agradecemos a nuestro jurado de tesis por sus valiosas sugerencias, y recomendaciones que contribuyeron a mejorar y enriquecer la interpretación y análisis de los resultados, muy agradecidos a ustedes.

Así mismo, expresamos nuestro agradecimiento al gerente del Fundo El Porvenir, por todo el apoyo y facilidades brindadas, sobre todo por la información de la producción de maracuyá y la información meteorológica registrada en el fundo, la cual fue puesta a disposición de la presente investigación.

Por último, y no menos importante, agradezco a todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a la formación de nuestras vidas profesionales, gracias por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía, todos quedan en nuestros recuerdos, sin importar en donde estén, a todos ustedes les damos las gracias.

ÍNDICE GENERAL

	Páginas
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE GENERAL	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVI
RESUMEN	XVII
ABSTRACT	XIX
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. DISEÑO TEÓRICO	4
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	4
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.3. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	6
1.3.2. <i>Objetivos Específicos.</i>	6
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	8
2.1. ANTECEDENTES.....	8
2.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	12
2.3. INFORMACIÓN TÉCNICA DEL CULTIVO DEL MARACUYÁ.....	13
2.3.1. <i>Cultivo del maracuyá</i>	13
2.3.2. <i>Condiciones agroclimáticas asociada al cultivo de maracuyá</i>	17
2.3.3. <i>Metodología de cultivo de maracuyá</i>	19
2.4. MODELOS MATEMÁTICOS Y PROBABILÍSTICOS	24
2.4.1. <i>Modelos matemáticos</i>	24
2.4.2. <i>Funciones periódicas para modelado de variables cíclicas</i>	25
2.4.3. <i>Modelo probabilístico</i>	27
CAPÍTULO III. MÉTODOS Y MATERIALES.....	30
3.1. METODOLOGÍAS UTILIZADAS	30
3.1.1. <i>Metodología de análisis de información de vientos</i>	30

3.1.2. Metodología de cultivo y producción de maracuyá en Cerro Colorado	31
3.2. MATERIALES UTILIZADOS	36
3.2.1. Información de viento diario.....	36
3.2.2. Información de viento horario	39
3.2.3. Instrumentos de recolección de datos	40
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	42
4.1. ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE MARACUYÁ	42
4.2. ANÁLISIS ESTACIONAL DE LA TEMPERATURA DEL AIRE Y VIENTO	47
4.2.1. Temperatura del aire	47
4.2.2. Velocidad del viento	52
4.3. ANÁLISIS DEL CICLO DIURNO DE LA TEMPERATURA DEL AIRE Y VIENTO	55
4.3.1. Temperatura del aire	55
4.3.2. Viento.....	60
4.4. ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DEL VIENTO EN CERRO COLORADO	49
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y DISCUSIONES	53
5.1. CONCLUSIONES	53
5.2. DISCUSIÓN	54
CAPITULO VI. RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS	57
ANEXOS.....	61
ANEXO 01: MANUAL DE USUARIO E INSTALACIÓN DE ESTACIÓN METEOROLÓGICA	61

Índice de figuras

<i>Figura 1 : Zona de condiciones climáticas aptas para el cultivo del maracuyá</i>	<i>14</i>
<i>Figura 2 : Fenología del maracuyá.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 3 : Etapas del cultivo de maracuyá.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 4 : Ciclo de producción del maracuyá en Cerro Colorado.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 5 : Condiciones climaáticas y fenología del cultivo de maracuyá.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 6 : Esquema de siembra en espalderas verticales.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 7 : Cultivo de maracuyá en Cerro Colorado, La Libertad</i>	<i>20</i>
<i>Figura 8 : Indicadores de producción y rendimiento del maracuyá en el Perú</i>	<i>21</i>
<i>Figura 9: Fruto de maracuyá para cosecha en planta o recojo del suelo</i>	<i>23</i>
<i>Figura 10: Ejemplo del promedio mensual de temperatura máximas para Cape Town</i>	<i>27</i>
<i>Figura 11: Visualización de la densidad de distribución de datos</i>	<i>29</i>
<i>Figura 12: Rosa de viento con 8 sectores</i>	<i>31</i>
<i>Figura 13: Cálculo de la componente del viento</i>	<i>31</i>
<i>Figura 14: Esquema de distribución de los parrales de maracuyá.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 15: Esquema de ubicación de los cultivos de maracuyá.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 16: Acceso a información de temperatura del aire de la base COPERNICUS ..</i>	<i>36</i>
<i>Figura 17: Selección de información de la base COPERNICUS.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 18: Zona de cultivo y registro meteorológico en Cerro Colorado – La Libertad.</i>	<i>39</i>
<i>Figura 19: Izquierda: Componentes de la estación meteorológica instalada, Derecha: zona agrícola donde se encuentra instalada la estación meteorológica.</i>	<i>41</i>
<i>Figura 20: Producción de maracuyá en el fundo El Porvenir Grande, Cerro Colorado (La Libertad) y condiciones ambientales entre los años 2015 - 2018</i>	<i>45</i>
<i>Figura 21: Serie de diaria de temperatura máxima, promedio y mínima entre 1979 a 2020, cerca de Cerro Colorado, Base de datos COPERNICUS</i>	<i>48</i>
<i>Figura 22: Estadística mensual y ajuste a modelo de Suma de Senos de temperatura máxima, promedio y mínima cerca de Cerro Colorado, Base de datos COPERNICUS.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 23: Ajuste de datos de las temperaturas máximas diarias a función suma de senos</i>	<i>50</i>
<i>Figura 24: Ajuste de datos de las temperaturas promedio diarias a función suma de senos</i>	<i>50</i>

<i>Figura 25: Ajuste de datos de las temperaturas mínimas diarias a función suma de senos</i>	<i>51</i>
<i>Figura 26: Serie de diaria de la velocidad del viento entre 1979 a 2020, cerca de Cerro Colorado, Base de datos COPERNICUS</i>	<i>53</i>
<i>Figura 27: Diagrama de cajas de la estadística mensual de la velocidad del viento cerca de Cerro Colorado, Base de datos COPERNICUS</i>	<i>53</i>
<i>Figura 28: Velocidad del viento diaria ajustada a una función de suma de senos</i>	<i>54</i>
<i>Figura 29: Diagrama de cajas de la estadística horaria de la temperatura del aire en la zona cercana de Cerro Colorado, para los meses de enero a junio</i>	<i>56</i>
<i>Figura 30: Diagrama de cajas de la estadística horaria de la temperatura del aire en la zona cercana de Cerro Colorado, para los meses de julio a diciembre</i>	<i>57</i>
<i>Figura 31: Temperatura del aire horaria ajustada a una función de suma de senos</i>	<i>58</i>
<i>Figura 32: Diagrama de cajas de la velocidad del viento horario, para enero a junio</i>	<i>61</i>
<i>Figura 33: Diagrama de cajas de la velocidad del viento horario, para julio a diciembre</i>	<i>62</i>
<i>Figura 34: Velocidad del viento horario ajustada a una sumatoria de senos</i>	<i>63</i>
<i>Figura 35: Velocidad y dirección del viento horario en el fundo El Porvenir Grande, Cerro Colorado – La Libertad, entre enero del 2015 a julio del 2017</i>	<i>49</i>

Índice de tablas

<i>Tabla 1: Producción (en toneladas) nacional de maracuyá por región</i>	21
<i>Tabla 2: Rendimiento de la producción de maracuyá por región</i>	22
<i>Tabla 3: Denominación del viento, sobre una rosa de viento de 8 sectores</i>	30
<i>Tabla 4: Delimitación del área de cultivo de maracuyá</i>	32
<i>Tabla 5: Características de la estación meteorológica</i>	39
<i>Tabla 6: Estructura registrada de la información en estación meteorológica</i>	40
<i>Tabla 7: Registro mensual de la producción de maracuyá, temperatura y viento en el fundo El Porvenir Grande (La libertad), de 2015 a 2018</i>	43
<i>Tabla 8: Temperatura promedio mensual y ajuste a función suma de senos</i>	51
<i>Tabla 9: Velocidad del viento promedio mensual y ajuste a función suma de senos</i>	54
<i>Tabla 10: Coeficiente de temperatura horaria ajustada a una sumatoria de senos</i>	59
<i>Tabla 11: Coeficiente de temperatura del aire horaria ajustada a una sumatoria de senos</i>	64
<i>Tabla 12: Distribución de frecuencia (%) de la velocidad y dirección del viento registrado en Cerro Colorado – La Libertad, entre enero 2015 a julio 2017</i>	50
<i>Tabla 13: Probabilidad de ocurrencia de vientos por mes, en horas de la madrugada y día en la zona cercana de Cerro Colorado, La Libertad</i>	51
<i>Tabla 14: Probabilidad de ocurrencia de vientos por mes, en horas de la tarde en la zona cercana de Cerro Colorado, La Libertad</i>	52

RESUMEN

“Propuesta de un modelo matemático del comportamiento del viento en función de las horas del día para la zona agroindustrial Cerro Colorado, en La Libertad, entre los años 2014 y 2017”

Esta investigación se enfocó en analizar la influencia de variables ambientales en la producción de cultivos de maracuyá, específicamente en la zona denominada Cerro Colorado, en el departamento La Libertad. Se emplearon datos recopilados de una estación meteorológica automática en el fundo El Porvenir Grande, además de información histórica de la base de datos COPENICUS. Entre los principales hallazgos de la investigación destacan:

El efecto de la temperatura del aire en la producción de maracuyá, encontrándose que la variabilidad estacional de la temperatura del aire influye significativamente en la producción de maracuyá. Los meses con temperaturas más cálidas, entre verano y otoño, se asociaron positivamente con una mayor producción de maracuyá. Por el contrario, los meses de invierno, caracterizados por temperaturas más bajas, se vincularon a una disminución en la producción.

El viento, presentó una limitada influencia sobre la productividad de los cultivos de maracuyá, pero se identificó una notable influencia durante las fumigaciones en las áreas circundantes. Los vientos moderados a fuertes pueden transportar sustancias químicas nocivas hacia las parcelas de cultivo de maracuyá, afectando al personal y frutos, lo que implica tomar sería atención a las condiciones de viento para una gestión segura de productos químicos en las actividades agrícolas.

A manera de recomendación para futuras investigaciones, se sugiere ampliar la base de datos de producción de maracuyá, abarcar áreas adicionales de producción en

colaboración con cooperativas agrícolas o empresas agroindustriales. Además, se recomienda incluir más parámetros ambientales, como la precipitación, la humedad relativa y la radiación solar, y extender el período de estudio a diez años o más para identificar tendencias multianuales relacionadas con el cambio climático. Finalmente, se sugiere explorar metodologías avanzadas de análisis de datos, como redes neuronales y machine learning, para una comprensión más profunda de las relaciones existentes entre los parámetros ambientales y la producción de ciertos productos, como el maracuyá.

En conclusión, esta investigación confirma la interacción que existe entre las condiciones ambientales y la producción de maracuyá, proporcionando información esencial para la planificación agrícola.

Palabras clave: modelo matemático, temperatura del aire, velocidad del viento, cultivo de maracuyá,

ABSTRACT

“Proposal of a mathematical model the behavior of the wind as a function of the hours of the day for the Cerro Colorado agro-industrial zone, in La Libertad, between the years 2014 and 2017”

This research aimed to analyze the influence of environmental variables on passion fruit crop production, specifically in the region known as Cerro Colorado, in the La Libertad department. Data were collected from an automatic weather station at the El Porvenir Grande farm, in addition to historical information from the COPERNICUS database. Among the key findings of the research are as follows:

The effect of air temperature on passion fruit production was investigated, and it was found that the seasonal variability of air temperature significantly influences passion fruit production. Months with warmer temperatures, typically during summer and autumn, were positively associated with higher passion fruit yields. In contrast, winter months, characterized by lower temperatures, were linked to a decrease in production.

Wind showed limited influence on passion fruit crop productivity, but a notable impact was identified during pesticide spraying in the surrounding areas. Moderate to strong winds can carry harmful chemicals to passion fruit fields, affecting both personnel and fruits. This underscores the importance of paying serious attention to wind conditions for safe chemical management in agricultural activities.

As a recommendation for future research, expanding the passion fruit production database and including additional production areas in collaboration with agricultural cooperatives or agro-industrial companies is suggested. Furthermore, it is recommended to incorporate more environmental parameters, such as precipitation, relative humidity, and solar radiation, and extend the study period to ten years or more to identify multi-

year trends related to climate change. Finally, exploring advanced data analysis methodologies like neural networks and machine learning is advised for a deeper understanding of the relationships between environmental parameters and the production of specific products, such as passion fruit.

In conclusion, this research confirms the interaction between environmental conditions and passion fruit production, providing essential insights for agricultural planning.

Keywords: mathematical model, air temperature, wind speed, passion fruit cultivation

INTRODUCCIÓN

En Perú, actualmente se vienen desarrollando diversos proyectos de agro-exportación, fomentando de cultivos frutícolas como maracuyá, uvas, arándano, paltas entre otras frutas, en gran número estos proyectos se ubican en la zona costera norte, específicamente en La Libertad y Lambayeque.

Con el fin de apoyar la toma decisiones basada en información sobre los cultivos frutícolas, es que el presente proyecto analiza el comportamiento de las variables ambientales (vientos y temperatura del aire) en el en el fundo El Porvenir Grande, Cerro Colorado, La Libertad, entre los años 2014 y 2017, basándose en el comportamiento en las horas del día y las estaciones del año.

Diversas investigaciones muestran que las funciones trigonométricas, con su naturaleza periódica, se convierten en una herramienta importante para el modelado de variables ambientales con comportamiento cíclico, como es el caso de temperatura del aire, la velocidad del viento, entre otras variables. Esta característica cíclica permite representar patrones repetitivos que se observan en el mundo natural, como la alternancia a nivel de las horas del día o las estaciones del año. Basado en estas metodologías matemáticas, se analiza el comportamiento del viento y de la temperatura ambiental a través de modelos matemáticos en forma de sumatorias senos o cosenos.

La presente investigación analiza la variabilidad estacional y diurna de la temperatura del aire y del viento en la zona agroindustrial Cerro Colorado, en La Libertad, a fin de analizar el comportamiento y su influencia sobre la producción

de los cultivos de maracuyá en el fundo El Porvenir Grande, Cerro Colorado, La Libertad.

El primer capítulo se centra en el diseño teórico de la investigación, incluyendo la problemática, objetivos, hipótesis y justificación. El segundo capítulo aborda el marco teórico, antecedentes y metodología del cultivo de maracuyá, además de modelos matemáticos y métodos probabilísticos. El tercer capítulo presenta datos de producción de los cultivos de maracuyá, la temperatura y el viento registrado en la zona cercana al fundo El Porvenir Grande, Cerro Colorado, La Libertad.

El cuarto capítulo presenta resultados del análisis de la relación entre producción de maracuyá y temperatura del aire, con modelos de ajuste para temperaturas y velocidad del viento en diferentes períodos. También se examinan los resultados desde una perspectiva probabilística, mostrando que, en términos estacionales, las velocidades de viento son menos variables en verano que en invierno. Se observa que los vientos del Sur y Este predominan en la madrugada y primeras horas del día, mientras que en la tarde prevalecen los vientos del Oeste, llegando a un máximo del 29.3%. Además, el análisis señala una mayor probabilidad de vientos intensos durante la tarde, con velocidades superiores a 2.5 m/s y alcanzando hasta 7.0 m/s en invierno.

El quinto capítulo presenta conclusiones y discusiones sobre el análisis de datos históricos de producción de maracuyá, temperatura del aire y velocidad del viento en la zona, considerando el ajuste a modelos matemáticos no lineales tipo sumatoria de senos que representan el comportamiento diario y estacional.

Entre los principales hallazgos de la investigación destaca, el efecto de la temperatura del aire en la producción de maracuyá, encontrándose que la

variabilidad estacional de la temperatura del aire influye significativamente en la producción de maracuyá. Los meses con temperaturas más cálidas, entre verano y otoño, se asociaron positivamente con una mayor producción de maracuyá. Por el contrario, los meses de invierno, caracterizados por temperaturas más bajas, se vincularon a una disminución en la producción.

El viento, presentó una limitada influencia sobre la productividad de los cultivos de maracuyá, pero se identificó una notable influencia durante las fumigaciones en las áreas circundantes. Los vientos moderados a fuertes pueden transportar sustancias químicas nocivas hacia las parcelas de cultivo de maracuyá, afectando al personal y frutos, lo que implica tomar sería atención a las condiciones de viento para una gestión segura de productos químicos en las actividades agrícolas.

En conclusión, esta investigación confirma la interacción que existe entre las condiciones ambientales y la producción de maracuyá en la zona de cerro Colorado, en el departamento de La Libertad, proporcionando información esencial para la planificación agrícola.

CAPÍTULO I. Diseño Teórico

1.1. Descripción del Problema

Actualmente, los departamentos de Lambayeque y La Libertad, vienen registrando un crecimiento sostenido de sus productos de agro-exportación, de los cuales, en promedio, el 32% corresponden a arándanos, 29% a paltas y 13% a espárragos **(INEI, 2022)**. De acuerdo al MINCETUR (2022), entre enero a setiembre del 2022, La Libertad ocupó el primer lugar en exportación de productos agroindustriales, de los cuales el 52% fueron arándanos, por aproximadamente US\$ 427 millones, valor que comprende un crecimiento de 32,7% en comparación a la producción en el mismo periodo del 2021; mientras que Lambayeque ocupó el segundo lugar, con 23% de exportación de arándanos, totalizando US\$ 190 millones, lo cual corresponde a un crecimiento del 35,3% respecto la misma época del año 2021.

Entre las frutas que se cultivan en las costas del departamento La Libertad, tenemos al maracuyá amarillo, cultivo que vienen siendo impulsados por el Programa Nacional de Innovación Agraria del Ministerio de Agricultura, llegando a mejorar su calidad y rendimiento de producción; Recientes estudios del INIA (2022) reportan que la producción de los cultivos de maracuyá en la costa norte del Perú vienen alcanzando entre las 16 a 19 toneladas por hectárea, considerando un peso promedio por frutos de 270 gramos, longitud de 8 a 12 cm, con 230 a 435 semillas, volumen de jugo de 37 a 92 mililitros. Estas características convierten al maracuyá en fruto de buena calidad de pulpa con alto grado de aceptación y demanda por las empresas comercializadoras de néctares.

En La Libertad, los cultivadores de maracuyá emplean fertilizantes para mejorar la calidad y rendimiento de la fruta. Utilizan una mezcla de nutrientes disueltos en agua, aplicada tanto al suelo como alrededor de las plantas. El cultivo a gran

escala brinda oportunidades laborales para personal no especializado en labores como siembra, fertilización, fumigación, poda y cosecha. La dirección y fuerza del viento son crucialmente importantes para prevenir riesgos durante la fertilización y fumigación, y para salvaguardar la floración y polinización. Factores adicionales como temperatura, humedad, radiación solar, riego y exposición solar también impactan en las diferentes etapas del cultivo de maracuyá, (INIA, 2022).

Según el investigador internacional Dr. Jorge Andrés Cock (Agronegocios Colombia, 2023), el viento en la agricultura puede ser beneficioso o perjudicial según su intensidad y dirección. Puede favorecer el transporte de polen, materia orgánica, humedad y masas de aire frío y caliente. Sin embargo, también puede causar daños como la caída de hojas, flores, frutos y ramas, además de propagar plagas y malezas, lo que afecta la eficacia del riego. Esta información permite tomar decisiones más informadas en función de las condiciones climáticas.

Ramírez y Potes (2019) desarrollaron un modelo matemático para predecir el rendimiento de cultivos de maracuyá utilizando variables ambientales como temperatura, humedad, radiación solar y precipitación. Se recopilaron datos durante varias temporadas de cultivo y se aplicaron técnicas de regresión para establecer relaciones entre las variables ambientales y el rendimiento de la fruta. El modelo resultante demostró ser efectivo para predecir el rendimiento con un alto grado de precisión, lo que sugiere que las condiciones ambientales desempeñan un papel fundamental en la productividad de los cultivos de maracuyá.

1.2. Formulación del Problema

¿Cómo se puede desarrollar un modelo matemático que capture las variaciones en el comportamiento del viento a lo largo del día y la época del año, con el

propósito de proporcionar una herramienta efectiva para la toma de decisiones en las diversas etapas y actividades relacionadas con los cultivos de maracuyá en la zona agroindustrial de Cerro Colorado en La Libertad?

1.3. Objetivo de la Investigación

1.3.1. *Objetivo General*

Establecer un modelo matemático que represente la variabilidad diurna estacional del viento en el fundo El Porvenir Grande, Cerro Colorado, La Libertad, entre los años 2014 y 2017.

1.3.2. *Objetivos Específicos.*

- ✓ Solicitar información histórica de viento registrada en la estación meteorológica automática en el fundo El Porvenir Grande, Cerro Colorado, La Libertad, durante el periodo 2014 y 2017.
- ✓ Calcular el ciclo diurno y estacional (verano, otoño, invierno y primavera) de la velocidad del viento en sus componentes de velocidad y dirección.
- ✓ Determinar un modelo matemático que permita representar el comportamiento del viento en función a las horas del día y meses del año.

1.4. Justificación e importancia de la investigación

El viento, dependiendo su intensidad y dirección tiene efectos benéficos o perjudiciales, sobre las actividades agroindustriales, podría ser beneficioso para el transporte del polen, materia orgánica, humedad, masas de aire frío y caliente; mientras que podría ser perjudicial, produciendo caída de hojas, flores, frutos,

ramas, transportando plagas y malezas, llegando a disminuir la eficacia de los riegos por aspersión y de aplicación de agroquímicos y fertilizantes. De lo antes mencionado en la presente investigación nos proponemos.

1.5. Hipótesis de la investigación

Es posible determinar un modelo matemático que represente el comportamiento del viento en función las horas del día y meses del año para la zona agroindustrial Cerro Colorado, en La Libertad, entre los años 2014 y 2017.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Uno de los principales departamentos que contribuyen a la economía de nuestro país, es La Libertad, con un Valor Agregado Bruto nacional, de 4,7%, según INEI (2022). La Libertad se ubica en la tercera posición, con mayores ingresos económicos, luego de Lima (48,1%), Arequipa (6,6%) y Cusco (4,6%). La importancia es mayor en el caso de algunos sectores tales, como el agropecuario y la agroindustria, que tienen una contribución del 11,1%; pesca y acuicultura con 8,9%, telecomunicaciones (4,9%) y manufactura con 4,9 %, entre otros.

En el contexto de Sudamérica, Perú ocupa una posición destacada como el principal país productor de maracuyá, con el propósito de abastecer tanto los mercados locales como internacionales. Según Egoavil Reategui (2021), los datos revelan que la producción de maracuyá en el país alcanzó unas 6160 hectáreas durante el año 2020. Sobresaliendo las regiones de Piura, Lambayeque, La Libertad, Ancash y Lima.

Investigaciones realizadas el año 2018, (Monsalve Dávila, 2019) principalmente a nivel de plan de negocio, llegaron a estimar que los cultivos de maracuyá del tipo morado - pasiflora edulis - en la región Lambayeque, alcanzaron rendimientos promedios de 29 toneladas por hectárea, con pérdida promedio de 3% anual, con un costo total de producción por hectárea de 33,188.41 soles, que se estima recuperable en el primer año del cultivo.

Investigaciones científicas a nivel global han corroborado la significativa influencia de las condiciones climáticas en el desarrollo y rendimiento de las plantas. En este contexto, Muñoz-Ordoñez (2023) llegó a la conclusión de que las fluctuaciones

climáticas, particularmente en precipitación, humedad relativa y radiación solar, tuvieron un impacto notable en la calidad del maracuyá destinado a la exportación en Colombia. Específicamente, durante ciclos más húmedos y marcados por episodios de El Niño, se observó una disminución del 19% en la firmeza del fruto, un 24% en la acidez total de la materia seca y la pulpa, un 8% en los sólidos solubles totales, un 49% en los azúcares individuales, un 63% en los ácidos orgánicos y un 67% en la capacidad antioxidante. Además, estos factores climáticos también impactaron negativamente en los parámetros de producción durante el segundo ciclo. Tales hallazgos resaltan la destacada influencia del clima en los atributos de calidad y rendimiento del maracuyá, lo que a su vez tiene implicaciones directas en la producción y comercialización de este fruto (Muñoz-Ordoñez, Gutiérrez Guzmán, Hernández-Gómez, & Fernández-Trujillo, 2023).

Por otro lado, cada vez se viene haciendo uso de herramientas y metodologías basadas en modelos matemáticos para cuantificar el comportamiento de las condiciones ambientales que rigen el comportamiento de ciertas variables o parámetros ambientales, como la temperatura del aire, las precipitaciones, entre otras en una determinada localidad o región. En las investigaciones destacan:

Chilcón y Suclupe (2015), analizó la fluctuación de los valores promedio, máximos y mínimos de la temperatura del aire, registrados durante el periodo entre 2000 y 2014 en la estación meteorológica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Para este análisis, se aplicaron metodologías que incluyeron algoritmos de ajuste polinomial con distintos grados de aproximación, así como técnicas de interpolación en diferencias finitas. Estas técnicas permitieron reconstruir con precisión las variaciones tanto diarias como anuales en la temperatura del aire en la región de Lambayeque.

Matta (2015), investigó el comportamiento de la temperatura ambiente y precipitación y su influencia en la agricultura en Lambayeque, analizando la producción y el rendimiento de los cultivos de mango, limón, azúcar y arroz respecto a la temperatura y precipitación, para los años entre 1950 y 2013. Los resultados explican que los rendimientos de los cultivos, se ven influenciados por las variables climáticas en un 18% para el mango y el limón, 42% para el azúcar y 30% para el arroz. Los cambios en la temperatura en el cultivo de mango y en el limón y positivo en el cultivo de caña de azúcar y de arroz, llegan a producir efectos negativos. Mientras que los cambios en la precipitación muestran una relación positiva respecto al mango y el arroz y negativa respecto al limón y el azúcar.

Bustamante (2022), investigó los registros de las sequías del río Chancay en Lambayeque, desde la demanda de agua para consumo humano y agrícola, entre los años 1970 a 2013, llegando a estimar la severidad y riesgo de sequías de 1, 2, 3 y 4 años de duración, calculados desde un modelo de serie de tiempo de media móviles de los volúmenes anuales a largo plazo en el río Chancay.

Diversos estudios coinciden en que la matemática es una ciencia base para comprender los problemas del mundo real, que llega a articular horizontal y verticalmente con otras materias, logrando establecer algoritmos y modelos matemáticos aplicados para la solución, que van desde modelos bastante simples como el uso de series polinómicas, exponenciales series de Fourier a suma de funciones seno, estos modelos a su vez sirven de base para proponer algoritmos de modelado mucho más complejos como redes neuronales y minería de datos.

Álvarez y Patagua (2018), así como Blomhoej y Hojgaard (2003), sostienen que para trabajar problemas del mundo real con modelización matemática es

necesario seguir una secuencia que inicia en tomar conocimiento de la realidad y mediante etapas crear un sistema matemático que la represente, a lo que llaman proceso de modelización matemático, que consiste en a) formulación del problema, b) sistematización, c) operacionalización, d) análisis, e) interpretación y f) validación.

Francisco Bethencourt (2017), propuso una metodología basada en datos espaciales para identificar áreas potenciales para el cultivo de mango, guayaba y noni en Tenerife, España, considerando la interacción de datos de altitud y temperatura mínima absoluta diaria, e inclinación del terreno (pendiente). Empleó un modelo matemático para calcular el gradiente térmico altitudinal y generar mapas de isotermas, generados por la metodología de interpolación por kriging en un modelo de elevación digital y mediante análisis multicriterio, considerando la pendiente del terreno.

Azua-Barron, Arteaga-Ramirez, Vásquez-Peña, & Quevedo-Nolasco (2020), utilizaron datos meteorológicos de un invernadero experimental para estimar la evapotranspiración de los cultivos, a través de diversos modelos matemáticos, llegando a encontrar que los modelos basados en radiación, como el modelo modificado de Abtew, definido por una función lineal, $Evap = 0.408 - 0.01786 R_s T_{max}$, donde R_s y T_{max} , corresponden a los valores de radiación solar y temperatura máxima respectivamente, proporcionaron estimaciones de evapotranspiración más precisas que los modelos basados únicamente en temperatura.

Morales-Ruiz & Díaz-López (2020), evaluaron el efecto de la precipitación, temperatura y radiación solar en el rendimiento del maíz en Toluca, México, durante los años 2008, 2009 y 2010. Los autores emplearon modelos experimentales con componentes de azar por año. Los datos de las variables

climáticas las obtuvieron de la estación meteorológica. Los resultados del estudio revelaron que la precipitación fue el factor que más influenció en el modelo de rendimiento del maíz, mientras que la temperatura y la radiación solar no mostraron efectos significativos. La mayor precipitación registrada en 2008 coincidió con el llenado de grano del cultivo, lo que se tradujo en el mayor rendimiento de maíz (1132.6 g m⁻²). En contraste, la menor precipitación en 2009 y 2010 provocó una reducción en el rendimiento del 20.3% y 38.4%, respectivamente, en comparación con 2008.

Lucas Zambrano, Chavarri Párraga, & Duicela Guambi (2021), desarrollaron un modelo matemático de balance hídrico para el cultivo de maíz en el cantón Bolívar, Ecuador, utilizando datos multianuales de la estación meteorológica ESPAM MFL-Calceta Cod. M1230. Relacionando el rendimiento del cultivo y los factores que influyen en el balance hídrico, empleando un enfoque basado en la ecuación de balance de masa para cuantificar las variables relevantes, como la evapotranspiración, la infiltración y el almacenamiento de agua en el suelo.

2.2. Definición de Términos

- ✓ **Anemómetro:** Un dispositivo que cuantifica la velocidad y dirección del viento, expresando la velocidad en m/s, km/h o nudos, mientras que la dirección se mide en grados con respecto al norte geográfico.
- ✓ **Ciclo diurno:** Comportamiento de una determinada variable (como viento, temperatura o humedad) a lo largo de las horas del día. Por lo general, engloba valores promedio para cada hora del día.
- ✓ **Estación meteorológica automática:** Un conjunto de equipos y sensores que recopilan datos sobre varias variables de manera automática y registran mediciones con una frecuencia temporal.

- ✓ **Modelo matemático:** Una formulación matemática que describe una relación, que puede ser tanto lineal como no lineal. También se utiliza para explorar comportamientos de sistemas complejos observables.
- ✓ **Modelización matemática:** Un proceso que abarca a) definir el problema, b) sistematizar, c) operacionalizar, d) analizar, e) interpretar y f) validar, según lo propuesto por Blomhøj & Hojgaard (2003).
- ✓ **Veleta:** Un componente del anemómetro que mide la dirección del viento. Es una pieza móvil diseñada para ofrecer la mínima resistencia al flujo de aire, indicando la dirección con respecto al norte geográfico.
- ✓ **Viento:** El desplazamiento en masa del aire en la atmósfera, resultado de la compensación de diferencias de presión entre dos puntos. El viento se define por su velocidad y su dirección de origen.

2.3. Información Técnica del Cultivo del Maracuyá

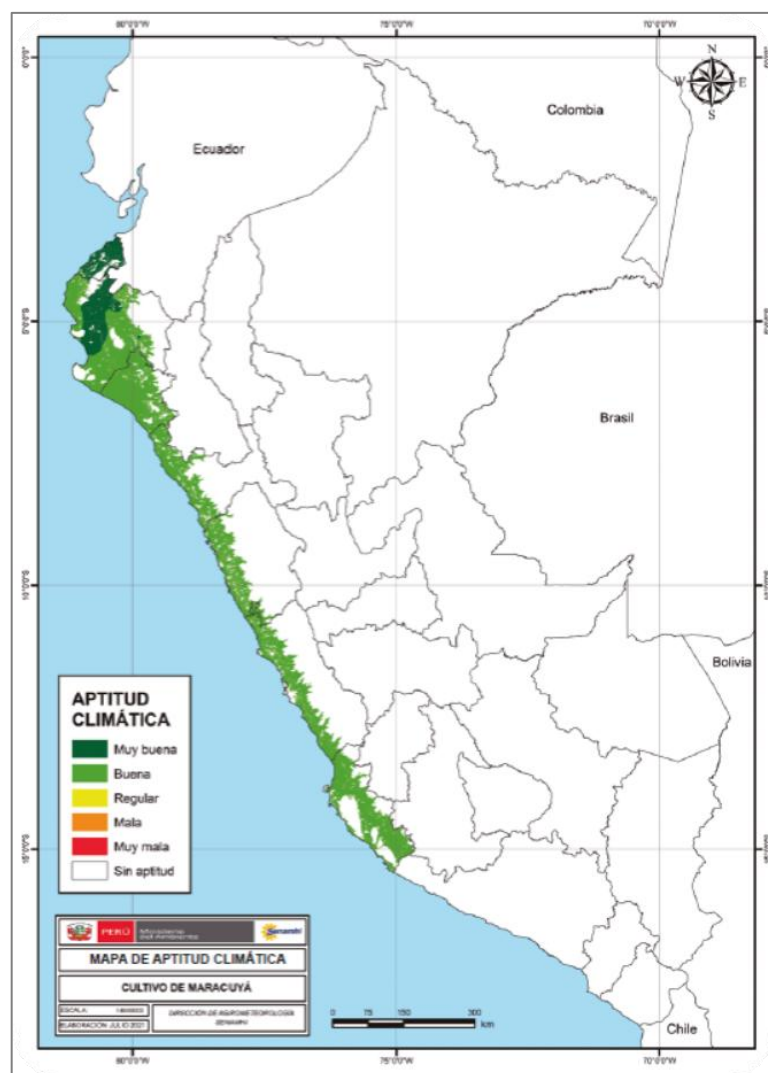
2.3.1. *Cultivo del maracuyá*

El maracuyá (***Passiflora edulis***) es una fruta originaria de regiones cálidas de Sudamérica y Centroamérica, es cultivada principalmente en Brasil, Perú, Colombia, Ecuador, Bolivia, Venezuela, Australia, Nueva Zelanda, Hawái, Sur África, e Israel, (MIDAGRI, 2020). Es un arbusto de especie trepadora, leñosa, perenne y de buena adaptación, que pertenece a la familia de las Pasifloráceas. Sus hojas dentadas alcanzan longitudes de 7 a 20 cm. El maracuyá se multiplica por semillas y por estacas leñosas y se consumen ampliamente en jugos, refrescos y néctares, por ser una excelente fuente de vitamina A y C.

En la Figura 1, se muestra la distribución territorial peruana de siembra de maracuyá, destacando entre ellas la zona norte costera y andina, la producción va desde Tumbes hasta Ica. La Libertad e Ica registran más porcentaje de producción, más área cosecha, mayor producción de jugo y néctar (Amaya Robles, 2009).

En Perú, el maracuyá se adapta y cultiva principalmente en la zona costera central y norte; así como en valles interandinos por debajo de 1 300 metros sobre el nivel del mar (aptitud buena y muy buena), (SENAMHI, 2021).

Figura 1 : Zona de condiciones climáticas aptas para el cultivo del maracuyá



Fuente: (SENAMHI, 2021)

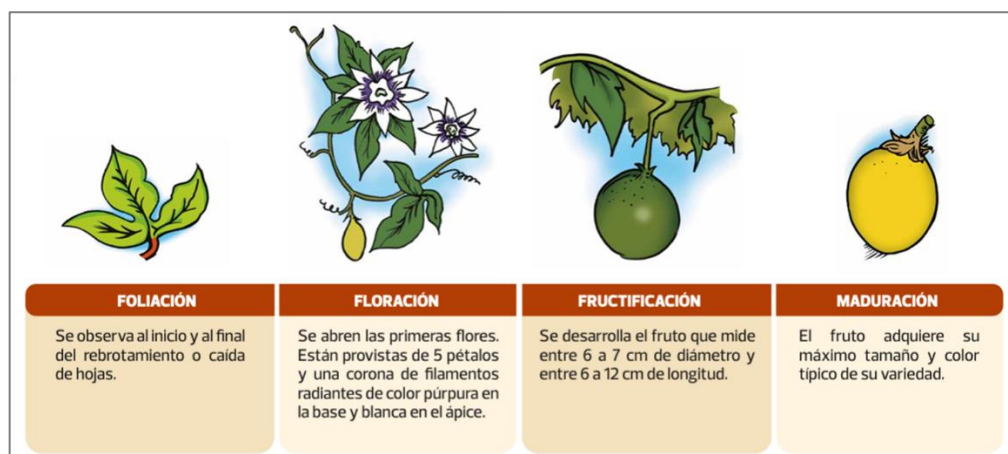
Los procesos fisiológicos más importantes del maracuyá son la floración, la polinización y la fecundación.

La floración, inicia al quinto mes después del trasplante y se repite en forma cíclica durante el tiempo de vida de la planta, las flores del maracuyá, abren únicamente entre las 13:00 y 18:00 horas y cierran durante la noche, (Amaya Robles, 2009).

La polinización, se da en forma cruzada, la transmisión del polen puede realizarse a través del viento, siendo la más eficiente la realizada por insectos que son atraídos por el aroma y néctar. La polinización depende principalmente de los insectos, como la avispa negra (*Polystes* sp.), la abeja carpintera o abejorro (*Xilocopa* sp.) y la abeja melífera o común (*Appis* sp.), (Amaya Robles, 2009).

La fecundación, ocurre después de la polinización (aproximadamente 4 horas).

Figura 2 : Fenología del maracuyá



Fuente: (Yzarra Tito & López Ríos, 2017)

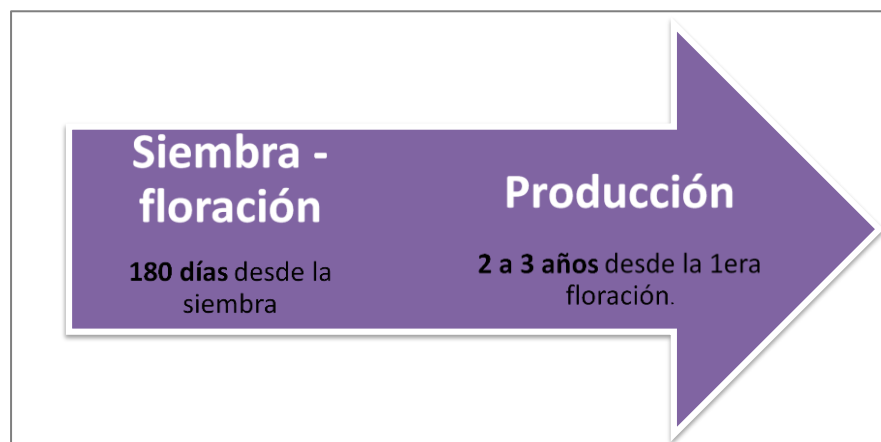
Los cultivos de maracuyá, pasan por cuatro fases (foliación, floración, fructificación y maduración), las cuales se esquematizan en la Figura 2, (Yzarra Tito & López Ríos, 2017). El ciclo de floración – maduración, ocurre en un periodo de 70 a 90 días, dependiendo de las condiciones climáticas. Los frutos de maracuyá alcanzan un tamaño cercano al definitivo, alrededor de los 50 a 60 días después de la floración, dependiendo la variedad del maracuyá y de las condiciones específicas de crecimiento, como el clima, la fertilización y el riego (Amaya Robles, 2009).

El cultivo de maracuyá en condiciones normales se divide en dos etapas: siembra-floración y producción. La etapa de siembra a la floración, transcurre en 180 días (6 meses), mientras que la etapa de producción, ocurre entre 2 a 3, en fases repetitivas de floración, fructificación y maduración, tal como se muestra en la Figura 3.

Los cultivos de maracuyá se realizan en forma semipermanente con ciclos de producción de 2 a 3 años, llegando en algunos casos a alcanzar hasta cinco años de producción, bajo buenas condiciones de cuidado, (Amaya Robles, 2009).

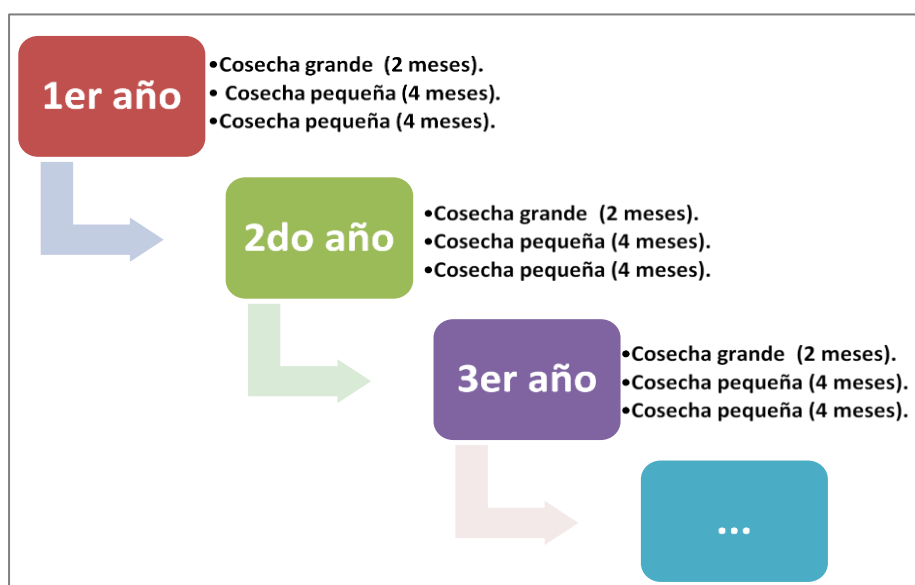
Los cultivos en el fundo El Porvenir Grande, Cerro Colorado, La Libertad, se desarrollan secuencialmente con una cosecha grande (2 meses), seguida de 2 cosechas menores (4 meses), como se ve en la Figura 4.

Figura 3 : Etapas del cultivo de maracuyá



Fuente: Elaboración propia

Figura 4 : Ciclo de producción del maracuyá en Cerro Colorado



Fuente: Elaboración propia

2.3.2. Condiciones agroclimáticas asociada al cultivo de maracuyá

De acuerdo a información técnica de (SENAMHI, 2021) (Amaya Robles, 2009) (Yzarra Tito & López Ríos, 2017) (MIDAGRI, 2020), (Miranda, y otros, 2009), (Herbotecnia, 2020), se conoce que el maracuyá se cultiva sobre determinadas condiciones climáticas, las mismas que se definen y detallan a continuación:

La temperatura, los cultivos de maracuyá tienen un amplio intervalo térmico de adaptación, con temperaturas que varían entre 24° y 28° C. Entre más elevada sea la temperatura, más pronto se llegará a la época de cosecha, pero la calidad puede afectarse produciendo frutos de mal sabor con disminución de peso y retardo en la formación del color amarillo.

La radiación solar, la calidad del fruto está relacionada directamente con la exposición lumínica del área foliar de las plantas. Los frutos expuestos al sol disminuyen su peso, pero a la vez aumentan el porcentaje de jugo, la cantidad

de ácido ascórbico y desarrollan una corteza más delgada. Lo recomendable es cinco horas de luz por día.

La humedad relativa, mientras más elevada sea la humedad relativa del ambiente, se obtendrá maracuyá de mejor calidad, con más peso y volumen de jugo, con buen aroma y sabor. Son perjudiciales ambientes saturados al 100%, porque afectan la transpiración normal de la planta.

La precipitación, los cultivos óptimos se desarrollan bajo precipitaciones de 900 a 2000 milímetros por año, con mínimos de 600 y máximos de 2500 milímetros.

El viento, velocidades de viento mayor a 50 km/hora pueden causar raspaduras en los frutos y la disminución de peso del fruto. Por el viento: las filas o hileras de las plantas de maracuyá deben orientarse en dirección al viento.

El suelo, el maracuyá se adapta a diferentes suelos, que sean profundos y fértiles, sin embargo, los mejores suelos son los sueltos (franco - arenosos), bien drenados, sin problemas de salinidad, con buena capacidad de retención de humedad y pH de 5,5 a 7,0. El suelo puede influir en el tamaño y peso del fruto. Las principales condiciones climáticas que afectan e influyen en los cultivos de maracuyá se resumen y muestran en la Figura 5.

Figura 5 : Condiciones climáticas y fenología del cultivo de maracuyá

Variables meteorológicas	FASES FENOLÓGICAS			
	Follación	Floración	Fructificación	Maduración
Temperatura máxima promedio (°C)/fase fenológica	30	30	30	30
Temperatura mínima promedio (°C)/fase fenológica	20	20	20	20
Temperatura promedio (°C)/fase fenológica	26	26	26	26
Humedad relativa (%)/fase fenológica	60 a 70	61 a 70	62 a 70	63 a 70

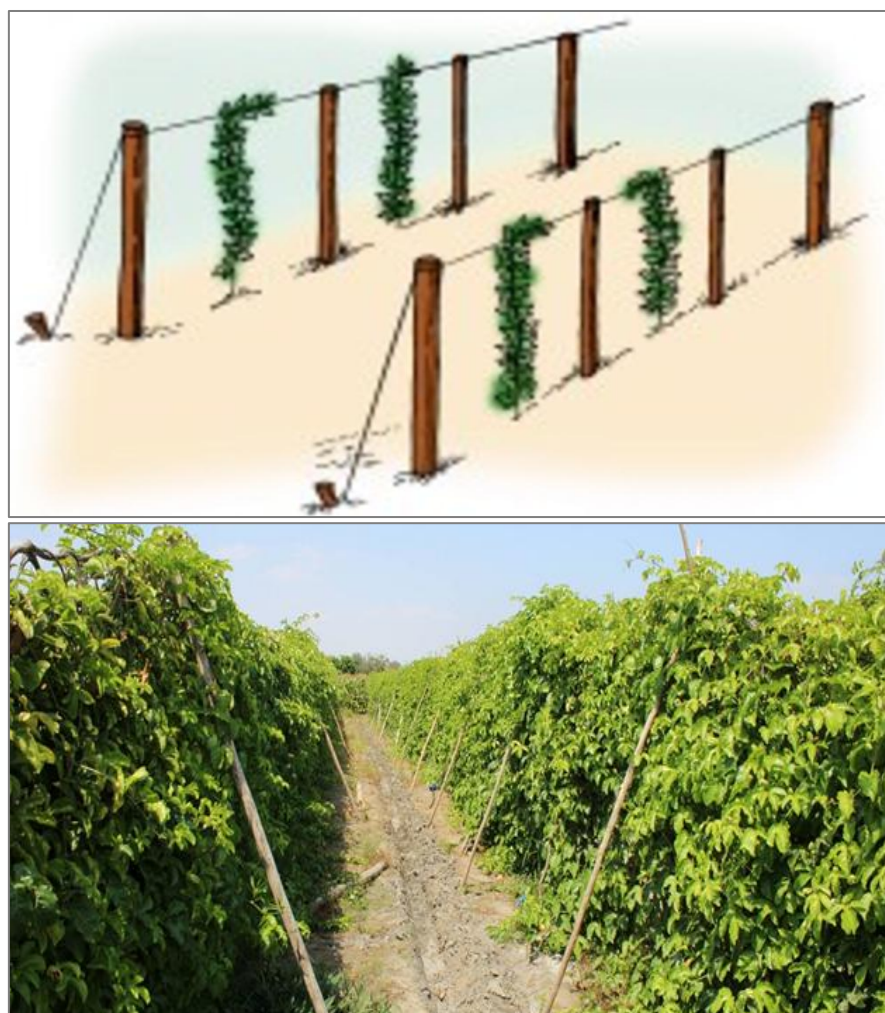
Fuente: Adaptado de (Miranda, y otros, 2009)

2.3.3. Metodología de cultivo de maracuyá

a) Siembra - floración

El maracuyá es una planta trepadora, por lo que necesita una estructura que permita una buena distribución de sus guías. Para el maracuyá amarillo se utilizan espaldera vertical o ramadas; que consiste en colocar hileras de postes verticales de 2.0 m de altura a cada 5 - 7.5 metros, unidos horizontalmente con hilo de alambre galvanizado Nº 12, como se muestra en Figura 6 y Figura 7.

Figura 6 : Esquema de siembra en espalderas verticales



Fuente: (MIDAGRI, 2020)

El sistema de espaldera vertical de alambre es el más usado por ser económico, de fácil manejo y mejor acceso a los frutos. La distancia de separación entre

hileras es de aproximadamente 2.0 metros, tal como se muestra en la Figura 6 y Figura 7. Este sistema de plantación permite mayor densidad de plantas por parrales y permite intercalar cultivos fácilmente cada 3 años, (MIDAGRI, 2020).

Figura 7 : Cultivo de maracuyá en Cerro Colorado, La Libertad



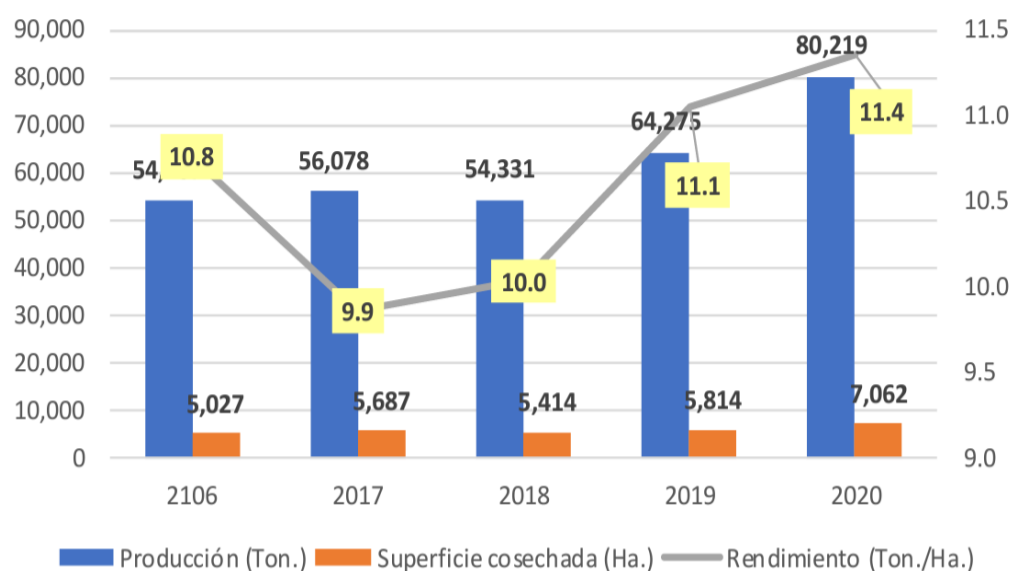
Fuente: fotografía tomada en campo

b) Producción

En el Perú, los cultivos de maracuyá se realizan a través de pequeños y medianos productores, distribuidos principalmente en la zona costera y andina. En los últimos años, la producción nacional de maracuyá logró incrementarse, cultivándose principalmente en La Libertad (22.2%), Ica (14.4%), Piura (11.4%), Junín (11.2%) y Lima (10.6%). Destacando el incremento de los niveles de rendimiento de la producción, pasando de 10.8 toneladas por hectárea en el 2016 a 11.4 toneladas por hectárea en el 2020. Las zonas de mayor rendimiento

son La Libertad, Lambayeque y Lima, como se muestra en la Figura 8, Tabla 1 y Tabla 2, según información distribuida por el Ministerio de Agricultura (2020).

Figura 8 : Indicadores de producción y rendimiento del maracuyá en el Perú



Fuente: obtenido de (MIDAGRI, 2020)

Tabla 1: Producción (en toneladas) nacional de maracuyá por región

Zonas de producción	Producción (t)					CAGR (2016-2020)	% Partic. 2020
	2016	2017	2018	2019	2020		
Total	54,107	56,078	54,331	64,275	80,219	8.2%	
Lima	21,448	29,311	21,491	20,237	35,509	10.6%	44.3%
La Libertad	6,075	8,379	11,225	14,344	16,527	22.2%	20.6%
Lambayeque	11,743	9,023	10,083	12,981	10,135	-2.9%	12.6%
Piura	5,322	2,571	3,786	10,245	9,136	11.4%	11.4%
Ancash	7,101	4,869	5,843	4,534	6,032	-3.2%	7.5%
Junín	899	856	766	1,050	1,526	11.2%	1.9%
Loreto	402	418	414	409	413	0.5%	0.5%
Ucayali	339	358	294	115	409	3.8%	0.5%
Tumbes	365	59	207	134	322	-2.5%	0.4%
Ica	41	54	64	63	80	14.4%	0.1%
Huánuco	254	52	61	64	62	-24.6%	0.1%
Cajamarca	66	63	62	65	57	-2.9%	0.1%
Moquegua	11	11	11	11	11	1.4%	0.0%
Ayacucho	41	54	24	24	1	-52.4%	0.0%

Fuente: obtenido de (MIDAGRI, 2020)

Tabla 2: Rendimiento de la producción de maracuyá por región

Zonas de producción	Rendimiento (Ton./Ha.)				
	2016	2017	2018	2019	2020
Total	10.8	9.9	10.0	11.1	11.4
Lima	14.0	15.6	13.5	14.0	12.7
La Libertad	10.6	11.2	13.9	15.2	13.6
Lambayeque	12.6	8.7	10.4	11.4	13.3
Piura	8.4	3.3	4.6	9.9	9.5
Ancash	7.2	5.5	6.6	5.1	6.8
Junín	8.6	8.1	7.4	6.8	6.8
Loreto	5.2	5.4	5.3	5.2	5.2
Ucayali	3.3	3.4	3.1	1.6	4.4
Tumbes	18.5	4.8	8.5	5.5	0.0
Ica	20.4	4.0	5.5	4.5	5.1
Huánuco	6.3	5.2	6.1	6.4	6.2
Cajamarca	5.1	4.8	5.2	5.4	4.8
Moquegua	5.3	5.4	5.5	5.7	5.7
Ayacucho	5.1	6.8	6.0	4.8	0.0

Fuente: obtenido de (MIDAGRI, 2020)

c) Cosecha

De acuerdo a (MIDAGRI, 2020), los índices de madurez del maracuyá generales son: el fruto debe ser totalmente amarillo, sólidos solubles totales: 13 ° Brix mínimo, color de la pulpa: amarilla - rojiza, sin coloraciones verdes o cafés, sabor y aroma característicos, sin indicios de fermentación. Los requisitos mínimos de calidad que debe reunir el fruto son: presentar forma ovalada, deben estar enteras y sanas, sin quemaduras del sol, libres de humedad externa anormal, sin ningún olor o sabor extraño, con aspecto fresco, consistencia firme, limpias, sin materiales extraños (tierra, polvo, cuerpos extraños, etc.).

De acuerdo a (MIDAGRI, 2020), los agricultores de maracuyá clasifican al fruto en tres categorías.

Categoría extra: debe cumplir los requisitos máximos de calidad y estar exento de todo defecto que demerite la calidad del fruto.

Categoría I: Debe cumplir los requisitos mínimos de calidad, se aceptan ligeros defectos en el color, marca o cicatriz que no afecte la apariencia general, ni su presentación en el empaque.

Categoría II: Comprende los frutos que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero que cumplan los requisitos mínimos de calidad. Se aceptan defectos de color, rugosidad en la cáscara, raspaduras y cicatrices superficiales.

Dependiendo del uso y destino del producto, ya sea para consumir en fresco o para la industrialización, los agricultores optan por la recolección manual para el mercado fresco, con tijeras a la altura del segundo nudo o punto de abscisión (2-3 cm), actividad que realizan en horas frescas, evitando recolectar en tiempo lluviosos, la frecuencia de recolección debe ser diaria y debe realizarse en recipientes de poca profundidad como canastillas plásticas, con un recubrimiento interno de papel, mientras que la recolección de frutos para fines industriales se realiza del suelo para garantizar un grado de madurez máximo, (MIDAGRI, 2020).

Figura 9: Fruto de maracuyá para cosecha en planta o recojo del suelo



Fuente: Fotografías tomadas en campo

2.4. Modelos matemáticos y probabilísticos

2.4.1. Modelos matemáticos

Un modelo matemático es un “esquema teórico numérico de un sistema o una realidad compleja que se elabora para facilitar su comprensión y estudio”. El análisis que se realiza para plantear un modelo matemático es esencial para conocer ampliamente el fenómeno natural y así predecir los efectos del medio ambiente, (Torres, 2015).

Los modelos matemáticos son representaciones de sistemas que utilizan ecuaciones y algoritmos para describir el comportamiento de sus componentes. Se pueden clasificar en modelos cualitativos, que usan descripciones causales y gráficos para predecir tendencias generales, y modelos cuantitativos, que emplean fórmulas y números para representar aspectos específicos del sistema. Algunas formulaciones de modelos matemáticos que se podrían utilizar para representar el comportamiento de variables ambientales, pueden ser expresados en términos de combinaciones lineales (Sabry et al., 2018).

El ajuste de un conjunto de datos a una curva o función conocida se realiza a través de una combinación lineal que se puede expresar de la siguiente forma:

$$g(x) = a_1f_1(x) + a_2f_2(x) + a_3f_3(x) + \cdots + a_Nf_N(x)$$

$$g(x) = \sum_{n=1}^N a_nf_n(x)$$

Donde:

$f_1, f_2, \dots$, son funciones

$a_1, a_2, \dots$, son coeficientes indeterminados

N , es el número total de funciones

La desviación de la curva respecto de cada punto se define como

$$r_i = y_i - \sum_{n=1}^N a_n f_n(x) \quad i = 1, 2, \dots, L$$

$$R = \sum_{i=1}^L \left[y_i - \sum_{n=1}^N a_n f_n(x) \right]^2$$

Donde:

L , es el número total de puntos dados.

r_i , es la desviación respecto al punto indicado

y_i , es el valor promedio

R , es el total de los cuadrados de las desviaciones

Al igualar a cero las derivadas parciales de R respecto a los coeficientes indeterminados, se obtiene

$$\frac{\partial R}{\partial a_n} = 0, \quad n = 1, 2, \dots, N$$

$$\sum_{m=1}^N \left[\sum_{i=1}^L f_m(x_i) f_n(x_i) \right] a_m = \sum_{i=1}^L y_i f_n(x_i) \quad \text{para } n = 1, 2, \dots, N$$

Lo que indica que la expresión tiene N ecuaciones con N incógnitas, sistema que podría resolverse a través del método de eliminación de Gauss.

2.4.2. **Funciones periódicas para modelado de variables cíclicas**

Las funciones trigonométricas, con su naturaleza periódica, se convierten en una herramienta importante para el modelado de variables ambientales con comportamiento cíclico, como es el caso de temperatura del aire, la velocidad del viento, entre otras variables. Esta característica cíclica permite representar patrones repetitivos que se observan en el mundo natural, como la alternancia a nivel de las horas del día o las estaciones del año.

Un ejemplo claro de su aplicación es el modelado de variables que dependen de las estaciones del año. Dado que las estaciones se repiten cada año, al igual que la función seno completa un ciclo cada 2π , podemos utilizar funciones trigonométricas para representar el comportamiento de estas variables a lo largo del tiempo. Por ejemplo, la temperatura promedio mensual en una región específica podría modelarse con una función trigonométrica, capturando así la variación estacional característica de esta variable.

Las curvas trigonométricas, en particular las funciones seno y coseno, son especialmente útiles para modelar datos de temperatura. Su forma sinusoidal permite representar la oscilación cíclica de la temperatura a lo largo del día o del año, capturando tanto los valores máximos como mínimos y su variación temporal.

Diversos autores propusieron modelos basados en funciones periódicas para representar variables ambientales, entre los cuales destacan:

El modelado de la temperatura ambiental en Santiago, Chile, a través de funciones seno y cosenos fue realizado por (Zachary, 2015), llegando a establecer que la temperatura ambiente podría ser representada por la ecuación

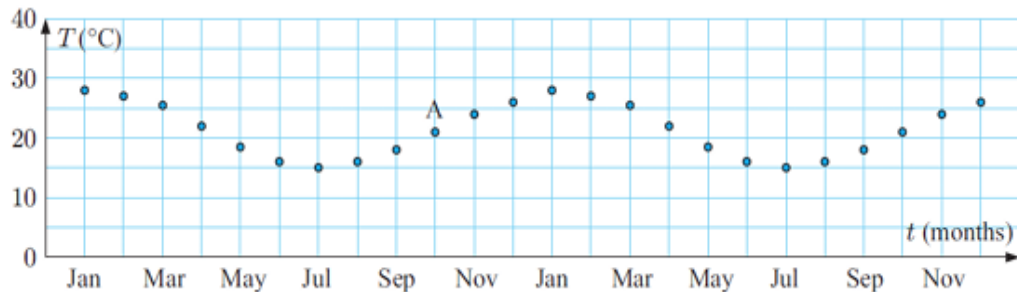
$$T = -20 \coseno\left(\frac{\pi}{6}t\right) + 60$$

Mientras que las temperaturas máximas para Cape Town, *Figura 10*, fueron representadas por (Smith, 2024) las siguientes funciones senos y cosenos:

$$T = 18 \text{ seno}\left(\frac{2\pi}{12}(t - 4)\right) + 75$$

$$T = 18 \coseno\left(\frac{2\pi}{12}(t - 7)\right) + 75$$

Figura 10: Ejemplo del promedio mensual de temperatura máximas para Cape Town



Fuente: (Smith, 2024)

Funciones sinusoidales son propuestas para representar y modelar datos meteorológicos, específicamente utilizan una función de la forma $y = A \cdot \sin(kt + c) + h$, donde t es el tiempo en meses y las variables A , k y c son encontradas para cada localización, (Glencoe, 200, pág. 387).

2.4.3. Modelo probabilístico

La probabilidad es una herramienta matemática, que permite evaluar la posibilidad de que ocurra un evento o situación. Se calcula mediante la fórmula $p = h/n$, donde "p" representa la probabilidad de que ocurra un evento "S" de entre un conjunto de "n" casos posibles igualmente probables, y "h" es el número de veces que dicho evento se considera favorable. Esta fórmula nos permite cuantificar nuestras expectativas sobre la ocurrencia de un evento en relación con todas las posibilidades existentes.

$$p = \text{Prob}\{S\} = \frac{h}{n}$$

La probabilidad es un número (valor) que varía entre 0 y 1. Cuando el evento es imposible se dice que su probabilidad es 0, si el evento es cierto y siempre tiene que ocurrir su probabilidad es 1. La probabilidad de no ocurrencia de un evento está dada por q.

$$q = \text{Prob}\{\text{no } S\} = 1 - \frac{h}{n}$$

Donde:

p, es la probabilidad de que ocurra un evento

q, es la probabilidad de que no ocurra

Entonces $p + q = 1$.

La teoría de probabilidades se rige por las siguientes propiedades:

a) La suma de las probabilidades de un suceso y su contrario vale 1, por tanto, la probabilidad del suceso contrario es:

$$P(\bar{A}) = 1 - P(A)$$

b) Probabilidad del suceso imposible es cero.

$$P(\emptyset) = 0$$

c) La probabilidad de la unión de dos sucesos es la suma de sus probabilidades menos la probabilidad de su intersección.

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$$

d) Si un suceso A está incluido en otro suceso B, entonces la probabilidad de A es menor o igual a la probabilidad de B.

$$A \subset B \Rightarrow P(A) \leq P(B)$$

e) Si $A_1, A_2, \dots, A_k$ son incompatibles dos a dos entonces:

$$P(A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_k) = P(A_1) + P(A_2) + \dots + P(A_k)$$

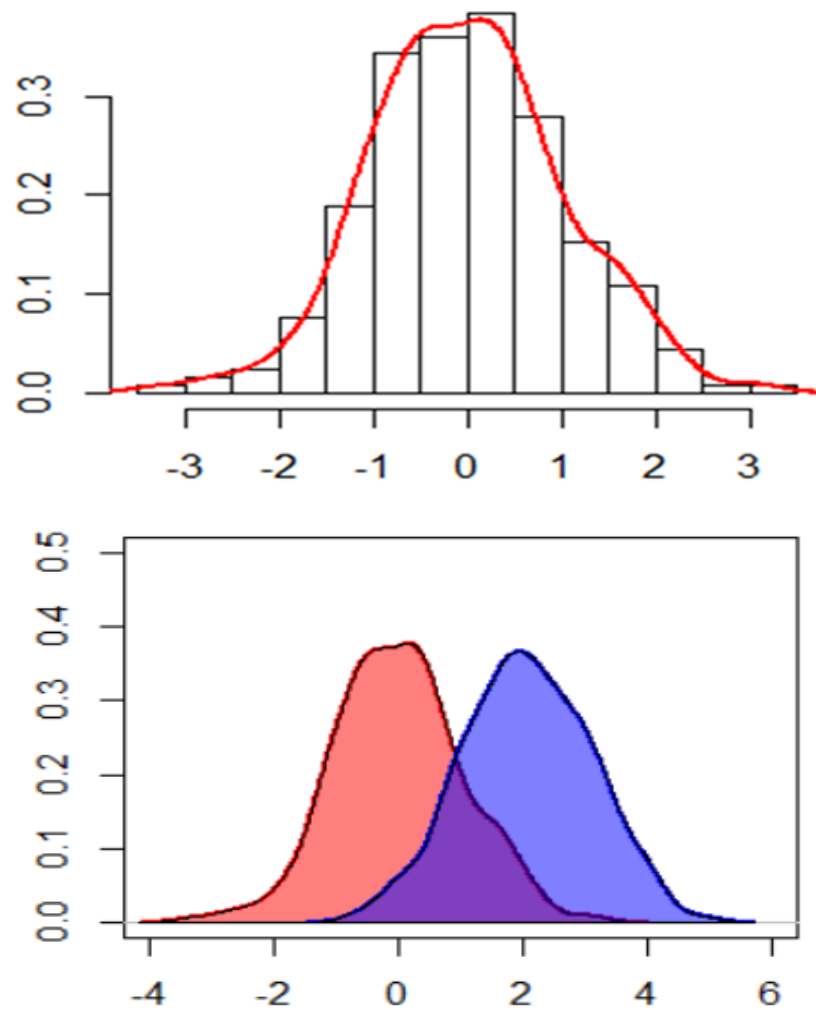
La probabilidad se puede describir mediante una función de densidad, que es especialmente útil cuando se trata de variables aleatorias absolutamente continuas.

Esta función proporciona información sobre la probabilidad asociada a cada posible valor de la variable. En el contexto de variables aleatorias continuas, la distribución de probabilidad se define mediante la integral de la función de densidad, mientras que en el caso de variables aleatorias discretas, se obtiene a través de la suma de

la función de densidad. En ambos casos, estas distribuciones nos permiten comprender y cuantificar las probabilidades asociadas a los distintos valores de la variable aleatoria.

$$f_X(x) = \frac{dF_x(x)}{dx}$$

Figura 11: Visualización de la densidad de distribución de datos



Fuente: (R-coder, 2022)

CAPÍTULO III. MÉTODOS Y MATERIALES

3.1. Metodologías utilizadas

3.1.1. Metodología de análisis de información de vientos

El viento se cuantifica mediante dos variables conocidas como velocidad y dirección. La velocidad del viento expresa la cantidad de aire que se desplaza en una unidad específica de tiempo, y se registra en unidades del Sistema Internacional como metros por segundo (m/s). Por otro lado, la dirección del viento indica el punto cardinal desde el cual proviene el viento, y se mide en grados (°) tomando el norte geográfico como referencia. La dirección del viento se divide en sectores que pueden ser de 4, 8 o 16, cubriendo así diferentes rangos de dirección, en la Figura 12 y Tabla 3 se indican los principales rangos de dirección.

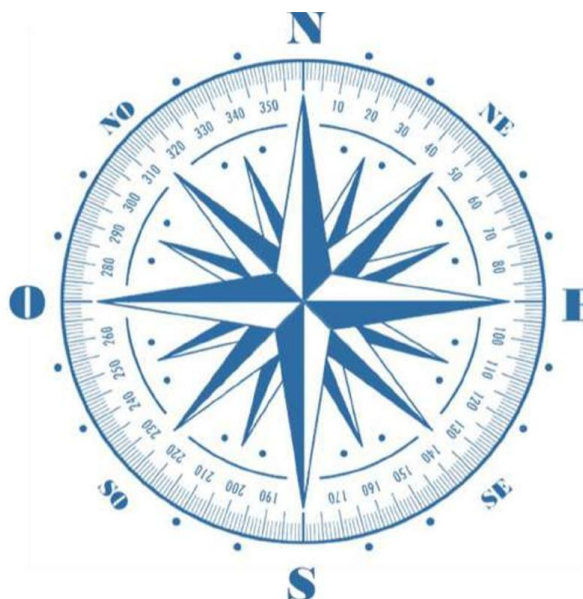
A manera de ejemplo, se describe el **viento del norte**, representado por la letra N, hace referencia al viento que viene del norte, cubre al sector que va de los 337.5° a 22.5° en la rosa de viento. Así mismo, el **viento del noreste**, es representado por la letra NE, se refiere al viento que viene del noreste, ingresa desde el sector que cubre los 22.5° a 67.5° en la rosa de viento, ver Tabla 3.

Tabla 3: Denominación del viento, sobre una rosa de viento de 8 sectores

DENOMINACIÓN DEL VIENTO		RANGO DE DIRECCIÓN
N	Viento del norte	337,5° a 22,5°
NE	Viento del noreste	22,5° a 67,5°
E	Viento del este	67,5° a 112,5°
SE	Viento del sureste	112,5° a 157,5°
S	Viento del sur	157,5° a 202,5°
SO	Viento del suroeste	202,5° a 247,5°
O	Viento del oeste	247,5° a 292,5°
NO	Viento del noroeste	292,5° a 337,5°

Fuente: Adaptado (HIDRONAV, 2021)

Figura 12: Rosa de viento con 8 sectores



Fuente: (HIDRONAV, 2021)

A partir de la información de vientos registrada en la estación meteorológica de la Agroindustria Cerro Colorado, se obtienen series de tiempo horarias y valores promedios de la velocidad y dirección del viento. En el caso de la dirección del viento, es necesario hacer la descomposición de la velocidad del viento en componentes en el eje X y eje Y, de acuerdo a la metodología descrita a continuación:

Figura 13: Cálculo de la componente del viento

Componente zonal y meridional del viento:	Dirección del viento respecto al norte geográfico:
$u = -V \text{seno}(\theta) \quad v = -V \text{coseno}(\theta)$	$D = 90^\circ - \frac{360}{2\pi} \tan^{-1} \left[\frac{v}{u} \right] + \alpha_o$
$\bar{u} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N u_i \quad \bar{v} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i$	$\alpha_o = \begin{cases} 0^\circ & \text{para } u < 0 \\ 180^\circ & \text{para } u \geq 0 \end{cases}$

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Metodología de cultivo y producción de maracuyá en Cerro Colorado

En la presente investigación se analiza la producción de maracuyá en una localización cercana de Cerro Colorado en el departamento La Libertad. El área

de cultivo corresponde al predio denominado “El Porvenir Grande”, que comprende un área de 275 hectáreas, con un perímetro de 13 039 metros lineales, ubicado en la zona cercana a Cerro Colorado, distrito de Pacanga, provincia Chepén, departamento La Libertad. En la Tabla 4 y Figura 15 se describen los linderos colindantes al área de los cultivos de maracuyá, que fueron analizados en la presente investigación.

El predio se encuentra dentro de la jurisdicción de la Junta de Usuarios del distrito de Riego Jequetepeque, y puede ser irrigado a través de las aguas subterráneas que fluyen en el acuífero de la zona. El predio es accesible a la altura del Km. 724 + 000 de la Carretera Panamericana, en dirección Este, ingresando hacia una trocha carrozable, recorriendo aproximadamente a 1,000.00 metros se encuentra el predio “EL PORVENIR GRANDE” y los cultivos de maracuyá.

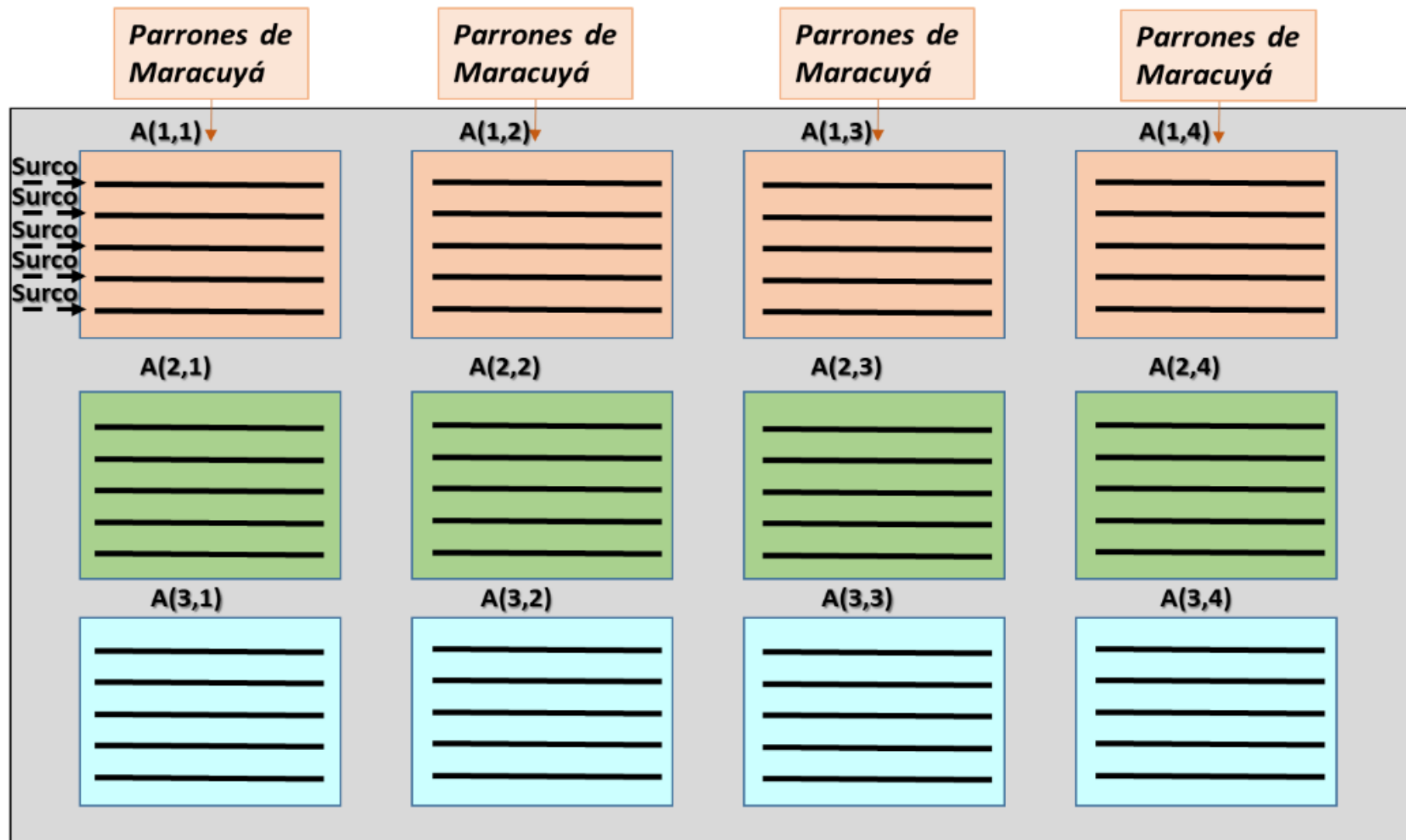
Tabla 4: Delimitación del área de cultivo de maracuyá

	Descripción
Norte	Colinda con Jacinto Gonzales, en línea semi recta, con vértices 18, 19, 20 y 21, con una longitud de 1,547.37 m.l.
Sur	Colinda con carretera interna, Manuel Noriega, Indalecio Llanos Terrones en línea quebrada, con vértices 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7, con una longitud de 1641.53 m.l.
Este	Colinda con Jorge Contreras, Amelia Villalobos, Gregorio Manallale, Canal de riego, en línea quebrada, con vértices 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18, con una longitud de 3,763.70 m.l.
Oeste	Colinda con Cerro Prieto, José Gilberto Abanto, Oscar Rodríguez en línea quebrada, con vértices 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42 y 1, con longitud de 6,087.12 m.l.

Fuente: Elaboración propia

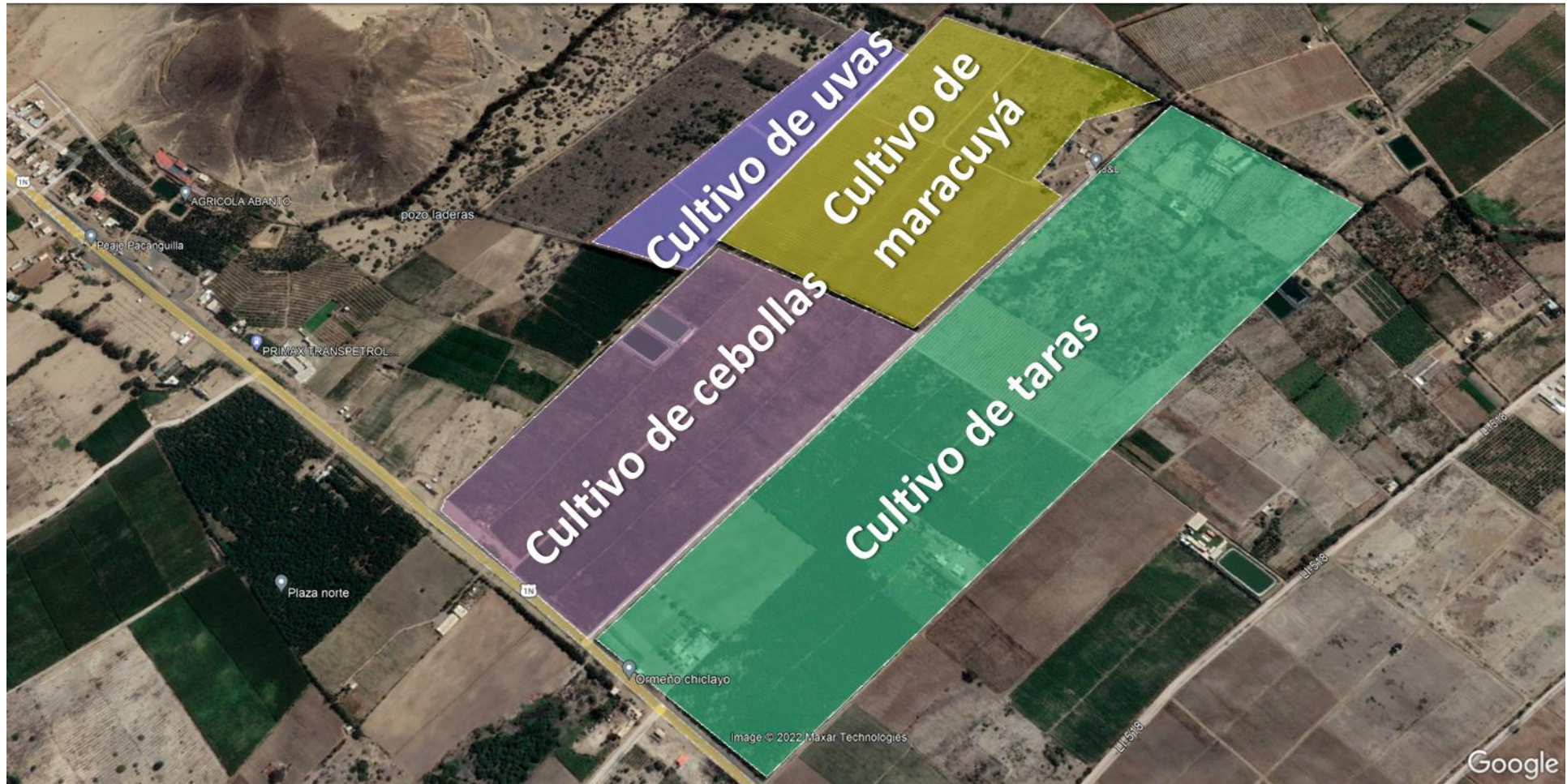
Los cultivos de maracuyá del fundo “El Porvenir Grande” colindan con cultivos de cebollas rojas en la zona delantera hacia la carretera Panamericana y con cultivos de Talla hacia el sureste y cultivos de lentejas hacia el noroeste, como se muestra en la Figura 14, Figura 15.

Figura 14: Esquema de distribución de los parrales de maracuyá



Fuente: Elaboración propia

Figura 15: Esquema de ubicación de los cultivos de maracuyá



Fuente: Elaboración propia

3.2. Materiales utilizados

3.2.1. *Información de viento diario*

Para el análisis del comportamiento estacional y mensual del viento en la zona cercana de Cerro Colorado, La Libertad, se utilizó información horaria de la velocidad y dirección del viento y de la temperatura del aire, de la base de datos COPERNICUS, la cual se encuentra disponible a través del enlace web: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-pressure-levels?tab=overview>, obteniéndose información horaria para la ubicación más cercana, que en este caso corresponde a la localización, 7°S (latitud) y 81°W (longitud), mayor información sobre la base de datos COPERNICUS se sugiere revisar <https://confluence.ecmwf.int/display/CKB/ERA5%3A+data+documentation>.

En la Figura 16 y Figura 17, se muestra el procedimiento a través del cual se obtiene información de temperatura y velocidad de viento, desde la base de datos COPERNICUS, para la zona cercana al área de estudio, cercana de cerro Colorado, para el periodo que inicia en el año 1979, a frecuencia diaria.

Figura 16: Acceso a información de temperatura del aire de la base COPERNICUS

ERA5 hourly data on pressure levels from 1940 to present

To improve our service, we need to hear from you! Please complete this very short survey [↗](#). Thank you.

Overview Download data Quality assessment Documentation

Clear all

Product type

☒ Reanalysis
 ☐ Ensemble members
 ☐ Ensemble mean

☐ Ensemble spread
 Select all Clear all

Variable ?

☐ Divergence
 ☐ Fraction of cloud cover
 ☐ Geopotential

☐ Ozone mass mixing ratio
 ☐ Potential vorticity
 ☐ Relative humidity

☐ Specific cloud ice water content
 ☐ Specific cloud liquid water content
 ☐ Specific humidity

☐ Specific snow water content
 ☒ Temperature
 ☒ U-component of wind

☐ Vorticity (relative)
 ☒ V-component of wind
 ☐ Vertical velocity

Select all Clear all

Contact

[ECMWF Support Portal](#) ↗

Licence

[Licence to use Copernicus Products](#)

Publication date

2018-06-14

Resource updated

2023-03-19

References

[Citation](#)

[Acknowledgement](#)

DOI:
[10.24381/cds.bd0915c6](#) ↗

Fuente: Elaboración propia

Figura 17: Selección de información de la base COPERNICUS

Year

☐ 1940
☐ 1943
☐ 1946
☐ 1949
☐ 1952
☐ 1955
☐ 1958
☐ 1961
☐ 1964
☐ 1967
☐ 1970
☐ 1973
☐ 1976
☒ 1979
☒ 1982
☒ 1985
☒ 1988
☒ 1991
☒ 1994
☒ 1997
☒ 2000
☒ 2003
☒ 2006
☒ 2009
☒ 2012
☒ 2015
☒ 2018
☒ 2021

☐ 1941
☐ 1944
☐ 1947
☐ 1950
☐ 1953
☐ 1956
☐ 1959
☐ 1962
☐ 1965
☐ 1968
☐ 1971
☐ 1974
☐ 1977
☒ 1980
☒ 1983
☒ 1986
☒ 1989
☒ 1992
☒ 1995
☒ 1998
☒ 2001
☒ 2004
☒ 2007
☒ 2010
☒ 2013
☒ 2016
☒ 2019
☒ 2022

☐ 1942
☐ 1945
☐ 1948
☐ 1951
☐ 1954
☐ 1957
☐ 1960
☐ 1963
☐ 1966
☐ 1969
☐ 1972
☐ 1975
☐ 1978
☒ 1981
☒ 1984
☒ 1987
☒ 1990
☒ 1993
☒ 1996
☒ 1999
☒ 2002
☒ 2005
☒ 2008
☒ 2011
☒ 2014
☒ 2017
☒ 2020
☒ 2023

Select all

Clear all

Month

☒ January
☒ April
☒ July
☒ October

☒ February
☒ May
☒ August
☒ November

☒ March
☒ June
☒ September
☒ December

Clear all

Day

☒ 01
☒ 04
☒ 07
☒ 10
☒ 13
☒ 16
☒ 19
☒ 22
☒ 25
☒ 28
☒ 31

☒ 02
☒ 05
☒ 08
☒ 11
☒ 14
☒ 17
☒ 20
☒ 23
☒ 26
☒ 29

☒ 03
☒ 06
☒ 09
☒ 12
☒ 15
☒ 18
☒ 21
☒ 24
☒ 27
☒ 30

Clear all

Time ⓘ

☒ 00:00
☒ 03:00
☒ 06:00
☒ 09:00
☒ 12:00
☒ 15:00
☒ 18:00
☒ 21:00

☒ 01:00
☒ 04:00
☒ 07:00
☒ 10:00
☒ 13:00
☒ 16:00
☒ 19:00
☒ 22:00

☒ 02:00
☒ 05:00
☒ 08:00
☒ 11:00
☒ 14:00
☒ 17:00
☒ 20:00
☒ 23:00

Clear all

Fuente: Elaboración propia

38

3.2.2. Información de viento horario

Como segunda fuente de información se tienen los registros horarios de la velocidad del viento, con su respectiva dirección, recolectados en el fundo. Las características de la estación meteorológica de Cerro Colorado se muestran en la *Tabla 5*.

Figura 18: Zona de cultivo y registro meteorológico en Cerro Colorado – La Libertad



Fuente: Google Earth

Tabla 5: Características de la estación meteorológica

Información	Descripción
Ubicación	Cerro Colorado
Tipo	Estación Meteorológica Automática
Categoría	Registro Automático
Latitud	06° 56' 12.8" S
Longitud	81° 06' 27" W
Marca	Oregon Scientific
Altitud	Aprox. 10 metros
Variables	Temperatura del aire, Velocidad y Dirección del Viento, Presión Atmosférica, Humedad Relativa, Radiación, entre otras variables
Frecuencia	60 minutos

Fuente: Elaboración propia

La información se recolectó en archivos de texto, almacenando la información de los parámetros meteorológicos en formato de columnas, siguiendo el orden que se muestra en la *Tabla 6*. En la sección anexo 01, muestra el manual de usuario y guía de instalación de la estación meteorológica automática de la marca OREGON SCIENTIFIC.

Tabla 6: Estructura registrada de la información en estación meteorológica

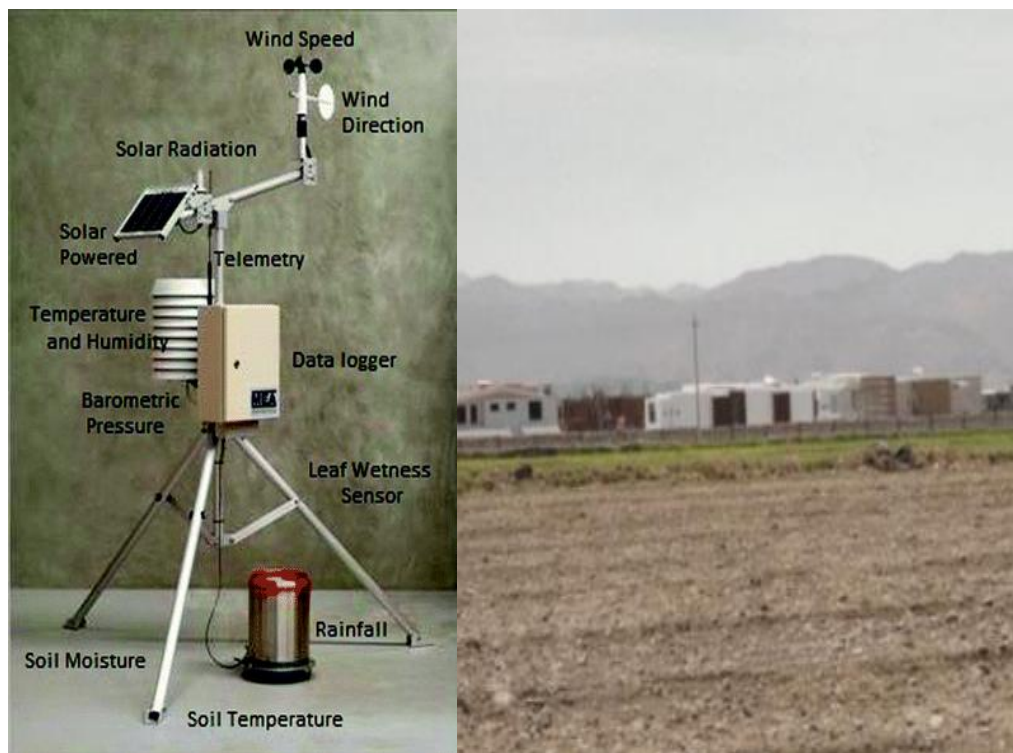
Indices	Campo original	Campo equivalente
1	DATE	Fecha
2	TIME	Tiempo
3	IPRAINFALL	Precipitación
4	IPSPEED	Velocidad del viento
5	IPGUST	Ráfaga de viento
6	IPDIRECTION	Dirección del viento
7	IPAIRTEMP	Temperatura del aire
8	IPHUMIDITY	Humedad relativa
9	IPPRESSURE	Presión atmosférica
10	IPSOLARIMETER	Radiación solar
11	IPSUNSHINE	Brillo solar

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. *Instrumentos de recolección de datos*

La recolección de la información de vientos, se realizó a través de la estación meteorológica automática profesional de ultra precisión, de marca OREGON SCIENTIFIC, modelo WMR300PU, en la Figura 19, se muestra la estación meteorológica automática indicando cada una de las partes que la componen y los sensores de adquisición de información, por otro lado en la Tabla 6 se detallan todos los parámetros meteorológicos que registró la estación. En la sección de Anexo 01, se muestra el manual de usuario e instalación de la estación meteorológica OREGO SCIENTIFIC.

Figura 19: Izquierda: Componentes de la estación meteorológica instalada, Derecha: zona agrícola donde se encuentra instalada la estación meteorológica.



Fuente: Imágenes tomadas por los autores del informe

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de la producción de maracuyá

La Tabla 7 muestra la producción mensual de maracuyá en el fundo El Porvenir Grande, Cerro Colorado (La Libertad), entre 2015 y 2018, junto con los promedios mensuales de temperatura y velocidad del viento en la zona circundante. Se observa que la cosecha de maracuyá aumentó durante los meses de verano y otoño, de los años 2017 y 2018, mientras que durante septiembre a noviembre se registraron cosechas más bajas en todos los años analizados (2015, 2016 y 2017).

En 2015, la cosecha de maracuyá fue menor debido a que el cultivo estaba en su fase inicial, con la habilitación de nuevos parrones, En la Figura 6 se muestra que los mayores volúmenes de cosecha de maracuyá se registraron en diciembre de 2016 y abril de 2018, con 70 toneladas con 374 kilos y 72 toneladas con 918 kilos de maracuyá cosechada, respectivamente. Además, se observa que durante los meses de verano del 2018, se cosechó más maracuyá que en años anteriores.

La cantidad de maracuyá cosechada en el fundo El Porvenir Grande muestra una relación directa con la temperatura del aire a lo largo del año. Según la literatura especializada, temperaturas promedio entre 24°C y 28°C son ideales para obtener cultivos de maracuyá de alta calidad y rendimiento, condiciones que generalmente se cumplen entre enero y abril de cada año.

En la zona cercana al fundo El Porvenir Grande, la velocidad del viento varía a lo largo del año. Durante los meses de junio a noviembre, se registra una mayor

velocidad, que oscila entre 2.5 y 3.1 m/s. En contraste, durante los meses de diciembre a abril, las velocidades son menores, siendo inferiores a 2.5 m/s.

Los periodos con velocidades de viento más altas pueden facilitar el transporte de sustancias tóxicas, resultantes de actividades de fumigación en cultivos cercanos, lo que representa un riesgo para la seguridad del personal agrícola y puede dificultar la cosecha de maracuyá. Además, vientos fuertes pueden provocar la caída de flores de maracuyá, afectando la cantidad de frutos disponibles en la cosecha. Por otro lado, los vientos débiles limitan el transporte de sustancias tóxicas entre áreas cercanas y causan una menor caída de frutos en flor.

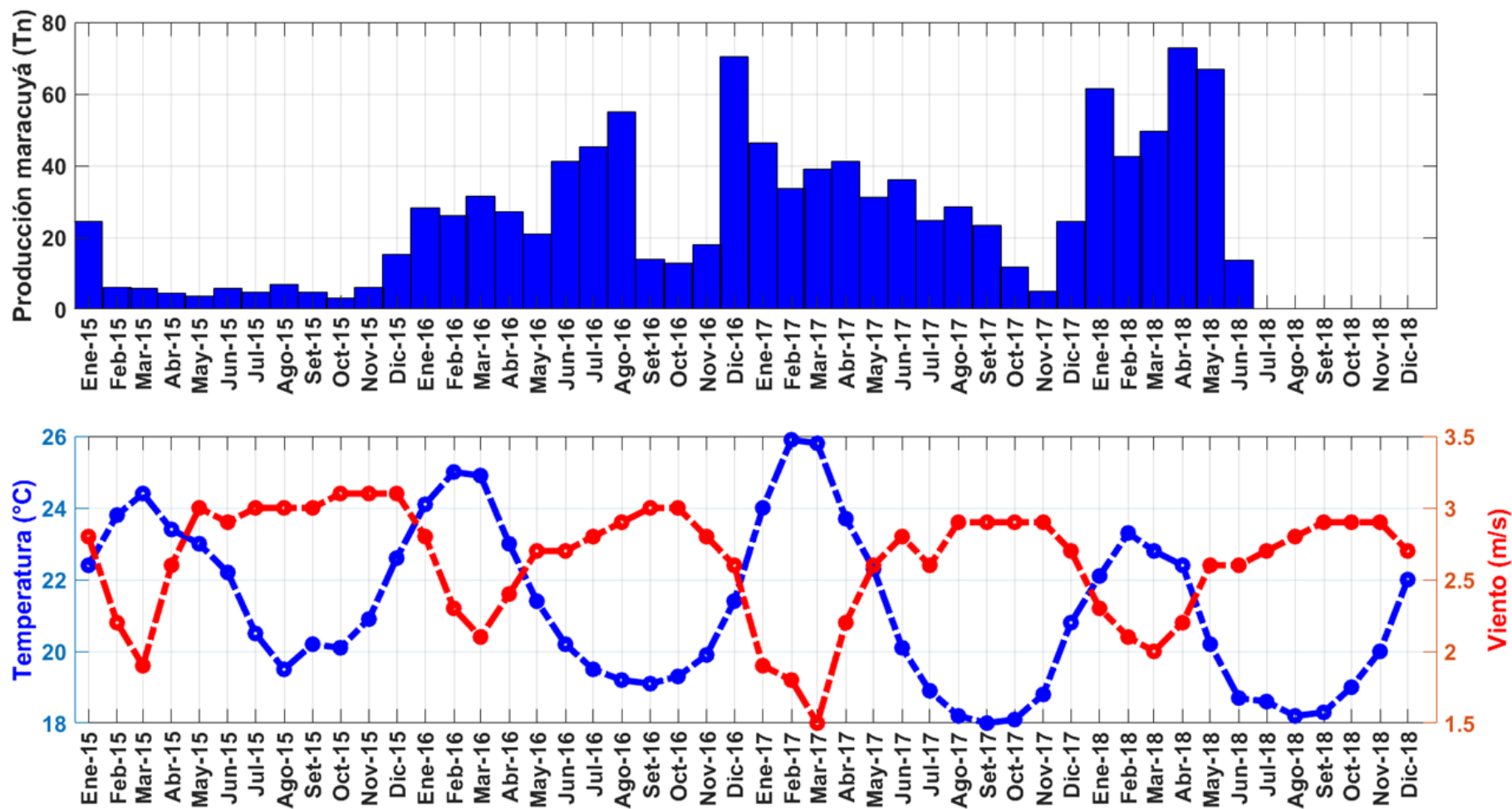
Tabla 7: Registro mensual de la producción de maracuyá, temperatura y viento en el fundo El Porvenir Grande (La libertad), de 2015 a 2018

Mes - Año	Producción (kilos)	Temperaturas (°C)	Viento (m/s)
Ene-15	24469	22.4	2.8
Feb-15	6016	23.8	2.2
Mar-15	5923	24.4	1.9
Abr-15	4436	23.4	2.6
May-15	3705	23.0	3.0
Jun-15	5888	22.2	2.9
Jul-15	4790	20.5	3.0
Ago-15	6991	19.5	3.0
Set-15	4792	20.2	3.0
Oct-15	3094	20.1	3.1
Nov-15	5952.5	20.9	3.1
Dic-15	15274.5	22.6	3.1
Ene-16	28359	24.1	2.8
Feb-16	26095	25.0	2.3
Mar-16	31463	24.9	2.1

Mes - Año	Producción (kilos)	Temperaturas (°C)	Viento (m/s)
Abr-16	27280	23.0	2.4
May-16	21048	21.4	2.7
Jun-16	41317.4	20.2	2.7
Jul-16	45251.3	19.5	2.8
Ago-16	54892	19.2	2.9
Set-16	13958	19.1	3.0
Oct-16	12968	19.3	3.0
Nov-16	17991.4	19.9	2.8
Dic-16	70373.6	21.4	2.6
Ene-17	46227	24.0	1.9
Feb-17	33764	25.9	1.8
Mar-17	39019	25.8	1.5
Abr-17	41194	23.7	2.2
May-17	31208	22.3	2.6
Jun-17	35950	20.1	2.8
Jul-17	24845	18.9	2.6
Ago-17	28483	18.2	2.9
Set-17	23304	18.0	2.9
Oct-17	11712	18.1	2.9
Nov-17	5073	18.8	2.9
Dic-17	24520	20.8	2.7
Ene-18	61544	22.1	2.3
Feb-18	42680	23.3	2.1
Mar-18	49589	22.8	2.0
Abr-18	72918	22.4	2.2
May-18	66862	20.2	2.6
Jun-18	13642	18.7	2.6

Fuente: Registro del fundo El Porvenir Grande, Cerro Colorado (La Libertad)

Figura 20: Producción de maracuyá en el fundo El Porvenir Grande, Cerro Colorado (La Libertad) y condiciones ambientales entre los años 2015 - 2018



Fuente: Elaboración propia a partir de Registro del fundo El Porvenir Grande, Cerro Colorado (La Libertad)

4.2. Análisis estacional de la temperatura del aire y viento

4.2.1. *Temperatura del aire*

La Figura 21 muestra la serie de tiempo de la temperatura del aire, registrada en la zona cercana de Cerro Colorado en el departamento La Libertad, para el periodo entre enero del 1979 a diciembre del 2020, evidenciándose que a lo largo de los años, la temperatura presenta un comportamiento cíclico, con temperaturas altas, mayores a 22 a 24°C en promedio, entre los meses de diciembre a abril, y temperaturas menores a 22°C en promedio, durante los meses de mayo a noviembre, en cada uno de estos periodos se observan comportamientos anómalos que producen mayor o menor temperatura en los periodos antes mencionados.

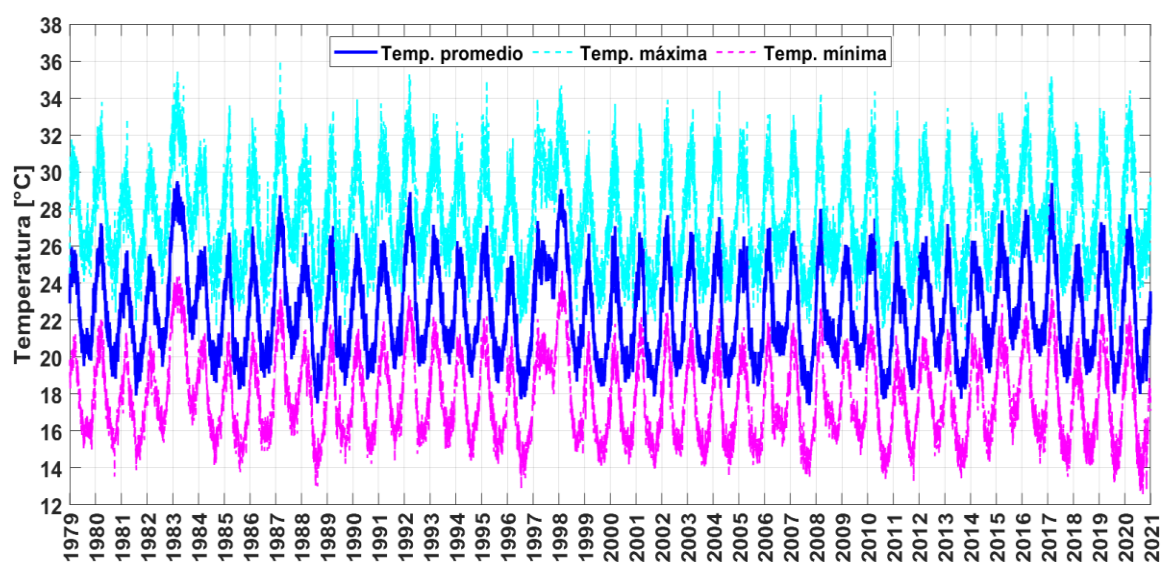
A nivel general el comportamiento mensual de la temperatura del aire, muestra que, entre diciembre y abril, la temperatura aumenta gradualmente, desde los 22° a 24°C, con temperaturas mínimas de hasta 16°C y máxima de hasta 36°C, mientras que, entre mayo a noviembre, el valor promedio de la temperatura se encuentra por debajo de los 22°C, con temperaturas mínimas de hasta 13.5°C y máximas mayores a 30°C, ver Figura 22.

El comportamiento mensual de la temperatura del aire se ajustó adecuadamente a una función de dos senos, con sus respectivos coeficientes a_n, b_n, c_n , los mismos que fueron determinados a través del método de ajuste de curvas no lineales a través del Toolbox de Matlab a partir de los datos de las temperaturas promedio, máximas y mínimas diarias, los coeficientes se muestran en la Figura 23, Figura 24 y Figura 25

$$Temperatura\ mes = a_1 \text{seno}(b_1 t + c_1) + a_2 \text{seno}(b_2 t + c_2)$$

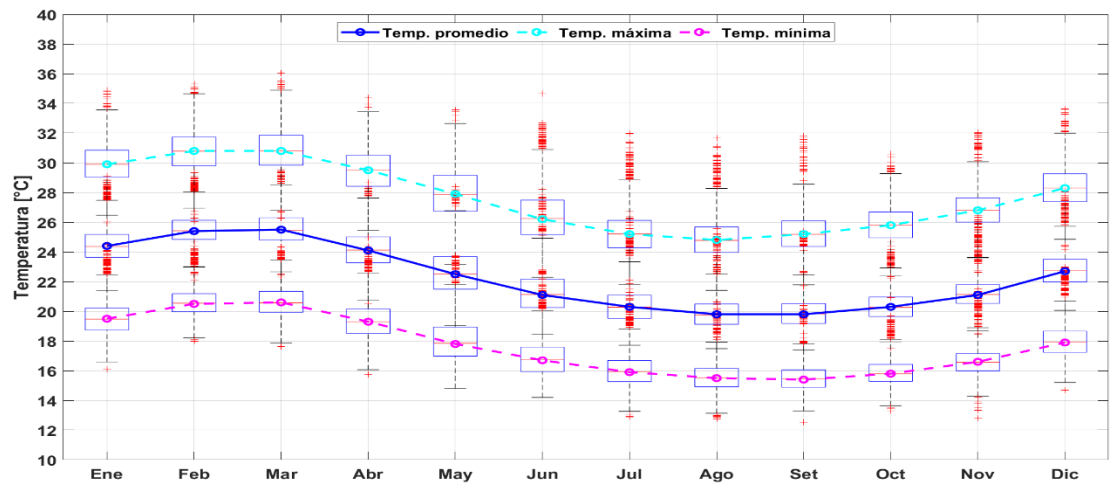
La Tabla 8 compara las temperaturas del aire promedio para cada mes y el valor estimado a través del ajuste de la función de la suma de dos funciones senos y se encuentran que ambas temperaturas presentan valores cercanos, por lo que la función sería una herramienta útil para la estimación de la temperatura del aire a lo largo de los días de un año y relacionarlo con el rendimiento de la producción de los cultivos de maracuyá en el fundo El Porvenir Grande. Cerro Colorado, La Libertad.

Figura 21: Serie de diaria de temperatura máxima, promedio y mínima entre 1979 a 2020, cerca de Cerro Colorado, Base de datos COPENICUS



Fuente: Elaboración propia

Figura 22: Estadística mensual y ajuste a modelo de Suma de Senos de temperatura máxima, promedio y mínima cerca de Cerro Colorado, Base de datos COPENICUS



Fuente: Elaboración propia

Figura 23: Ajuste de datos de las temperaturas máximas diarias a función suma de senos

```
ftmax = fit(SVTime,STmax, 'sin2')

General model Sin2:
ftmax(x) = a1*sin(b1*x+c1) + a2*sin(b2*x+c2)
Coefficients (with 95% confidence bounds):
a1 = 41.7 (18.49, 64.9)
b1 = 0.005173 (0.003137, 0.007208)
c1 = 0.4008 (-0.08884, 0.8904)
a2 = 16.81 (-6.381, 40.01)
b2 = 0.01053 (0.007425, 0.01364)
c2 = 2.286 (1.573, 3)
```

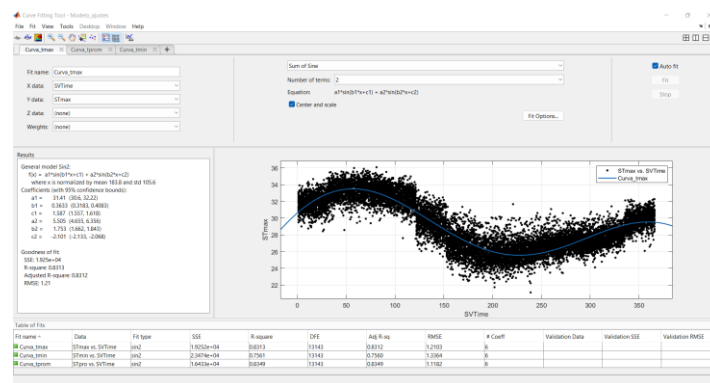


Figura 24: Ajuste de datos de las temperaturas promedio diarias a función suma de senos

```
ftpro = fit(SVTime,STpro, 'sin2')

General model Sin2:
ftpro(x) = a1*sin(b1*x+c1) + a2*sin(b2*x+c2)
Coefficients (with 95% confidence bounds):
a1 = 95.09 (-948.8, 1139)
b1 = 0.006997 (-0.001292, 0.01529)
c1 = -0.06682 (-2.076, 1.942)
a2 = 75.35 (-968.5, 1119)
b2 = 0.008413 (-0.0008724, 0.0177)
c2 = 2.734 (0.5203, 4.948)
```

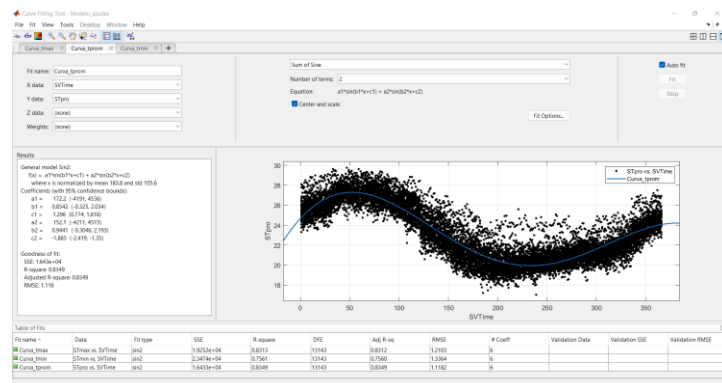


Figura 25: Ajuste de datos de las temperaturas mínimas diarias a función suma de senos

```
ftmin = fit(SVTime,STmin, 'sin2')
```

General model Sin2:

```
ftmin(x) = a1*sin(b1*x+c1) + a2*sin(b2*x+c2)
```

Coefficients (with 95% confidence bounds):

```
a1 =      178.3  (-1.304e+04, 1.34e+04)
b1 =      0.007566  (-0.01442, 0.02956)
c1 =      -0.2152  (-5.571, 5.141)
a2 =       163  (-1.306e+04, 1.338e+04)
b2 =      0.008146  (-0.01485, 0.03114)
c2 =       2.786  (-2.771, 8.343)
```

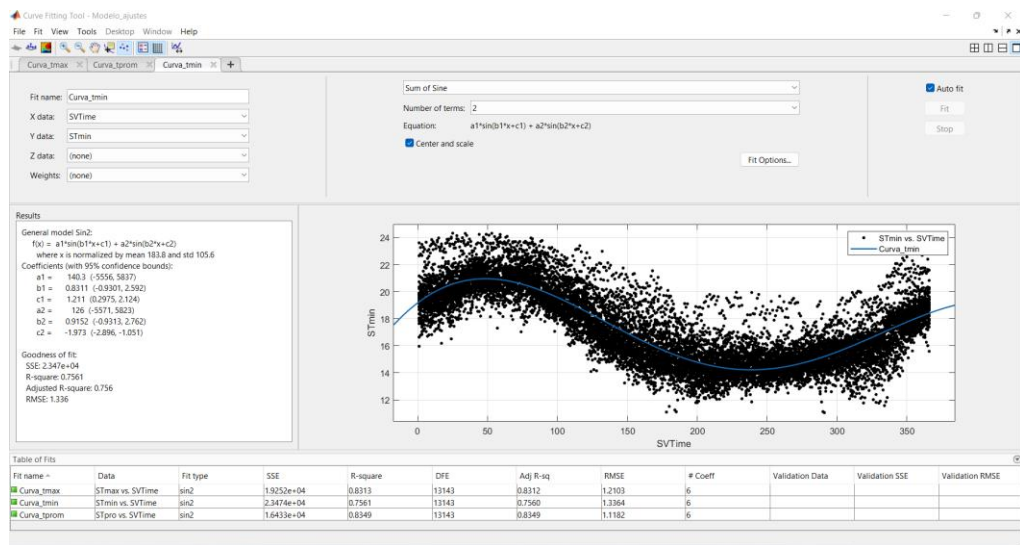


Tabla 8: Temperatura promedio mensual y ajuste a función suma de senos

Meses	Promedio por mes			Función suma de senos		
	Tmax	Tprom	Tmin	Tmax	Tprom	Tmin
Enero	29.9	24.4	19.5	30.6	25.2	20.2
Febrero	30.8	25.4	20.5	30.9	25.5	20.6
Marzo	30.8	25.5	20.6	30.2	24.9	20.0
Abril	29.5	24.1	19.3	28.8	23.6	18.9
Mayo	27.9	22.5	17.8	27.3	22.2	17.6
Junio	26.2	21.1	16.7	25.9	20.9	16.5
Julio	25.2	20.3	15.9	25.1	20.0	15.7
Agosto	24.8	19.8	15.5	24.9	19.7	15.4
Setiembre	25.2	19.8	15.4	25.4	20.0	15.6
Octubre	25.8	20.3	15.8	26.4	20.9	16.3
Noviembre	26.8	21.1	16.6	27.6	22.0	17.4
Diciembre	28.3	22.7	17.9	28.8	23.2	18.4

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. **Velocidad del viento**

La Figura 26 muestra la serie de tiempo de la velocidad del viento diaria, registrada en la zona cercana de Cerro Colorado en el departamento La Libertad, para el periodo entre enero de 1979 a diciembre del 2020, evidenciándose que a lo largo de los años, el viento presenta un comportamiento cíclico, con vientos débiles, menores a 3.0 m/s en promedio, entre los meses de diciembre a abril, y vientos más intensos, mayores a 2.5 m/s en promedio, durante los meses de mayo a noviembre, en cada uno de estos periodos se observan comportamientos anómalos que producen mayor o menor intensidad de viento en los periodos antes mencionados.

A nivel general el comportamiento mensual del viento, muestra que, entre los meses de diciembre y abril, la velocidad del viento disminuye a valores promedio entre 2.0 a 2.5 m/s, con velocidades mínimas menores a 1.0 m/s y máxima de 3.5 m/s, mientras que, entre mayo a noviembre, el valor promedio de la velocidad del viento se encuentra alrededor de 2.5 a 3.0 m/s, con velocidades mínimas de 1.7 m/s y máximas mayores a 4.0 m/s, Figura 27.

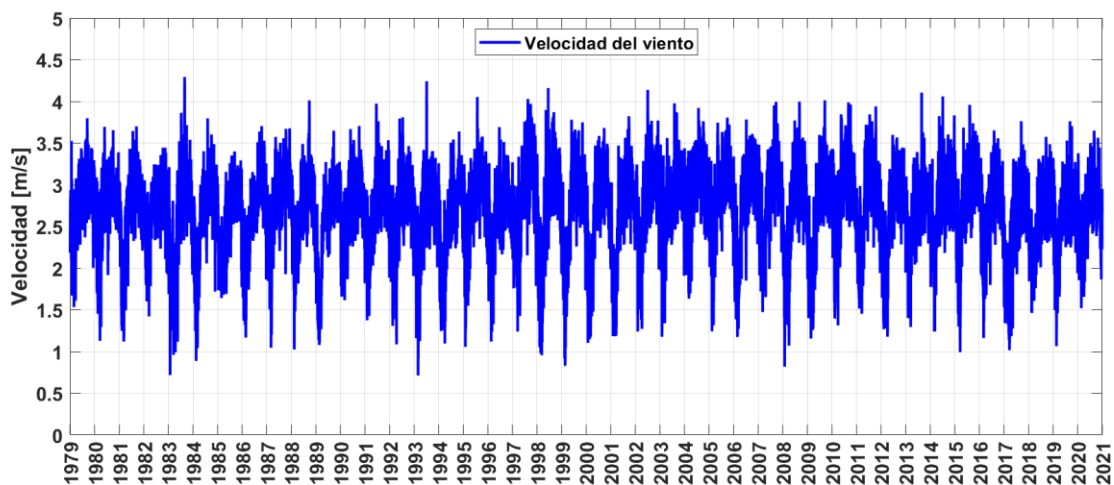
El comportamiento mensual del viento se ajustó a una función de tres senos, con sus respectivos coeficientes a_n, b_n, c_n , los mismos que fueron determinados mediante el método de ajuste de curvas no lineales de la caja de herramientas CFTool de Matlab, a partir de la velocidad del viento diario, los coeficientes se muestran en la Figura 28.

$$Velocidad\ mes = a_1 \text{seno}(b_1 t + c_1) + a_2 \text{seno}(b_2 t + c_2) + a_3 \text{seno}(b_3 t + c_3)$$

En la Tabla 9 se compara la velocidad del viento promedio del mes y el valor estimado a través del ajuste de la función de la suma de tres funciones senos y se

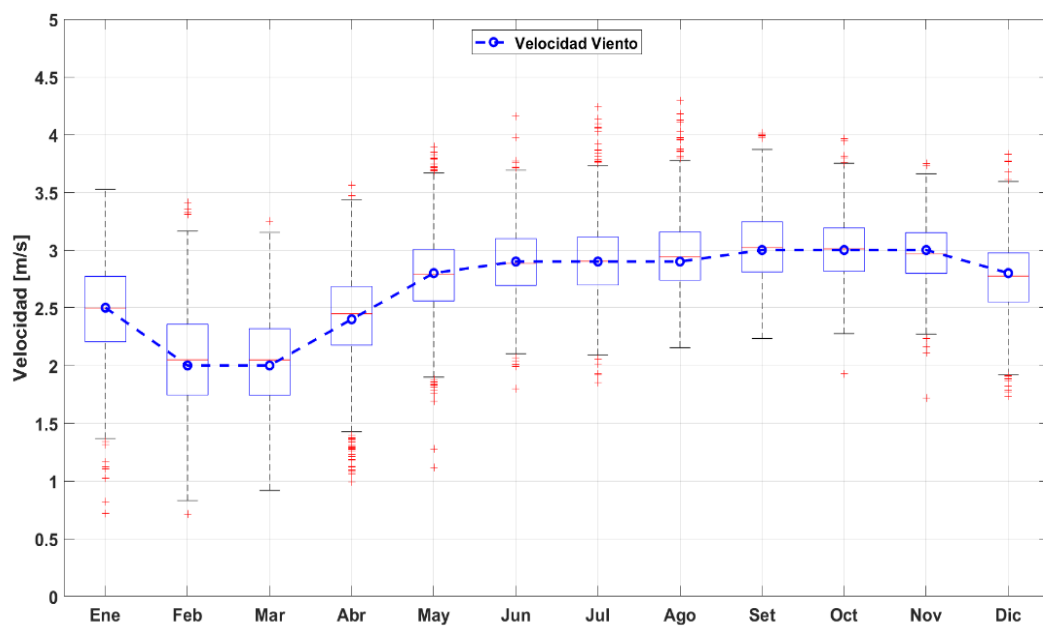
encuentran que ambas velocidades presentan valores cercanos, por lo que la función sería una herramienta útil para la estimación del viento promedio a lo largo de los días de un año.

Figura 26: Serie de diaria de la velocidad del viento entre 1979 a 2020, cerca de Cerro Colorado, Base de datos COPERNICUS



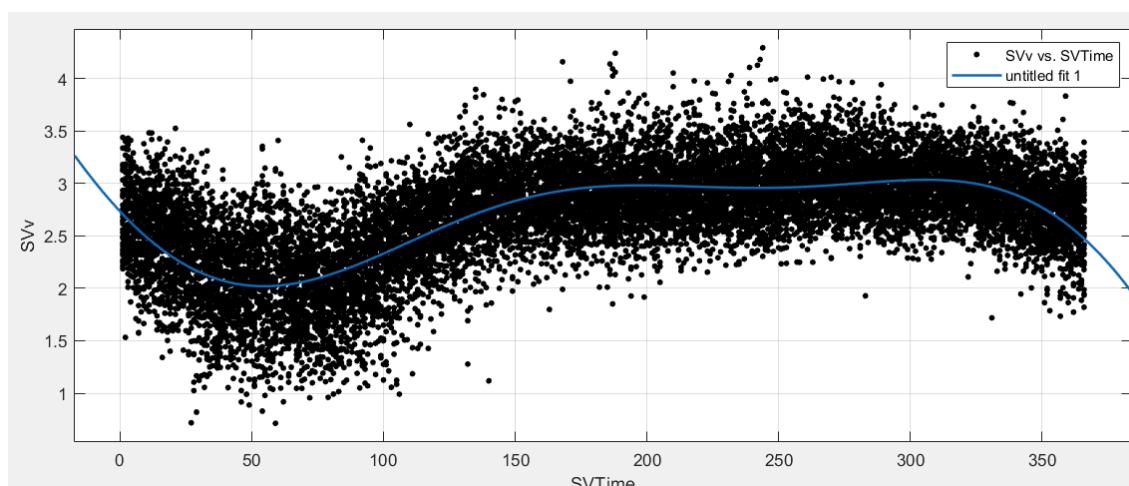
Fuente: Elaboración propia

Figura 27: Diagrama de cajas de la estadística mensual de la velocidad del viento cerca de Cerro Colorado, Base de datos COPERNICUS



Fuente: Elaboración propia

Figura 28: Velocidad del viento diaria ajustada a una función de suma de senos



General model Sin3:

$fVv(x) =$

$$a1 \cdot \sin(b1 \cdot x + c1) + a2 \cdot \sin(b2 \cdot x + c2) + a3 \cdot \sin(b3 \cdot x + c3)$$

Coefficients (with 95% confidence bounds):

```

a1 =      38.91  (-1.234e+04, 1.242e+04)
b1 =      0.005195  (-0.1038, 0.1142)
c1 =       1.946  (-5.935, 9.827)
a2 =      34.22  (-1.226e+04, 1.233e+04)
b2 =      0.006138  (-0.1957, 0.208)
c2 =       4.964  (-28.67, 38.6)
a3 =       0.3791  (-1.322, 2.081)
b3 =      0.02581  (0.005406, 0.04622)
c3 =       4.163  (0.008975, 8.317)
    
```

Tabla 9: Velocidad del viento promedio mensual y ajuste a función suma de senos

Meses	Promedio por mes	Ajuste a Suma de Senos
Enero	2.5	2.2
Febrero	2.0	2.0
Marzo	2.0	2.2
Abril	2.4	2.6
Mayo	2.8	2.8
Junio	2.9	3.0
Julio	2.9	3.0
Agosto	2.9	3.0
Setiembre	3.0	3.0
Octubre	3.0	3.0
Noviembre	3.0	2.9
Diciembre	2.8	2.5

Fuente: Elaboración propia

4.3. Análisis del ciclo diario de la temperatura del aire y viento

4.3.1. *Temperatura del aire*

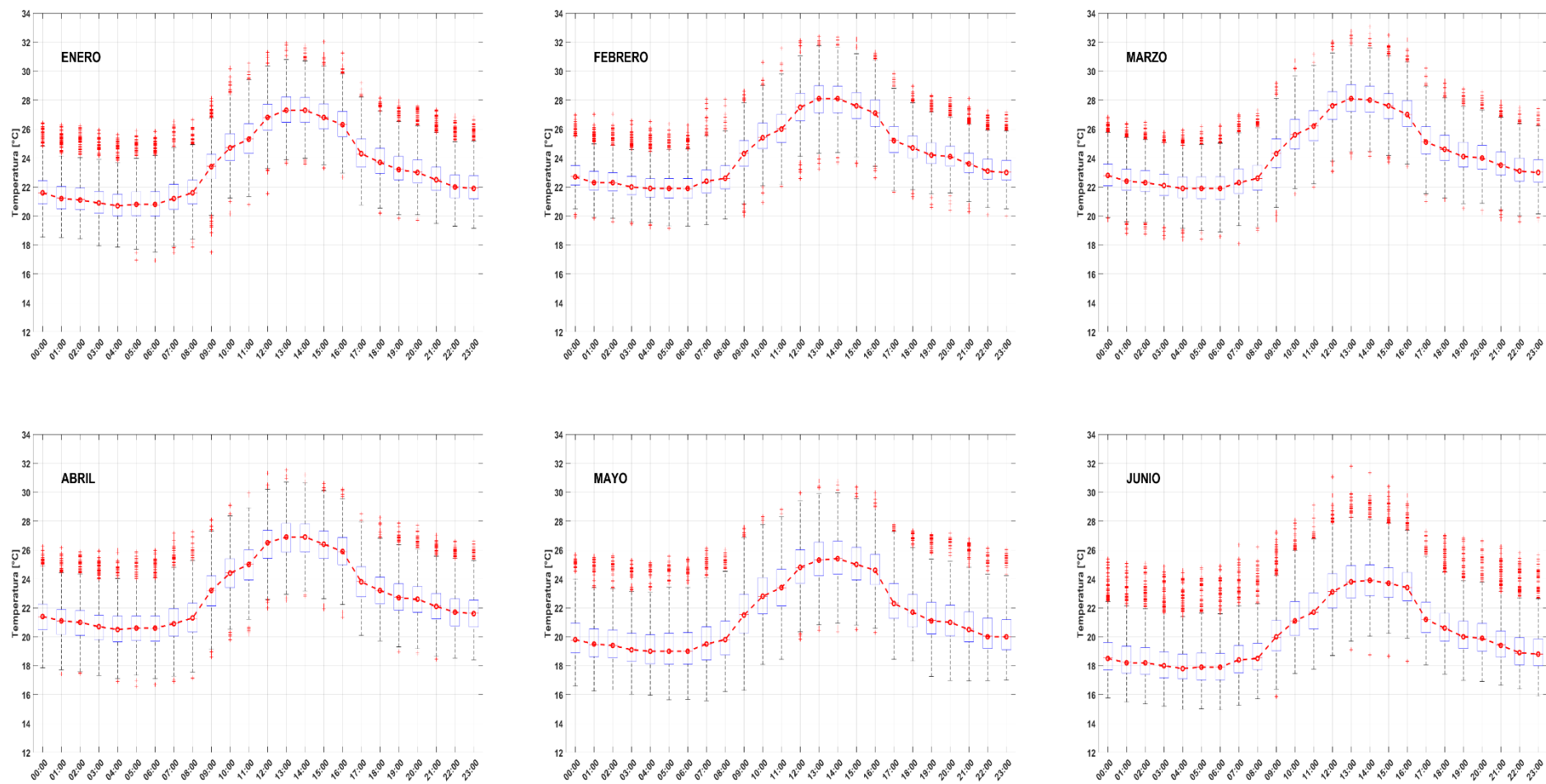
La Figura 29 y Figura 30 muestra el comportamiento horario de la temperatura del aire por cada mes del año, analizado a través de diagrama de cajas y el valor promedio horario (línea en color rojo). La temperatura del aire de la base de datos COPERNICUS, de la zona cercana de Cerro Colorado en el departamento de La Libertad, muestra temperaturas menores durante las horas de madrugada hasta las primeras horas de la mañana (7:00 horas), incrementando progresivamente desde las 7:00 a 8:00 horas, alcanzando temperaturas máximas entre las 12:00 a 15:00 horas, disminuyendo paulatinamente a partir de las 17:00 horas del día. Este comportamiento se produce todos los meses del año, variando el rango térmico en función a la época del año (verano, otoño, invierno o primavera).

El comportamiento horario de la temperatura del aire se ajustó a una función suma de cuatro senos, encontrándose los coeficientes de ajuste por cada mes del año, los cuales fueron determinados a través del método de ajuste de curvas no lineales a través del Toolbox de Matlab, tal como se muestra en la Figura 31.

$$\begin{aligned} Temp_{hora} = & a_1 \text{seno}(b_1 h + c_1) + a_2 \text{seno}(b_2 h + c_2) + a_3 \text{seno}(b_3 h + c_3) \\ & + a_4 \text{seno}(b_4 h + c_4) \end{aligned}$$

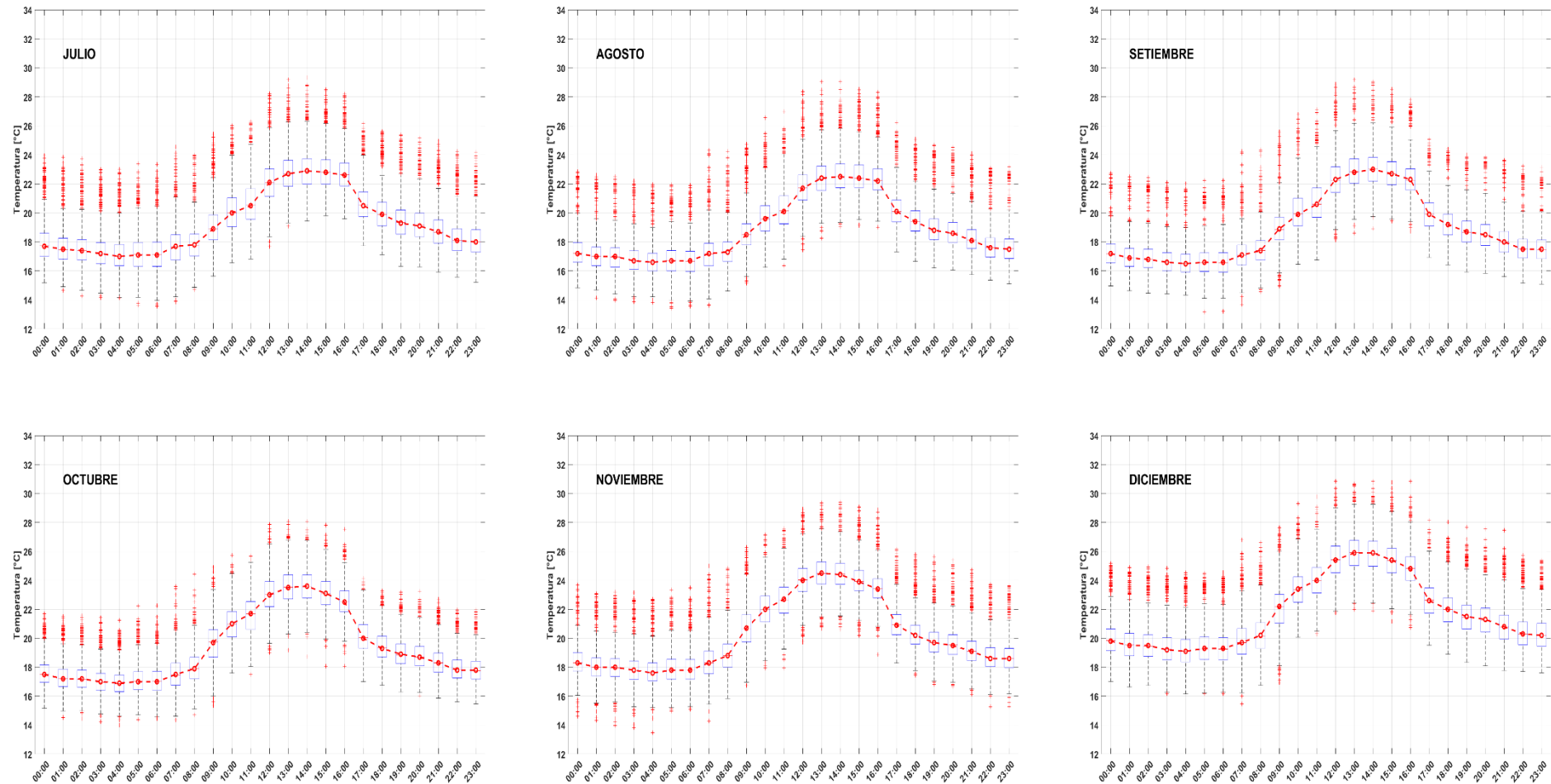
La Tabla 10 muestra los valores de los coeficientes de la función suma de cuatro senos, que reproducen el comportamiento promedio de la temperatura del aire en cada mes del año, desde enero a diciembre, por lo que estas funciones serían una herramienta útil para la estimación de la temperatura del aire a lo largo de las horas del día por cada mes del año y que podrían ser relacionado con el rendimiento de la producción de los cultivos de maracuyá en el fundo El Porvenir Grande. Cerro Colorado, La Libertad.

Figura 29: Diagrama de cajas de la estadística horaria de la temperatura del aire en la zona cercana de Cerro Colorado, para los meses de enero a junio



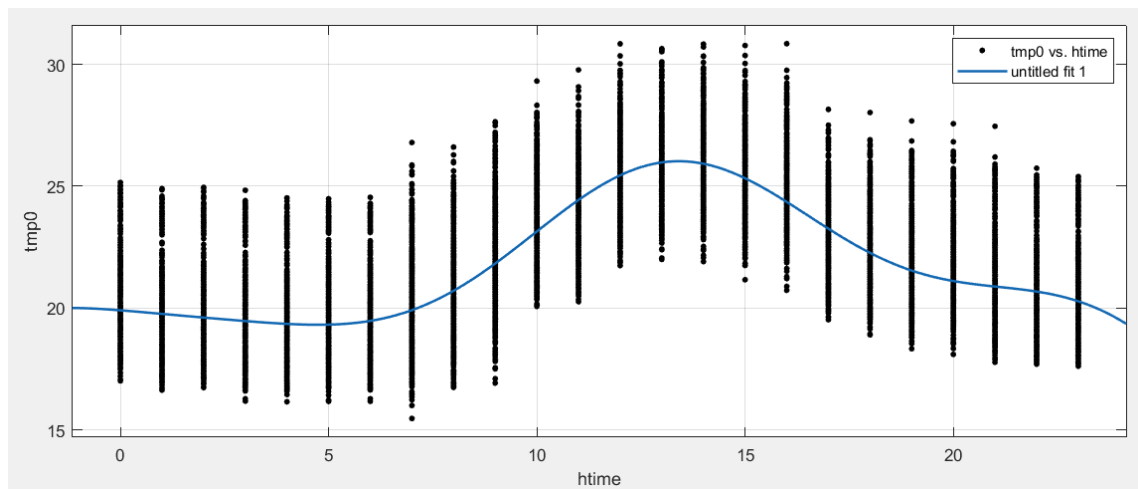
Fuente: Elaboración propia

Figura 30: Diagrama de cajas de la estadística horaria de la temperatura del aire en la zona cercana de Cerro Colorado, para los meses de julio a diciembre



Fuente: Elaboración propia

Figura 31: Temperatura del aire horaria ajustada a una función de suma de senos



General model Sin4:

$f(x) =$

$$a1 \cdot \sin(b1 \cdot x + c1) + a2 \cdot \sin(b2 \cdot x + c2) + a3 \cdot \sin(b3 \cdot x + c3) + a4 \cdot \sin(b4 \cdot x + c4)$$

Coefficients (with 95% confidence bounds):

$a1 = 50$ (-1.983e+04, 1.993e+04)
 $b1 = 0.1134$ (-10.13, 10.36)
 $c1 = 0.3339$ (-94.42, 95.08)
 $a2 = 28.65$ (-1.969e+04, 1.975e+04)
 $b2 = 0.1636$ (-18.24, 18.57)
 $c2 = 2.971$ (-197.3, 203.2)
 $a3 = 3.408$ (-188.1, 194.9)
 $b3 = 0.3583$ (-3.188, 3.905)
 $c3 = 3.419$ (-52.59, 59.43)
 $a4 = 0.6303$ (-4.448, 5.709)
 $b4 = 0.6437$ (0.006018, 1.281)
 $c4 = 5.55$ (-2.721, 13.82)

Tabla 10: Coeficiente de temperatura horaria ajustada a una sumatoria de senos

Coeficientes	$Temperatura_{hora} = a_1 \text{seno}(b_1 h + c_1) + a_2 \text{seno}(b_2 h + c_2) + a_3 \text{seno}(b_3 h + c_3) + a_4 \text{seno}(b_4 h + c_4)$											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
a_1	68.526	122.716	58.449	39.630	29.808	34.668	28.890	31.950	29.790	35.081	35.546	50.000
b_1	0.114	0.081	0.110	0.098	0.097	0.099	0.103	0.117	0.108	0.097	0.105	0.113
c_1	0.267	1.266	0.297	0.521	0.456	0.530	0.349	0.166	0.319	0.681	0.504	0.334
a_2	46.053	100.029	34.331	16.362	10.435	13.846	9.490	14.365	10.580	15.335	15.402	28.651
b_2	0.149	0.091	0.154	0.163	0.241	0.163	0.211	0.220	0.206	0.149	0.178	0.164
c_2	3.019	4.405	2.963	3.057	2.057	3.147	2.332	2.130	2.433	3.512	3.012	2.971
a_3	3.974	1.656	3.212	2.457	5.004	1.918	2.775	4.326	2.956	1.960	2.788	3.408
b_3	0.336	0.447	0.370	0.398	0.358	0.443	0.402	0.371	0.409	0.446	0.387	0.358
c_3	3.546	2.069	3.117	2.845	3.524	2.178	2.664	3.111	2.667	2.270	3.229	3.419
a_4	0.598	0.335	0.480	0.482	0.595	0.387	0.396	0.454	0.472	0.492	0.728	0.630
b_4	0.667	0.726	0.702	0.678	0.659	0.719	0.735	0.718	0.721	0.690	0.633	0.644
c_4	5.388	4.475	4.928	5.070	5.057	3.941	3.674	3.951	4.055	4.587	5.492	5.550

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Viento

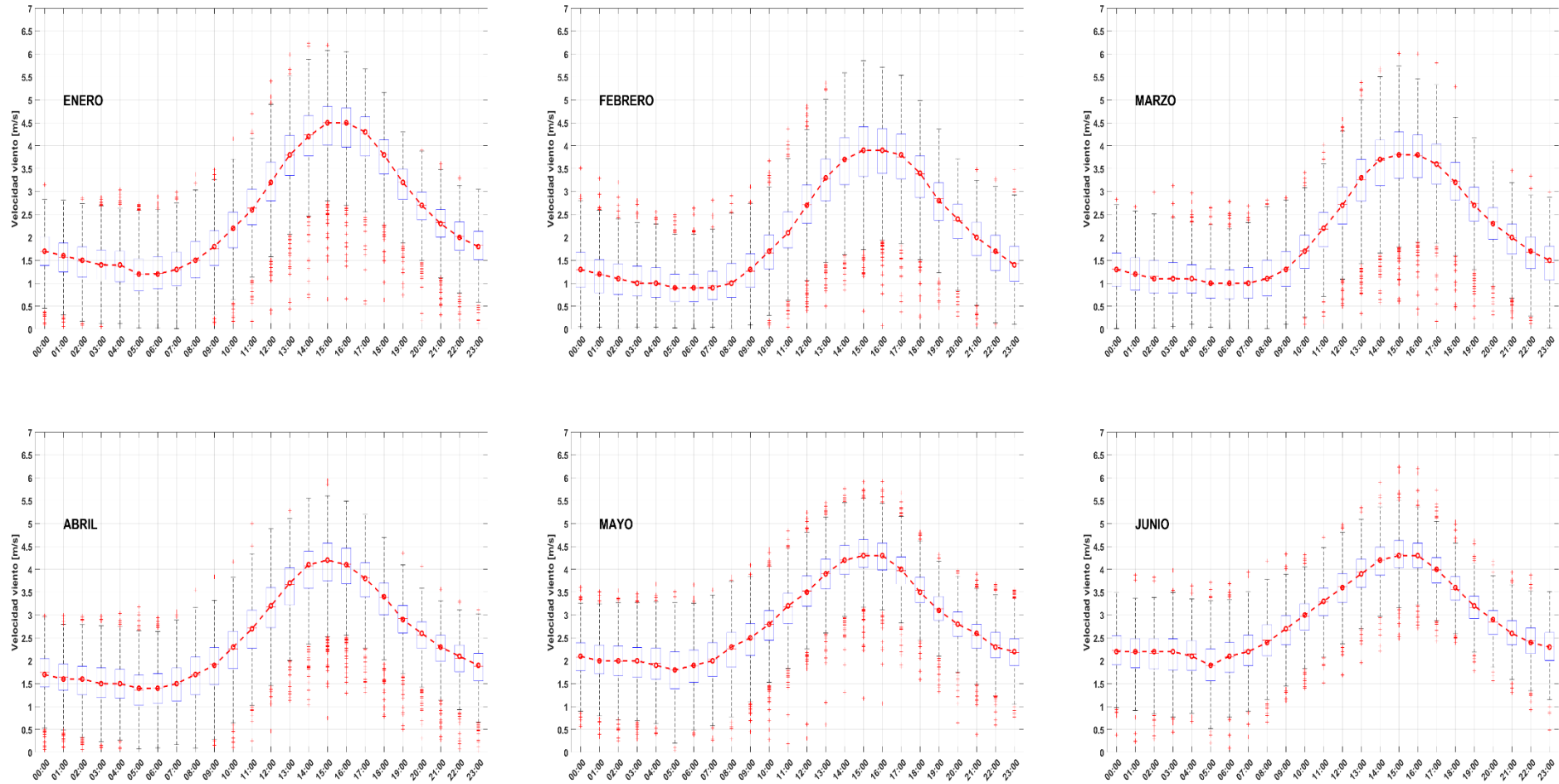
Las Figura 32 y Figura 33 muestran el patrón horario de la velocidad del viento para cada mes del año, analizado mediante diagramas de cajas con el valor promedio horario resaltado en rojo. En la base de datos COPERNICUS, proveniente de la zona cercana a Cerro Colorado en el departamento de La Libertad, se observa un fenómeno constante: velocidades del viento más bajas en las primeras horas de la madrugada hasta las 7:00 horas, seguidas de un aumento gradual. La velocidad del viento alcanza su punto máximo entre las 14:00 y las 17:00 horas, para luego disminuir gradualmente a partir de las 17:00 horas. Este patrón se repite a lo largo de todos los meses del año, variando principalmente en los valores máximos de velocidad del viento según la estación (verano, otoño, invierno o primavera).

El comportamiento horario de la velocidad del viento se ajustó a una función suma de cuatro senos, encontrándose los coeficientes de ajuste por cada mes del año, los cuales fueron determinados a través del método de ajuste de curvas no lineales a través del Toolbox de Matlab, tal como se muestra en la Figura 31.

$$\begin{aligned} \text{Velocidad}_{\text{hora}} \\ &= a_1 \text{seno}(b_1 h + c_1) + a_2 \text{seno}(b_2 h + c_2) + a_3 \text{seno}(b_3 h + c_3) \\ &+ a_4 \text{seno}(b_4 h + c_4) \end{aligned}$$

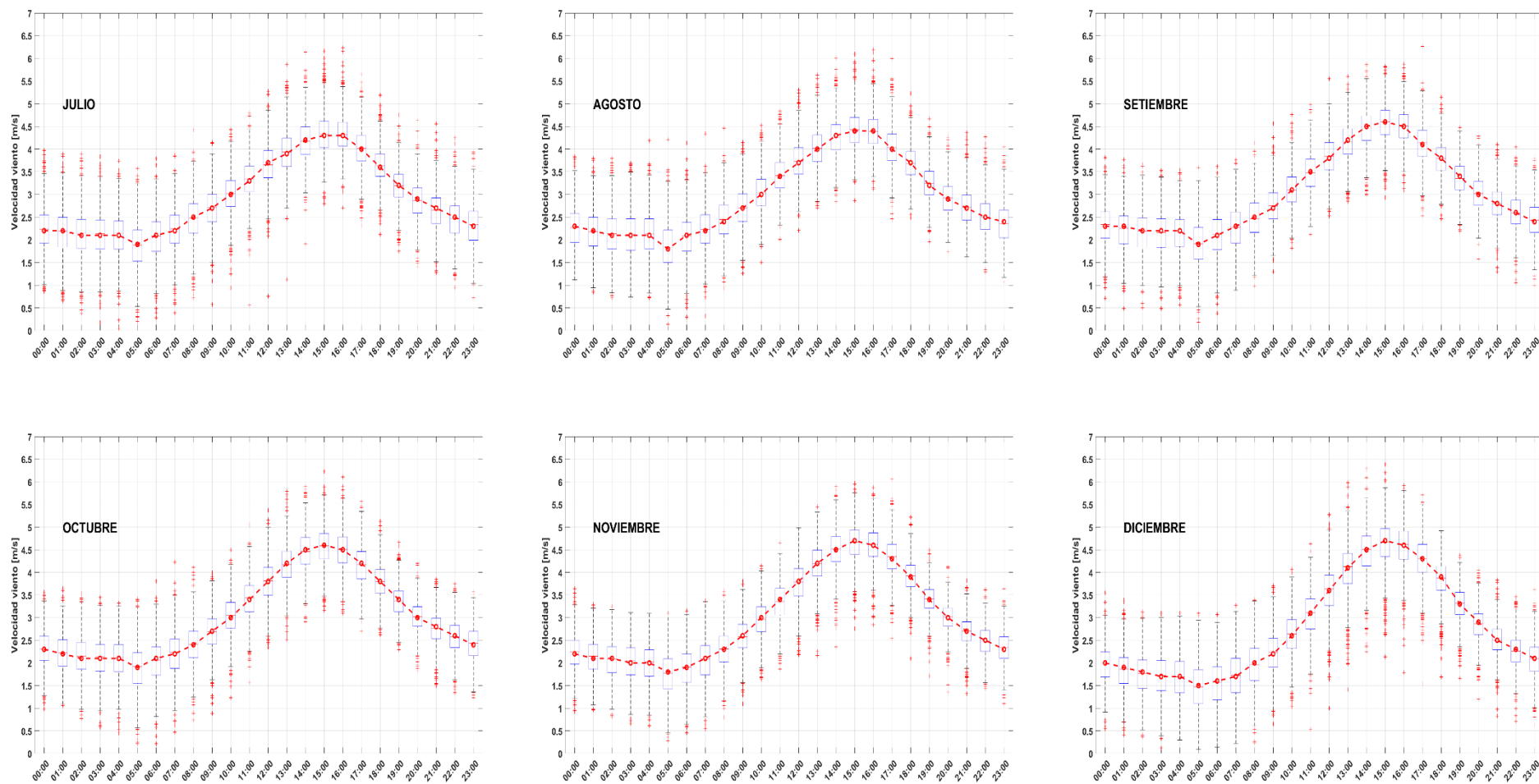
La Tabla 11 presenta los coeficientes de la función suma de cuatro senos que describen el comportamiento promedio de la velocidad del viento para cada mes del año, de enero a diciembre. Estos coeficientes son una herramienta valiosa para estimar la velocidad del viento a lo largo del día en cada mes y pueden ser útiles para prever momentos en los que los vientos fuertes podrían transportar sustancias tóxicas de actividades de fumigación en áreas cercanas hacia los cultivos de maracuyá en el fundo El Porvenir Grande, Cerro Colorado, La Libertad.

Figura 32: Diagrama de cajas de la velocidad del viento horario, para enero a junio



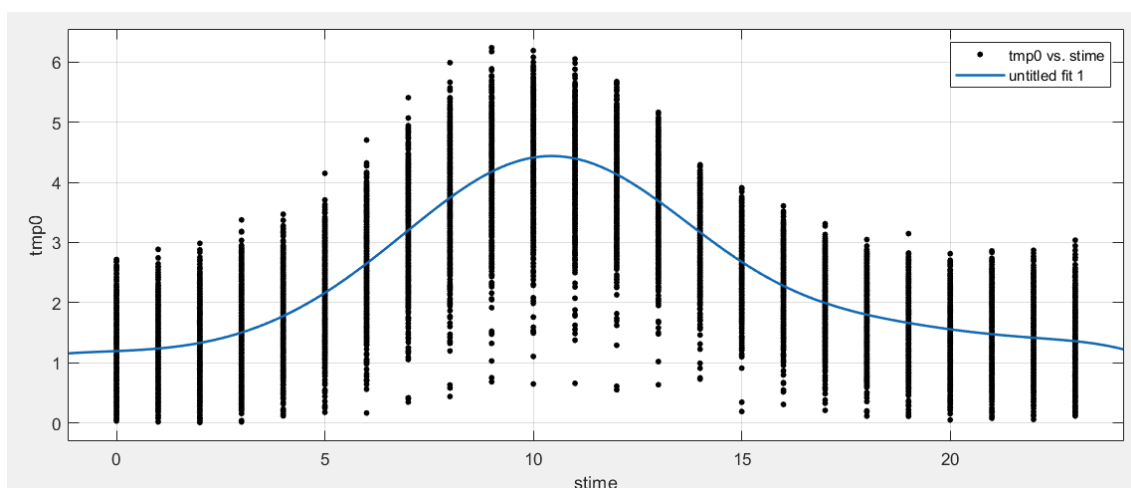
Fuente: Elaboración propia

Figura 33: Diagrama de cajas de la velocidad del viento horario, para julio a diciembre



Fuente: Elaboración propia

Figura 34: Velocidad del viento horario ajustada a una sumatoria de senos



General model Sin4:

ftmp(x) =

$$a1*\sin(b1*x+c1) + a2*\sin(b2*x+c2) + a3*\sin(b3*x+c3) + a4*\sin(b4*x+c4)$$

Coefficients (with 95% confidence bounds):

a1 =	4.315	(-89.9, 98.53)
b1 =	0.04717	(-0.7038, 0.7981)
c1 =	1.994	(-24.47, 28.45)
a2 =	1.186	(-56.28, 58.65)
b2 =	0.628	(-0.717, 1.973)
c2 =	-0.8158	(-12.64, 11.01)
a3 =	2.607	(-23.76, 28.97)
b3 =	0.2069	(-0.8233, 1.237)
c3 =	4.129	(-9.251, 17.51)
a4 =	0.8566	(-57.47, 59.18)
b4 =	0.6667	(-0.3945, 1.728)
c4 =	2.056	(-4.754, 8.866)

Tabla 11: Coeficiente de temperatura del aire horaria ajustada a una sumatoria de senos

Coeficientes	$Velocidad_{hora} = a_1 \text{seno}(b_1 h + c_1) + a_2 \text{seno}(b_2 h + c_2) + a_3 \text{seno}(b_3 h + c_3) + a_4 \text{seno}(b_4 h + c_4)$											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
a_1	4.315	7.345	4.722	2.704	3.043	3.528	9.385	3.096	4.419	3.388	3.305	3.379
b_1	0.047	0.092	0.05	0.051	0.042	0.076	0.046	0.035	0.03	0.024	0.019	0.021
c_1	1.994	1.717	2.142	0.783	0.897	0.404	2.403	1.176	2.059	0.914	0.97	0.972
a_2	1.186	6.206	2.882	1.124	1.014	0.699	5.258	1.135	1.834	1.071	1.204	1.209
b_2	0.628	0.151	0.174	0.308	0.308	0.411	0.118	0.286	0.219	0.309	0.297	0.287
c_2	-0.816	4.528	4.481	3.099	3.228	1.771	5.213	3.5	4.173	3.327	3.438	3.438
a_3	2.607	0.839	0.459	0.269	0.224	0.101	0.397	0.191	0.366	0.226	0.267	0.268
b_3	0.207	0.567	0.514	0.603	0.585	0.784	0.503	0.616	0.634	0.563	0.548	0.546
c_3	4.129	0.042	0.527	-1.039	-0.888	-4.454	0.755	-0.999	-0.737	-0.623	-0.447	-0.448
a_4	0.857	0.486	0.151	0.049	0.071	-0.039	0.127	0.095	0.205	0.06	0.071	0.074
b_4	0.667	0.617	0.625	0.945	0.946	1.479	0.802	0.898	0.776	0.969	0.927	0.928
c_4	2.056	3.056	4.005	-0.398	-0.513	-0.467	1.224	-0.344	1.223	-0.681	-0.477	-0.31

Fuente: Elaboración propia

4.4. Análisis probabilístico del viento en cerro colorado

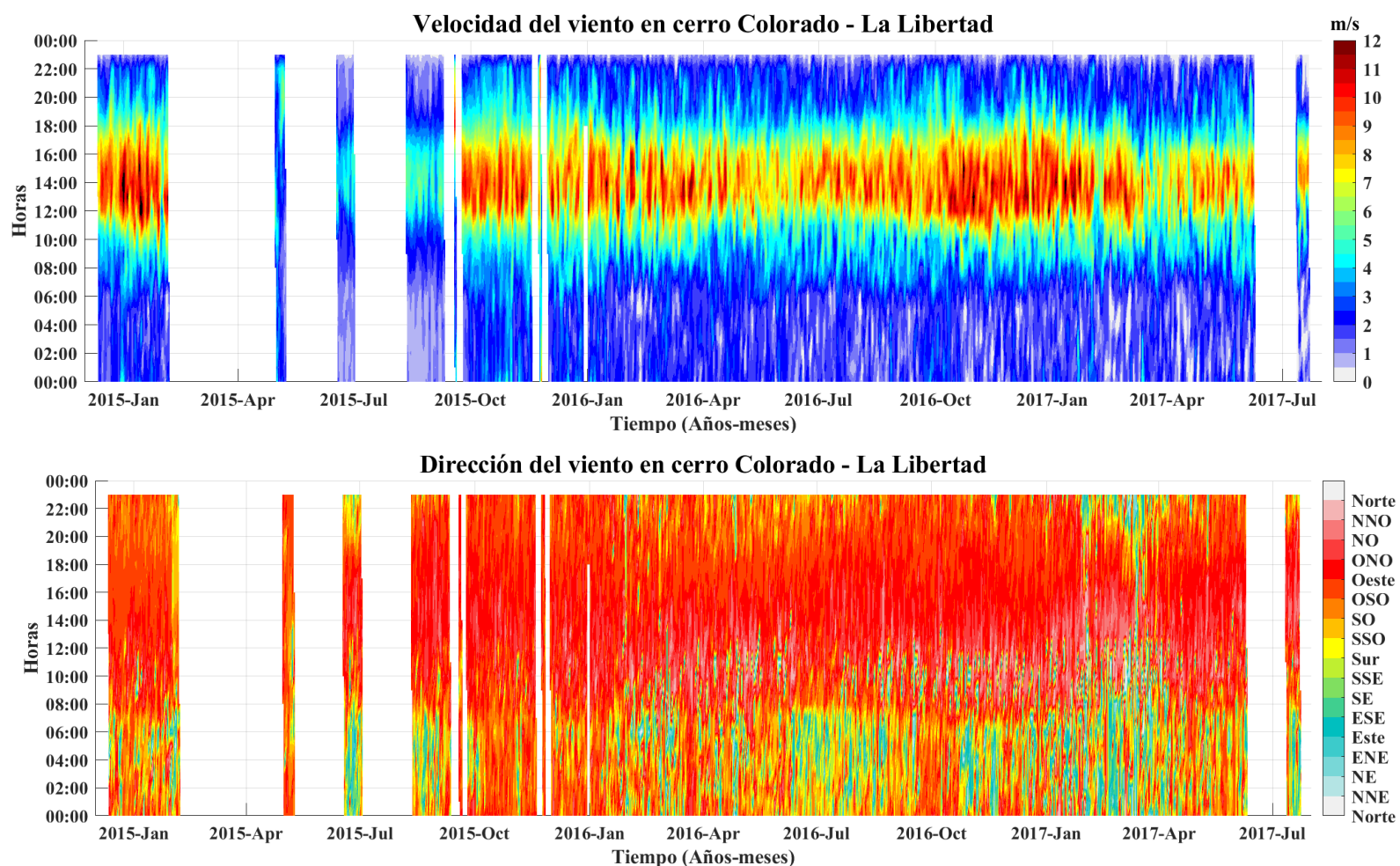
A partir de la información de la velocidad y dirección del viento registrada en la estación meteorológica automática del fundo El Porvenir Grande, registrada entre enero 2015 a julio 2017 e información de la base de datos histórica de COPERNICUS, de enero 1979 a diciembre del 2020, se analizó el comportamiento probabilístico del viento en la zona de estudio a fin de describir la variabilidad del viento durante los meses del año.

El registro continuo del viento en la estación meteorológica, Figura 35 muestra que horas de la madrugada hasta aproximadamente las 8:00 horas y después de las 20:00 horas se presentan velocidades de viento débiles menores a 3.0 m/s, mientras que entre las 8:00 y las 19:00 horas del día se presentan velocidad de viento mayores a 4.0 m/s, siendo más intensos entre las 12:00 a 16:00 horas, con velocidades mayores a 6.0 m/s. A nivel estacional se registran velocidades de viento menores durante los meses de verano, y velocidades más altas en los meses de invierno. Respecto a la dirección del viento, Figura 35, se registraron vientos de dirección Sur (S) a Este (E), lo que representaría que el viento en horas de la madrugada y las primeras horas del día fluyen en dirección hacia el mar, mientras que en horas de la tarde predominan vientos de dirección Oeste, hasta en un porcentaje de 29.3%, ver Tabla 12.

El análisis de la probabilidad de ocurrencia de vientos en dos periodos de tiempo a lo largo del día, permite diferenciar el comportamiento del viento entre las horas de la madrugada - mañana y horas de la tarde. La Tabla 13, muestra que, durante las horas de la madrugada y las primeras horas del día, se presentan mayor probabilidad de ocurrencia de vientos débiles, de velocidades menores a 3.0 m/s, durante todos los meses del año, siendo más débiles en los meses de enero a marzo. Mientras que la Tabla 14, muestra que, durante las horas de la tarde, existe

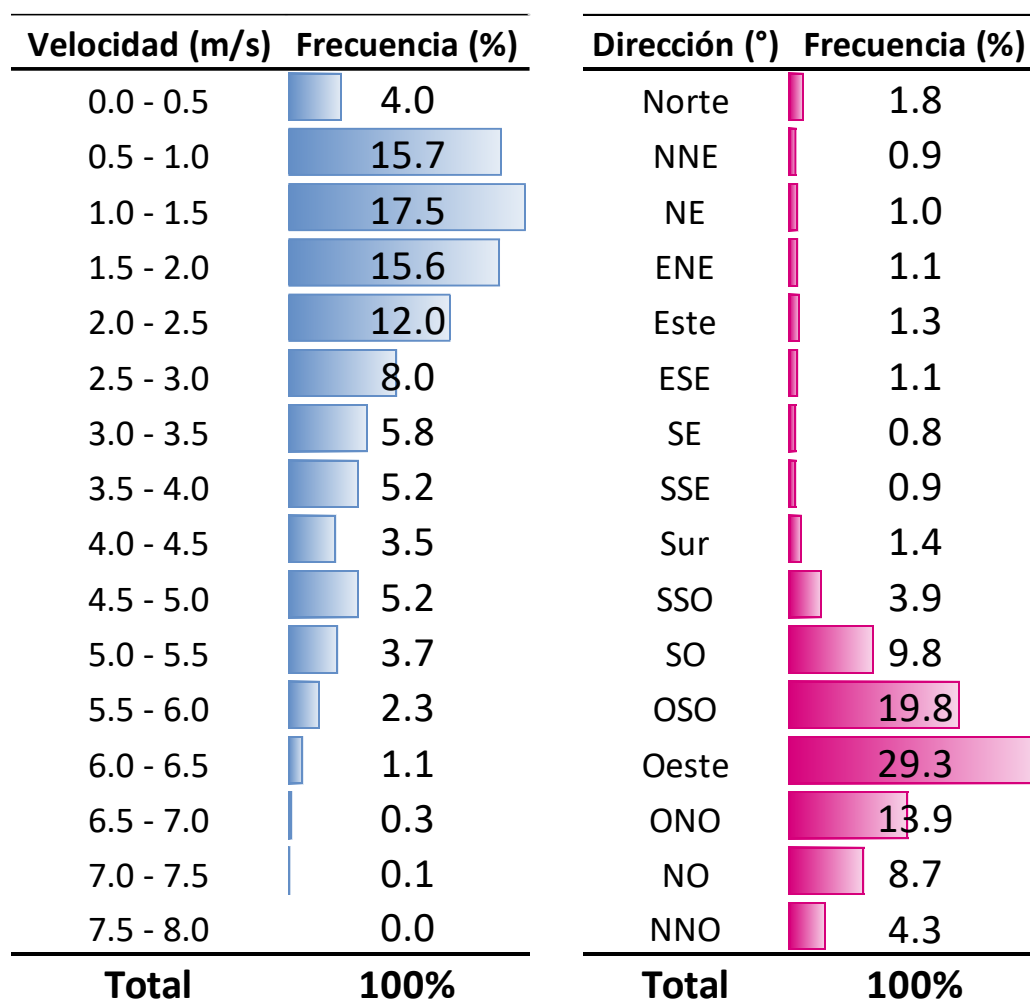
mayor probabilidad de ocurrencia de vientos más intensos, con velocidades mayores a 2.5 m/s, hasta alcanzar velocidades de 7.0 m/s.

Figura 35: Velocidad y dirección del viento horario en el fundo El Porvenir Grande, Cerro Colorado – La Libertad, entre enero del 2015 a julio del 2017



Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Distribución de frecuencia (%) de la velocidad y dirección del viento registrado en Cerro Colorado – La Libertad, entre enero 2015 a julio 2017



Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Probabilidad de ocurrencia de vientos por mes, en horas de la madrugada y día en la zona cercana de Cerro Colorado, La Libertad

Periodo	0.0 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 1.5	1.5 - 2.0	2.0 - 2.5	2.5 - 3.0	3.0 - 3.5	3.5 - 4.0	5.0 - 5.5	5.5 - 6.0	6.0 - 6.5	6.5 - 7.0	Total
Enero	2.6	11.8	24.3	27.3	18.6	9.1	4.6	1.6	0.2	0.0	0.0	0.0	100%
Febrero	8.5	25.2	27.0	19.2	10.7	5.9	2.7	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	100%
Marzo	7.6	22.6	28.6	21.0	11.7	5.8	2.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	100%
Abril	1.6	8.4	22.3	30.3	22.2	11.0	3.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	100%
Mayo	0.2	1.9	9.1	24.5	32.2	21.8	8.4	1.7	0.1	0.0	0.0	0.0	100%
Junio	0.1	0.8	5.2	19.8	33.2	28.0	10.8	1.9	0.1	0.0	0.0	0.0	100%
Julio	0.1	1.0	5.6	19.3	33.1	26.7	11.6	2.4	0.2	0.0	0.0	0.0	100%
Agosto	0.0	0.6	5.3	19.3	32.4	26.9	12.3	3.0	0.3	0.0	0.0	0.0	100%
Setiembre	0.0	0.5	4.3	17.0	31.9	28.3	14.0	3.7	0.3	0.0	0.0	0.0	100%
Octubre	0.0	0.5	4.5	18.0	33.5	27.8	12.3	3.1	0.3	0.0	0.0	0.0	100%
Noviembre	0.0	1.0	6.8	20.6	34.7	23.8	10.0	2.9	0.2	0.0	0.0	0.0	100%
Diciembre	0.4	4.2	15.1	28.1	28.1	14.9	6.8	2.2	0.2	0.0	0.0	0.0	100%

Fuente. Elaboración propia

Tabla 14: Probabilidad de ocurrencia de vientos por mes, en horas de la tarde en la zona cercana de Cerro Colorado, La Libertad

Periodo	0.0 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 1.5	1.5 - 2.0	2.0 - 2.5	2.5 - 3.0	3.0 - 3.5	3.5 - 4.0	5.0 - 5.5	5.5 - 6.0	6.0 - 6.5	6.5 - 7.0	Total
Enero	0.1	0.4	1.6	4.5	8.7	12.0	14.6	17.9	19.5	14.7	5.1	0.9	100%
Febrero	0.4	1.5	5.3	8.9	12.2	14.8	17.6	18.2	12.9	6.6	1.6	0.1	100%
Marzo	0.3	1.6	4.6	9.5	13.0	15.9	19.2	18.2	12.0	4.7	1.0	0.1	100%
Abril	0.1	0.4	1.5	4.6	9.1	14.1	19.3	22.9	18.4	8.2	1.4	0.1	100%
Mayo	0.0	0.0	0.2	0.9	4.0	10.2	19.9	26.9	24.4	11.3	1.9	0.2	100%
Junio	0.0	0.0	0.0	0.3	2.1	8.9	20.8	29.0	26.4	11.0	1.5	0.1	100%
Julio	0.0	0.0	0.0	0.1	1.7	7.7	19.2	30.2	27.5	11.3	2.0	0.2	100%
Agosto	0.0	0.0	0.0	0.1	1.1	6.9	17.7	29.0	29.0	13.3	2.6	0.4	100%
Setiembre	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	5.5	15.3	25.7	29.7	18.3	4.1	0.5	100%
Octubre	0.0	0.0	0.0	0.1	1.3	6.4	15.1	25.2	28.6	18.4	4.4	0.4	100%
Noviembre	0.0	0.0	0.0	0.2	1.8	7.3	13.7	21.5	28.0	21.5	5.6	0.5	100%
Diciembre	0.0	0.0	0.2	1.4	4.9	9.4	13.5	20.2	24.0	19.4	6.5	0.6	100%

Fuente. Elaboración propia

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y DISCUSIONES

5.1. Conclusiones

- ✓ El análisis de la producción mensual de maracuyá en el fundo El Porvenir Grande, cerro Colorado (La Libertad) muestra patrones estacionales en la cosecha. Los años 2017 y 2018 experimentaron un aumento significativo en la cosecha durante los meses de verano y otoño, mientras que se observaron cosechas más bajas en los meses de septiembre a noviembre en todos los años analizados. Además, el año 2015 presentó una menor cosecha debido a la fase inicial del cultivo con la habilitación de nuevos parrones.

- ✓ La relación entre la cantidad de maracuyá cosechada y la temperatura del aire en el fundo El Porvenir Grande demuestra que las temperaturas promedio ideales para un cultivo exitoso oscilan entre 24°C y 28°C, condiciones que generalmente se cumplen entre enero y abril. Por otro lado, la velocidad del viento en la zona circundante muestra variaciones estacionales, siendo más alta de junio a noviembre y menor de diciembre a abril. Estas diferencias en la velocidad del viento pueden influir en la dispersión de sustancias tóxicas, lo que podría afectar la seguridad y la producción de maracuyá en el área.

- ✓ El análisis de la serie de tiempo de la temperatura del aire y viento en la zona de Cerro Colorado, La Libertad, revela un patrón cíclico anual entre diciembre y abril, y de mayo a noviembre. Este patrón ha sido modelado eficazmente mediante una función de sumatorias de senos, cuyos coeficientes se ajustaron con precisión a los datos observados, obteniéndose una herramienta que relaciona la temperatura y el viento con la producción de maracuyá en el fundo El Porvenir Grande.

-
- ✓ Esta herramienta de modelado de las variables ambientales (temperatura y vientos) y la producción pueden mejorar la toma de decisiones agrícolas, así como contribuir también a la optimización de la producción de cultivos y la planificación adecuada de las actividades agrícolas a lo largo del año en la zona de estudio.
 - ✓ Las funciones de series de senos y cosenos fueron utilizadas para modelar el comportamiento cíclico de la temperatura ambiental y vientos, reproduciendo su comportamiento estacional y diurno de estas variables con precisión y simplicidad, convirtiéndose en una herramienta para la investigación y la toma de decisiones de los cultivos de maracuyá en la región La Libertad.

5.2. Discusión

En la presente investigación se utilizaron funciones de series de senos y cosenos fueron utilizadas para modelar el comportamiento cíclico de la temperatura ambiental y vientos, coincidiendo con autores que utilizaron funciones trigonométricas, senos o cosenos para representar la temperatura ambiental, para predecir el comportamiento del clima con mayor precisión, lo que resulta crucial para la planificación de actividades agrícolas, la gestión de recursos, entre los que destacan (Smith, 2024), (Francisco Bethencourt, 2017) (Azua-Barron, Arteaga-Ramirez, Vásquez-Peña, & Quevedo-Nolasco, 2020).

A nivel de la variabilidad de la producción de cultivos agrícolas, se analizó la variabilidad estacional de la temperatura del aire y su influencia en la producción del maracuyá en la región de Cerro Colorado. Los resultados indican que las temperaturas más cálidas, típicas de los meses de verano, se correlacionan positivamente con un mayor rendimiento de maracuyá, mientras que las temperaturas más frías, que prevalecen en invierno, están asociadas con una disminución en la producción. Estos hallazgos subrayan la importancia de la

gestión de la temperatura en la agricultura y la necesidad de adaptar las prácticas agrícolas a las condiciones climáticas cambiantes.

A nivel de la influencia de la velocidad del viento en la dispersión de sustancias tóxicas: Este estudio evaluó el comportamiento del viento en la zona de Cerro Colorado. Los resultados sugieren que, si bien el viento tiene una influencia menor en la productividad de los cultivos en condiciones climáticas normales, puede desempeñar un papel crucial durante las fumigaciones. En particular, los vientos moderados a fuertes pueden transportar sustancias nocivas, lo que plantea preocupaciones de seguridad y resalta la importancia de una gestión adecuada de productos químicos en la agricultura.

El uso de modelos matemáticos para la estimación de parámetros ambientales: Este estudio empleó modelos matemáticos basados en funciones de sumatoria de senos para describir el comportamiento de la temperatura del aire y el viento a lo largo del año. Los coeficientes de estas funciones se ajustaron con precisión a los datos observados, lo que demuestra su eficacia como herramientas para predecir las temperaturas y vientos diarios. Estos modelos pueden resultar valiosos para la toma de decisiones agrícolas al estimar la temperatura del aire y el viento, y relacionarla con el rendimiento de la producción de maracuyá. Siendo útil en la planificación agrícola a largo plazo.

CAPITULO VI. RECOMENDACIONES

Es importante reconocer las limitaciones de los modelos basados en funciones periódicas de series seno y cosenos, así como los desafíos relacionados con la disponibilidad de datos, por lo que se sugieren las siguientes recomendaciones:

Ampliar la base de datos de producción agrícola

Se sugiere la incorporación de una mayor cantidad de información sobre la producción de cultivos, lo que permitiría una validación más sólida de los resultados obtenidos en relación con los parámetros ambientales. Explorar la diversidad de cultivos y extender el estudio a áreas o parcelas adicionales de producción sería beneficioso. Para ello, se podría considerar la colaboración con cooperativas agrícolas, comités de productores frutícolas o empresas agroindustriales que puedan proporcionar datos adicionales.

Incluir más parámetros ambientales y ampliar el período de estudio

Además de la velocidad del viento y la temperatura del aire, se recomienda considerar otros parámetros ambientales como las precipitaciones pluviales, la humedad relativa y la radiación solar. Asimismo, se sugiere analizar periodos más largos, de diez años o más, para identificar tendencias de cambios multianuales asociados al cambio climático y a fenómenos como El Niño o La Niña. Esto proporciona una visión más completa de la relación entre el clima y la producción agrícola.

Explorar metodologías avanzadas de análisis de datos

Se recomienda explorar enfoques más avanzados en el análisis de datos, como redes neuronales, machine learning y aprendizaje automático. Estas técnicas pueden ayudar a identificar patrones de relación más complejos entre los parámetros climáticos y la producción de cultivos frutícolas o agroindustriales. La aplicación de métodos de análisis de datos más sofisticados puede mejorar la capacidad de predicción y proporcionar una comprensión más profunda de las interacciones ambientales en la agricultura.

Referencias

- Agronegocios Colombia. (2023). *LAS IMPLICACIONES DEL VIENTO EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y LOS PROCESOS DE CULTIVO*. (J. A. Cock, Productor) Recuperado el 2023 de marzo de 15, de <https://www.agronegocios.co/agricultura/las-implicaciones-del-viento-en-la-produccion-agricola-y-los-procesos-de-cultivo-2877688>
- Alvarez, V. V., & Patagua, I. A. (2018). MODELIZACIÓN MATEMÁTICA: ANALISIS DE UNA EXPERIENCIA AULICA EN LA SECUNDARIA. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 31(1), 534-542. Obtenido de <http://funes.uniandes.edu.co/13413/1/Alvarez2018Modelizacion.pdf>
- Amaya Robles, J. E. (2009). *El cultivo del maracuyá (Passiflora edulis Sims f. Flavicarpa)*. Manual técnico de cultivo, Gerencia Agraria La Libertad, Trujillo. Obtenido de http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20MARACUYA_0.pdf
- Azua-Barron, M., Arteaga-Ramirez, R., Vásquez-Peña, M., & Quevedo-Nolasco, A. (2020). Calibración y evaluación de modelos matemáticos para calcular evapotranspiración de referencia en invernaderos. (A. y. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Ed.) *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(1), pp. 125-137. doi:<https://doi.org/10.29312/remexca.v11i1.1906>
- Blomhøj, M., & Hojgaard, T. (2003). Developing mathematical modelling competence: Conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and its applications*, 22(3), 123-139. doi:10.1093/teamat/22.3.123
- Bustamante Scaglioni, E. (2022). *SEVERIDAD Y RIESGO DE SEQUÍA DEL RÍO CHANCAY, LAMBAYEQUE, PERÚ*. Informe de tesis para optar grado de maestro en recursos hídricos, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5298/bustamante-scaglioni-erle-otto-javier.pdf>
- Chilcón Hurtado, M. A., & Suclupe Chapoñan, G. (2015). *Métodos de Diferencias Divididas con Aproximación Polinomial para la variación de Temperatura en Lambayeque (2000-2014)*. Informe para optar el título profesional de Matemático, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Escuela de Matemática, Lambayeque. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/443/BC-TES-4155.pdf>

-
- Egoavil Reategui, A. d. (2021). Manejo integrado del cultivo de maracuyá. *Charla Técnica Virtual*. Perú. doi:<https://hdl.handle.net/20.500.12955/1459>
- Francisco Bethencourt, D. A. (2017). Estimación de bajas temperaturas en la Isla de Tenerife y valoración de resultados para el cultivo de mango, guayaba y noni en agricultura ecológica. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 37(2), 399-414. doi:<http://dx.doi.org/10.5209/AGUC.57731>
- Glencoe. (200). Chapter 6: Graphs of Trigonometric Functions. En Glencoe, *Advance Mathematical Concepts* (pág. 1294). Columbia, USA: McGraw-Hill Inc.,US. Obtenido de https://archive.org/details/isbn_9780028341767/page/n11/mode/2up
- Herboteca. (2020). *Herboteca: Maracuyá amarillo*. Recuperado el 11 de 12 de 2022, de <http://www.herboteca.com.ar/aut-passiflora.html>
- HIDRONAV. (2021). *NORMAS TÉCNICAS HIDROGRÁFICAS N° 42. OCEANOGRAFÍA: MEDICIÓN Y PROCESAMIENTO DEL VIENTO EN SUPERFICIE*. Norma Técnica Hidrográfica, HIDRONAV, LIMA. Obtenido de <https://www.dhn.mil.pe/files/pdf/normas-tecnicas/NormasTecnicaHidrograficasN%C2%B042.pdf>
- INEI. (2022). *Producto Bruto Interno Por Departamentos*. Recuperado el 30 de 12 de 2023, de <https://m.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/producto-bruto-interno-por-departamentos-9089/>
- INIA. (28 de 10 de 2022). *AGRICULTORES DE LA LIBERTAD INCREMENTAN CALIDAD Y RENDIMIENTO DE MARACUYÁ*. Recuperado el 07 de 12 de 2022, de <https://www.inia.gob.pe/2020-nota-112/>
- Lucas Zambrano, M., Chavarri Párraga, J., & Duicela Guambi, L. (2021). Evaluación multianual de las variables climatológicas y su relación con el balance hídrico para el cultivo de maíz duro. . *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, pp 1-23.
- Martín-Gil, F., Martín-Ramos, P., & Martín-Gil, J. (2005). A cryptogram in the compass roses of the Majorcan portolan charts from the Messina-Naples mapmakers school. *Almogaren*(36), 285-296. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Rosa_de_los_vientos
- Matta Vásquez, C. E. (2015). *ANÁLISIS ECONÓMICO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE LA REGIÓN LAMBAYEQUE*. Informe para optar título profesional de economista, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque.
-

https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2112/1/TL_MattaVasquezCinthya.pdf

MIDAGRI. (2020). *Análisis de mercado 2015 a 2020: Maracuyá*. Unidad de Inteligencia Comercial, Sierra y Selva exportadora, Lima. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2071639/An%C3%A1lisis%20de%20mercado%20-%20Maracuy%C3%A1%202015%20-%202020.pdf>

MINCETUR. (2022). *El arándano se posiciona como el principal producto de agroexportación nacional en los últimos doce meses*. Recuperado el 27 de noviembre de 2022, de <https://www.gob.pe/institucion/mincetur/noticias/672598-el-arandano-se-posiciona-como-el-principal-producto-de-agroexportacion-nacional-en-los-ultimos-doce-meses>

Miranda, D., Fischer, G., Carranza, C., Magnitskiy, S., Casierra, F., Piedrahíta, W., & Flóres, L. E. (2009). *Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba* (Primera ed.). (D. Miranda, G. Fischer, C. Carranza, S. Magnitskiy, F. Casierra, W. Piedrahíta, & L. E. Flóres, Edits.) Bogotá, Colombia. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Gerhard-Fischer-2/publication/259346111_Cultivo_poscosecha_y_comercializacion_de_las_pasifloraceas_en_Colombia_maracuya_granadilla_gulupa_y_curuba/links/55e0d5b108aecb1a7cc58e7b/Cultivo-poscosecha-y-comercializacion-de

Monsalve Dávila, W. E. (2019). *“PLAN DE NEGOCIO PARA LA PRODUCCIÓN DEL MARACUYÁ MORADO (Passiflora edulis f. edulis), PARA EXPORTACIÓN EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE AÑO 2018”*. Lambayeque. Obtenido de https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/4578/Monsalve_D%C3%A1vila_Walter_Enrique.pdf

Morales-Ruiz, A., & Díaz-López, E. (2020). Influencia de la temperatura, precipitación y radiación solar en el rendimiento de maíz en el valle Toluca, México. *Agrociencia*, 54(3), pp. 377-385. doi:DOI: 10.47163/agrociencia.v54i3.1933

Muñoz-Ordoñez, F. J., Gutiérrez Guzmán, N., Hernández-Gómez, M. S., & Fernández-Trujillo, J. P. (2023). The climactic conditions limit fruit production and quality in gulupa (*Passiflora edulis* Sims f. *edulis*) under integrated fertilization. *South African Journal of Botany*, 153, 145-156. doi:<https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.11.043>

Ramírez Castañeda, L. N., & Potes Potes, S. (2019). Estimación del rendimiento del cultivo de *Passiflora Edulis* (Maracuyá) a partir de modelos estadísticos. *Revista Inventum*, 144(26),

R-coder. (2022). *Función de densidad*. Recuperado el 11 de 12 de 2022, de <https://r-coder.com/grafico-densidad-r/>

SENAMHI. (2021). *Ficha técnica agroclimática: Maracuyá (Passiflora Edulis Sims.)*. Obtenido de <https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/1419>

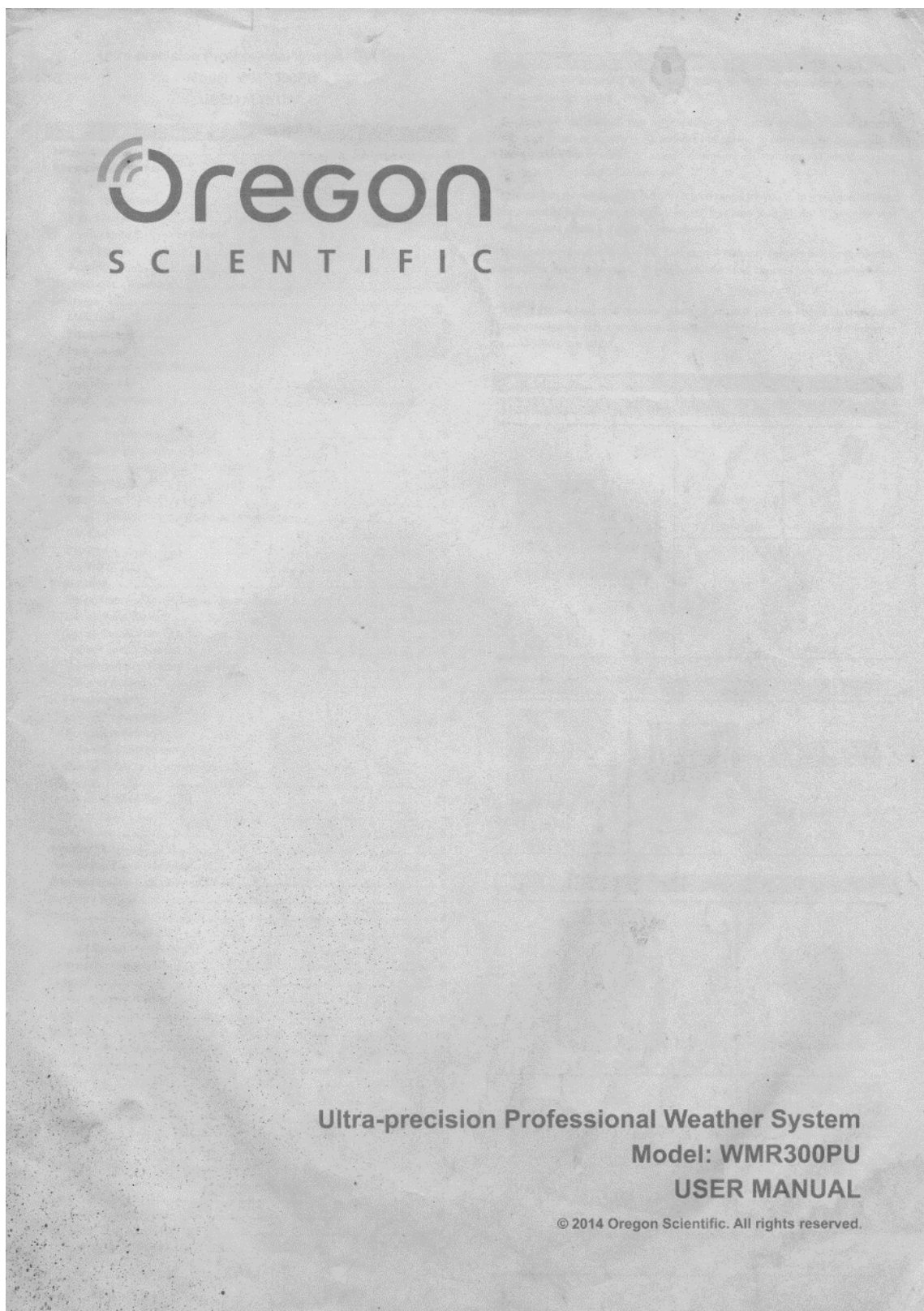
Smith, P. (2024). *Maths and Physics Notes*. (A Star Maths and Physics) Obtenido de <https://astarmathsandphysics.com/ib-maths-notes/trigonometry/1126-modelling-seasonal-temperatures-with-the-sine-function.html>

Yzarra Tito, W. J., & López Ríos, F. M. (2017). *Manual de observaciones fenológicas*. Manual - Guía Técnica, SENAMHI, Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12542/272>

Zachary, F. (2015). *Modeling Temperature with a Sine Wave*. Recuperado el 04 de abril de 2024, de https://prezi.com/_p0owfjiquhs/modeling-temperature-with-a-sine-wave/

ANEXOS

Anexo 01: Manual de usuario e instalación de estación meteorológica



CAJA DE TRANSMISIÓN SOLAR RF

Dimensiones (L x A x A)	178 x 154 x 91,7mm (7 x 6.06 x 3.61 pulgadas)
Peso	530 g (1,2 lbs.)
Batería	Pila recargable de 1,2 V
Frecuencia RF	BW 916-928Mhz. Máx. PIRE: 36dbm (4W)
Alcance	300 m (1000 pies), línea visual sin obstáculos
Intervalos de transmisión	Sínd: 2,5/3 ser TH: 10/12 ser Lluvia: 20/24 ser
Canal	1 edificio, 1 lluvia, 1 rayos UVA, 1 solar y 1 de temperatura/humedad

MEDIDOR DE LLUVIA

Dimensiones (L x A x A)	287,5 x 226 x 279 mm (11,32 x 8,90 x 10 pulgadas)
Peso	1213g (2.674lbs.)
Temperatura de funcionamiento	-40 ~ +65°C
Temperatura de almacenamiento	-45 ~ 70°C
Unidad de precipitación	mm y pulgadas
Unidad de índice de lluvia	mm/hr e in/hr
Intervalo de precipitación	0~393.6 pulgadas
Intervalo de índice de lluvia	0, 0.04 pulg/h (1 mm/h) a 40 pulg/h (1016 mm/h)
Resolución	0,01 pulgadas (0,254mm)
Precisión de precipitación	cuando el índice está por debajo de 5 pulg/h (127 mm/h): ±5% o ±0,01 pulg (0,254 mm, un volcado del cubo)
Precisión de índice de lluvia	±5% o ±0,04 pulg/h (1 mm/h) si el índice está por debajo de 5 pulg/h (127 mm/h)
Modos de memoria	Precipitación acumulada desde el último reinicio de memoria Índice máximo de lluvia
Modos de pantalla	Precipitación últimas 24 horas, por hora y acumulado
Alarma	Máx. de índice de lluvia y últimas 24 h

UNIDAD DE SENSOR DE VIENTO

Dimensiones (L X A X A)	516 x 345,5 x 135 mm (20,31 x 13,60 x 5,32 pulgadas)
Peso	520g (1,15lbs.)
Temperatura de funcionamiento	-40 ~ +65°C
Temperatura de almacenamiento	-45 ~ 70°C
Unidad de velocidad del viento	m/s, km/h, mph, nudos
Gama de velocidad del viento	0~80m/s
Resolución de velocidad del viento	0,1 mph o 0,1 nudo o 0,1m/s
Precisión de velocidad	+/- 0.9m/s (por debajo de 18m/s) +/- 5% (por encima de 18m/s)
Resolución de la dirección	1°
Precisión de dirección	3°
Modos de memoria	Velocidad de ráfaga máxima del día de hoy/mensual con dirección (y marca de la hora)
Modos de pantalla	Ráfaga/velocidad media y dirección del viento
Alarma	Máx. de velocidad de ráfaga

SOBRE OREGON SCIENTIFIC

Visite nuestro sitio web www.oregonscientific.com para obtener más información sobre los productos de Oregon Scientific.

Si tiene alguna duda, póngase en contacto con nuestros servicios al cliente en serviciotecnico@oregonscientific.es

Oregon Scientific Global Distribution Limited se reserva el derecho de interpretar e inferir cualquier contenido, términos y provisiones de este manual de usuario y corregirlo, a su discreción en cualquier momento y sin aviso previo. Si hubiese alguna divergencia entre la versión en inglés y las versiones de otros idiomas, prevalecerá la versión en inglés.



Diseñado específicamente para el mercado peruano

Sistema meteorológico profesional de precisión superior
Modelo: WMR300PU

MANUAL DE USUARIO

CONTENIDO

Introducción	1
Contenidos Del Embalaje	1
Unidad Con Pantalla	1
Transmisor Solar	1
Medidor De Lluvia	1
Sensor De Temperatura Y Humedad	2
Sensor Eólico	2
Componentes De Montaje	2
Accesorios - Sensores	2
Resumen	2
Unidad Principal	2
Caja De Transmisión	2
Medidor De Lluvia	3
Sensor De Temperatura Y Humedad	3
Sensor De Viento	3
Pantalla LCD Detallada	3
Pantalla LCD	3
Temperatura Y Humedad Interiores	3
Temperatura Y Humedad Exterior	4
Punto De Condensación / Índice De Calor / Sensación De Frío	4
Salida / Puesta Del Sol	4
Velocidad Y Dirección Del Viento	4
Reloj / Alarma / Previsión Meteorológica / Fase De La Luna	4
Gráfico De Barras	4
Barómetro	5
Precipitación	5
Instalación	5
Montaje Del Sensor De Lluvia/temperatura Y Del Sensor Barométrico	5
Configuración Del Sensor Eólico	5
Montaje De La Caja De Transmisión	5
Conexiones De Cable	5
Colocación De La Pila De La Caja De Transmisión	6
Ajuste Del Canal	6
Retirar Ajuste	6
Piloto LED Indicador	6
Instalación De Los Sensores	6
Colocación De Pilas De La Unidad Principal	7
Acoplamiento De Sensores / Eliminar Sensores	7
Reloj	7
Ajuste Manual Del Reloj	7
Despertador	8
Fase De La Luna	8
Predicción Meteorológica	8
Temperatura Y Humedad	8
Punto De Condensación / Índice De Calor / Sensación De Frío	8
Salida / Puesta Del Sol	9
Viento	9
Calibración De La Dirección	9
Velocidad Y Dirección Del Viento	9
Presión Barométrica	9
Precipitación	9
Precipitación Acumulada	9
Diagrama De Barras	9
Memoria	10
Max / Min De Los Registros Del Día De Hoy / Mensuales	10
Registro Horario	10
Registro De Datos	10
Alarma	10
Iluminación De La Pantalla	11
Reinicio	11
Mantenimiento	11
Solución De Problemas	11
Precautions	12
Especificaciones	12
Sobre Oregon Scientific	13

INTRODUCCIÓN

Gracias por elegir el sistema meteorológico profesional de precisión superior de Oregon Scientific™ (WMR300PU).

Este sistema puede proporcionarle información meteorológica mediante varios sensores con un alto nivel de precisión. Todos los sensores están conectados a una caja de transmisión que funciona con pila y con energía solar que envía de modo inalámbrico los datos que se muestran en la pantalla LCD de la unidad principal interior.

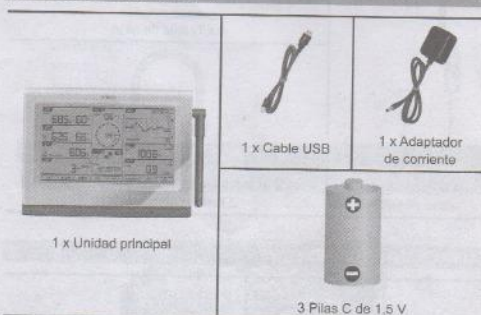
Este sistema recuerda los datos de un plazo de tiempo, de modo que podrá hacer un seguimiento y analizar el estado del tiempo. También podrá exportar los datos a un PC por cable, y gestionar y analizar sistemáticamente los datos.

El sistema se puede expandir a hasta 8 termómetros y sensores de humedad, y es compatible con otros sensores meteorológicos. Para comprar un sensor adicional, sírvase ponerse en contacto con su proveedor local.

NOTA Tenga este manual a mano cuando use su nuevo producto. Contiene prácticas instrucciones explicadas paso a paso, así como especificaciones técnicas y advertencias que debe conocer.

CONTENIDOS DEL EMBALAJE

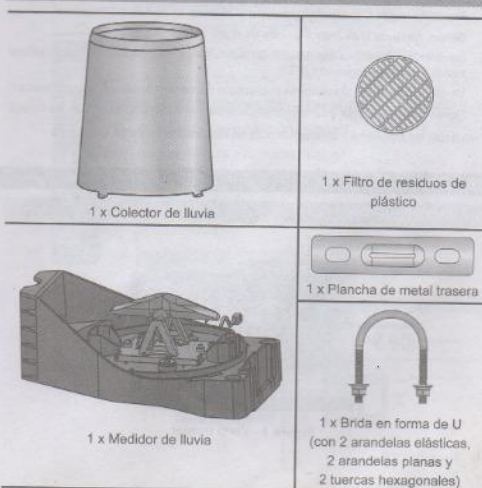
UNIDAD CON PANTALLA



TRANSMISOR SOLAR



MEDIDOR DE LLUVIA



1. Toma del adaptador de corriente (opcional)
2. Interruptores deslizantes de ajuste de canal (SW1)
3. Conector con código de color para conectar el panel solar
4. Compartimiento de la pila recargable
5. Botón de RESET
6. Botón KEY: para calibrar la dirección del viento
7. Toma del sensor UV (de rayos UVA) (no disponible en este momento)
8. Toma del sensor SOLAR (no disponible en este momento)
9. Toma del sensor RAIN (de lluvia)
10. Toma del sensor TH (temperatura y humedad)
11. Toma del sensor WIND (eólico)
12. Interruptor deslizante conector (SW4)
13. Pilotos LED (azul/verde/rojo)

MEDIDOR DE LLUVIA

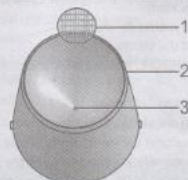


Figura 6 - Vista superior

1. Filtro de residuos de plástico
2. Medidor de lluvia
3. Orificio del colector

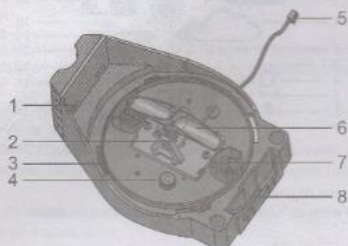


Figura 7 - Vista inferior

1. Orificios para tornillos
2. Sensor de lluvia
3. Orificio de la instalación recolectora de lluvia
4. Nivel
5. Cable del sensor
6. Cubo
7. Orificios de drenaje
8. Orificio para inserto de montaje

SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

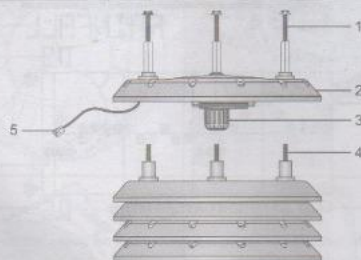


Figura 8

1. Tornillos (Tipo B)
2. Carcasa del sensor
3. Sensor de temperatura y humedad
4. Tornillos (preinstalados)
5. Cable del sensor

SENSOR DE VIENTO

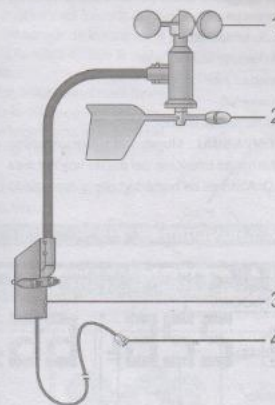
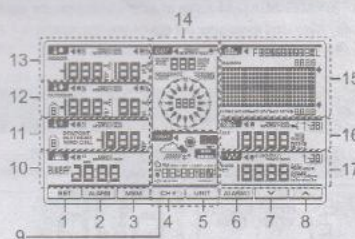


Figure 9

1. Colectores de viento (anemómetro)
2. Veleta
3. Soporte del sensor eólico
4. Cable del sensor

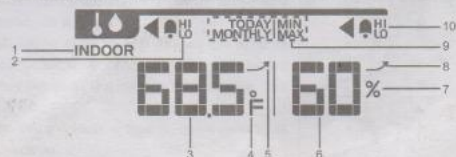
PANTALLA LCD DETALLADA

PANTALLA LCD



1. **SET**: Acceder a los modos de configuración
2. **ALARM**: Configurar y ver el estado del reloj y las alarmas HI/LO
3. **MEM**: Visualizar lecturas actuales y memoria
4. **CH**: Alternar entre 8 distintos canales / Indicador de batería baja
5. **UNIT**: Cambiar pantalla/unidades de medición
6. **ALARMO**: Activar o desactivar la alarma
7. **▼**: Pulse para reducir el valor
8. **▲**: Pulse para incrementar el valor
9. **TODAY**: Reloj / alarma / previsión meteorológica / fase de la luna
10. **☀**: Área de salida/puesta del sol
11. **💧+**: Área de punto de condensación / Índice de calor / Sensación de frío
12. **💧**: Área de temperatura y humedad exterior
13. **💧**: Área de temperatura y humedad interior
14. **☞**: Área de velocidad y dirección del viento
15. **▬**: Área de diagrama de barras
16. **📊**: Área de barómetro
17. **☔**: Área de precipitación

TEMPERATURA Y HUMEDAD INTERIORES



SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD



1 x Carcasa termo/higro con sensor instalado (THGN300)



3 x Tornillos (Tipo B, con 3 arandelas elásticas y 3 arandelas planas)

SENSOR EÓLICO



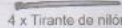
1 x Unidad de sensor eólico (WGR300)



1 x Colectores de viento



1 x Veleta



4 x Tirante de nylon



1 x Brida en forma de U (con 2 arandelas elásticas, 2 arandelas planas y 2 tuercas hexagonales)

COMPONENTES DE MONTAJE



2 x Tornillos (Tipo A, con 2 arandelas elásticas y 2 arandelas planas)



1 x Destornillador

ACCESORIOS - SENSORES

El sistema puede ampliarse hasta 8 sensores de temperatura y barométricos, y para ser compatible con los sensores siguientes (de marca Oregon Scientific) para aprovechar al máximo el rendimiento de su sistema meteorológico. Estos sensores meteorológicos adicionales se comercializarán en un futuro cercano. Para obtener noticias y más información sobre estos sensores, visite nuestro sitio web www.oregonscientific.com.

- Repetidor inalámbrico (permite ampliar el alcance de transmisión)
- Sensor de rayos UVA (Índice y dosis de rayos UVA)
- Sensor de radiación solar (Radiación solar, índice de temperatura/humedad/sol/viento y evapotranspiración (ET))
- Ventilador aspirador (Incrementa la precisión del sensor de temperatura/humedad)
- Sensor de suelo/hojas (Humedad/temperatura del suelo y humedad de las hojas)

* No todas las funciones y accesorios estarán disponibles en todos los países.

RESUMEN

UNIDAD PRINCIPAL



Figura 1 - Vista frontal

1. Pantalla LCD
2. Antena

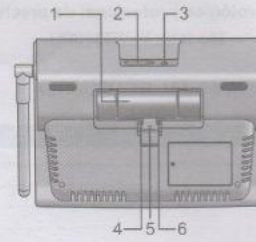


Figura 2 - Vista trasera

1. Compartimiento para las pilas
2. Toma USB
3. Toma del adaptador de corriente
4. Interruptor de retroiluminación (continua) ON/OFF
5. RESET: La unidad vuelve a los ajustes predeterminados

CAJA DE TRANSMISIÓN



Figura 3 - Vista frontal

1. Panel solar
2. Antena
3. Orificios para tornillos

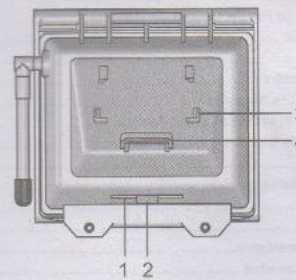


Figura 4 - Vista trasera

1. Toma del cable
2. Tope de goma
3. Soporte de montaje
4. Anilla de montaje

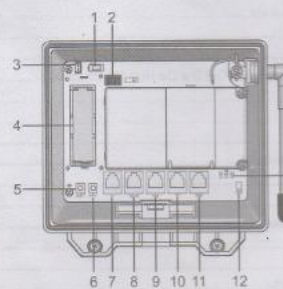
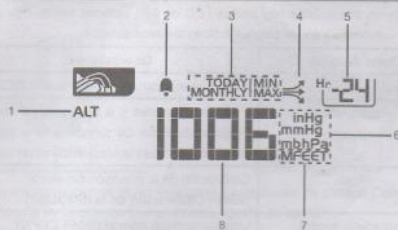


Figura 5 - Vista interior

BARÓMETRO



1. Indicador de área de altitud
2. : Alarma de cambios en la presión barométrica
3. **MÍN/MAX/HOY/MENSUAL**: Muestra el máximo/mínimo de las lecturas de presión barométrica del día de hoy/del mes
4. Tendencia del barómetro
5. Indicador de registros horarios (de -24 a 0)
6. **inHg / mmHg / mb / hPa**: Unidad del barómetro
7. **M / PIES**: Unidad de altitud
8. Lectura del barómetro

PRECIPITACIÓN



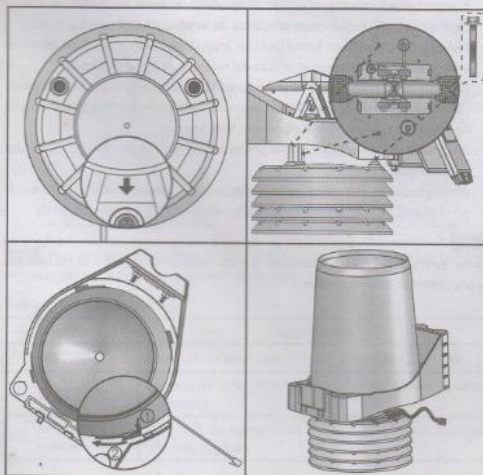
1. : Alarma HI: Alarma de alto índice de lluvia y precipitación de las últimas 24 h.
2. **HOY/MES/MAX**: Muestra la lectura máxima de precipitación/lluvia del día de hoy/mes
3. Indicador de registros horarios (de -24 a 0)
4. **ÍNDICE**: Índice de precipitación
5. **ESTA HORA/ACUM/ÚLTIMAS 24H**: Intervalo de tiempo seleccionado
6. **Pulgadas/mm**: Unidad de precipitación; **pulgadas/h / mm/h**: Unidad de índice de lluvia
7. Pantalla de lectura de lluvia
8. Indicador de área de lluvia

INSTALACIÓN

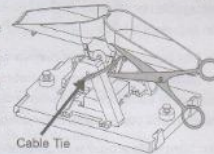
Prepárese las herramientas antes de empezar con la instalación. Podría necesitar destornilladores, llaves inglesas o un taladro eléctrico.

MONTAJE DEL SENSOR DE LLUVIA/TEMPERATURA Y DEL SENSOR BAROMÉTRICO

El medidor de lluvia recoge lluvia y calcula la precipitación. La caja de transmisión puede transmitir datos inalámbricamente hacia la unidad principal.



1. Asegúrese de que la flecha que la carcasa del sensor de temperatura y humedad lleva grabada quede mirando hacia la caja de transmisión.
2. Alinee los tres orificios para tornillos del medidor de lluvia con las tres tachuelas de la carcasa del sensor de temperatura y humedad.
3. Apriete bien los tornillos de tipo B en las tachuelas para asegurarse de que queda bien fijado.
4. Ponga el colector de lluvia en el medidor de lluvia alineando la punta con los orificios, y a continuación hágalo girar en la dirección de las agujas del reloj para que quede bien fijado.
5. Ponga el filtro de residuos de plástico en el colector de lluvia.



NOTA Corte el cable del cubo antes de utilizarlo.

CONFIGURACIÓN DEL SENSOR EÓLICO

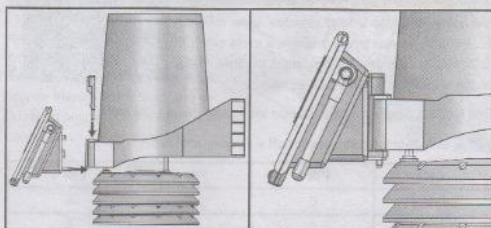
El sensor de viento registra la velocidad del viento y su dirección.



1. Suelte los tornillos de los colectores de viento y de la veleta.
2. Introduzca la punta del sensor eólico en los colectores y fíjela bien ejerciendo un poco de presión. A continuación, haga girar firmemente el tornillo.
3. Introduzca la parte inferior del sensor eólico en la veleta y fíjela bien ejerciendo un poco de presión. A continuación, haga girar firmemente el tornillo.

NOTA Hay una arandela de goma alrededor de la parte superior del sensor eólico para impedir un contacto fuerte durante la instalación. Puede moverla un poco hacia arriba antes de introducir el colector de viento.

MONTAJE DE LA CAJA DE TRANSMISIÓN



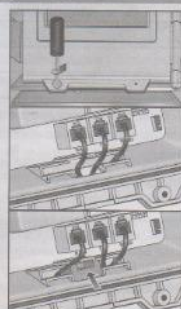
1. Acerque la anilla de montaje de la caja de transmisión al medidor de lluvia, y alinéelo con la parte inferior del orificio del medidor.
2. Introduzca el inserto de montaje en la anilla de la caja de transmisión a través del orificio que hay en el medidor de lluvia (hay que apretar con fuerza). Oirá un clic.

NOTA La caja de transmisión contiene elementos electrónicos sofisticados, así que manipúlela con cuidado.

CONEXIONES DE CABLE

Es mejor conectar los cables de cada sensor a la caja de transmisión antes de colocar el palo.

1. Desatornille la caja de transmisión para abrirla.
2. Retire el tope de goma de la toma del cable.
3. Introduzca todos los cables de los sensores a través de la toma.
4. Coloque el cable del sensor en la toma correspondiente, observando los nombres que hay debajo de la toma para reconocerlos. Oirá un clic.
5. Vuelva a colocar el tope de goma de la toma del cable.



1. Indicador de temperatura/humedad interior
2. Alarma HI/LO: Alarmas de temperatura alta o demasiado baja
3. Lectura de temperatura interior
4. °C / °F: Unidad de temperatura
5. Tendencia de la temperatura interior
6. Lectura de humedad interior
7. %: Unidad de humedad
8. Tendencia de la humedad interior
9. **MÍN/MÁX/HOY/MENSUAL**: Muestra el máximo/mínimo de las lecturas de temperatura / humedad interiores del día de hoy/del mes
10. Alarma HI/LO: Alarmas de humedad alta o demasiado baja

TEMPERATURA Y HUMEDAD EXTERIOR



1. Indicador de temperatura/humedad exterior
2. Alarma HI/LO: Alarmas de temperatura exterior alta o demasiado baja
3. Canal seleccionado
4. Lectura de Temperatura exterior
5. °C / °F: Unidad de temperatura
6. Tendencia de la temperatura exterior
7. Lectura de humedad exterior
8. %: Unidad de humedad
9. Tendencia de humedad exterior
10. **MÍN/MÁX/HOY/MENSUAL**: Muestra el máximo/mínimo de las lecturas de temperatura / humedad exteriores del día de hoy/del mes
11. Alarma HI/LO: Alarmas de humedad exterior alta o baja

PUNTO DE CONDENSACIÓN / ÍNDICE DE CALOR / SENSACIÓN DE FRÍO



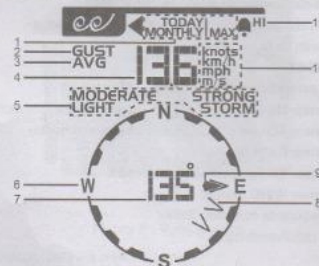
1. Alarma HI/LO: Alarmas de temperatura alta o baja
2. Canal seleccionado.
3. Indicador de sensación de frío (solo a partir de la lectura del CH1)
4. Indicador de índice de calor
5. Indicador de punto de condensación
6. Punto de condensación / Índice de calor / Sensación de frío
7. °C / °F: Unidad de temperatura
8. **MÍN/MÁX/HOY/MENSUAL**: Muestra las lecturas máxima/mínima de punto de condensación/índice de calor/sensación de frío del día de hoy/del mes

SALIDA / PUESTA DEL SOL



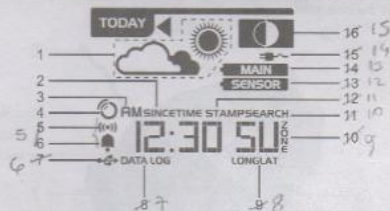
1. AM/PM
2. Indicador de salida del sol
3. Indicador de puesta del sol
4. Pantalla de la hora

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO



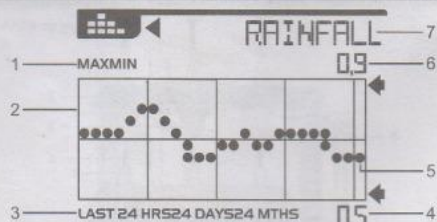
1. **MÁX/HOY/MENSUAL**: Muestra la ráfaga de viento máxima del día de hoy/del mes
2. Indicador de ráfaga de viento
3. Indicador de velocidad media del viento
4. Indicador de velocidad del viento
5. **MODERADA/LEVE/FUERTE/TORMENTA**: Indicadores de nivel de velocidad del viento
6. W(oeste) / S(sur) / E(este) / N(norte)
7. Lectura de la dirección del viento/ángulo calibrado
8. Indicador(es) de la dirección del viento en la última hora
9. Indicador de dirección de ráfaga / media del viento
10. **Nudos / km/h / mph / m/s**: Unidad de velocidad del viento
11. Alarma HI: Alarmas de alta velocidad del viento

RELOJ / ALARMA / PREVISIÓN METEOROLÓGICA / FASE DE LA LUNA

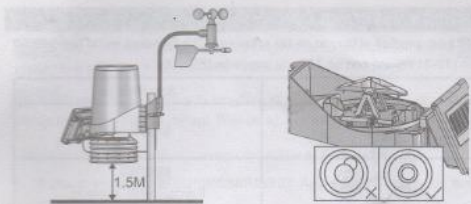


1. Área de icono de predicción meteorológica
2. **DESDE**: Fecha de inicio de las precipitaciones acumuladas
3. AM/PM
4. Modo de pantalla de la alarma
5. Indicador de alarma diaria
6. El puerto USB se ha conectado correctamente
7. **REGISTRO DE DATOS**: Pantallas de información del registro de datos
8. **LONG/LAT**: Longitud/Latitud
9. Configuración de husos horarios
10. **SEARCH**: Buscando transmisor solar
11. **TIME STAMP**: Hora concreta del registro seleccionado
12. La pila del transmisor solar está casi agotada
13. La pila de la unidad principal está casi agotada
14. Se ha conectado el adaptador
15. Área de fase de la luna

GRÁFICO DE BARRAS



1. **MAX/MIN**: Indicador de lectura máxima/mínima del área seleccionada
2. Área de diagramas de barras
3. **ÚLTIMAS 24HRS/24 DÍAS/24 MESES**: Período de tiempo
4. Lectura mínima para referencia
5. Lectura gráfica actual del área correspondiente
6. Lectura máxima para referencia
7. **TEMP IN/HUM IN / TEMP EX/HUM EX/PUNTO DE CONDENSACIÓN/ÍNDICE DE CALOR/SENSACIÓN DE FRÍO/VIENTO/BARO/PRECIPITACIÓN**: Indicadores del modo gráficos



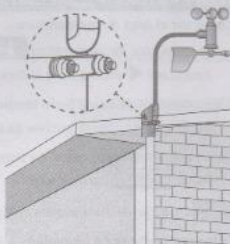
7. Siga las instrucciones de las secciones **Conexiones de cables**, **Colocación de la pila de la caja de transmisión y ajuste de canal**.
8. Fije bien el palo en la ubicación deseada.
9. Recoja el exceso de cable utilizando los fijadores.

NOTA Incluímos 6 m de cable de sensor eólico para que pueda colocar el sensor separado del palo, como en **Opción 2** y **Opción 3**. Recoja el exceso de cable si es necesario.

NOTA Ponga el filtro de residuos de plástico en el colector de lluvia. Compruebe regularmente el filtro y asegúrese de que no quede totalmente cubierto de hojas u otros objetos.

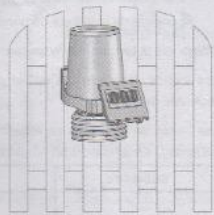
Opción 2: El sensor eólico se instala separadamente; el resto de sensores con caja de transmisión se colocan en un palo.

1. Siga los pasos 3-4 de la **Opción 1** para instalar el sensor de temperatura / humedad y el sensor de lluvia en un palo.
2. Introduzca los tornillos de tipo A en el sensor eólico. Fíjelos bien en el lugar deseado utilizando una llave inglesa.
3. Siga los pasos 7-9 de la **Opción 1** para finalizar la instalación.



Opción 3: El sensor eólico se instala en un palo; el resto de sensores con caja de transmisión se colocan aparte.

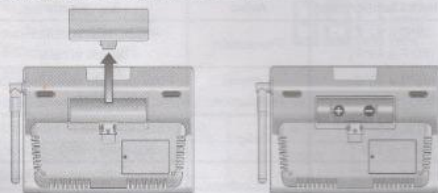
1. Siga los pasos 5-8 de la **Opción 1** para instalar el sensor eólico en un palo.
2. Introduzca los tornillos de tipo A en el medidor de lluvia. Fíjelos bien en el lugar deseado utilizando una llave inglesa.
3. Siga los pasos 7-9 de la **Opción 1** para finalizar la instalación.



COLOCACIÓN DE PILAS DE LA UNIDAD PRINCIPAL

Para introducir las pilas:

1. Retire la cubierta del compartimiento para pilas.
2. Introduzca las pilas incluidas en el compartimiento fijándose en la polaridad +/-.
3. Pulse **RESET** en el compartimiento.
4. Cierre la tapa del compartimiento para pilas.



NOTA No use pilas recargables. Recomendamos utilizar pilas alcalinas con este producto para que funcione durante más tiempo.

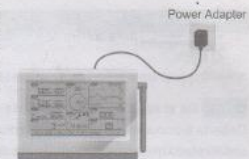
Indicadores de pila gastada:

Icono	Significado
	Las pilas de la unidad principal están casi gastadas
	La pila de la(s) caja(s) de transmisión está(s) casi agotada(s)
	Una caja de transmisión / la unidad principal tiene la pila casi agotada

Si desea utilizarlo continuamente, instale el adaptador de corriente. Las baterías deben usarse únicamente en caso de necesidad. Conecte el adaptador de corriente a una toma de corriente no controlada por un interruptor.

NOTA Esta fuente debe estar correctamente orientada en una posición vertical o montada sobre el suelo. Las clavijas no han sido diseñadas para mantener la conexión en su sitio si está conectada a un techo, debajo de la mesa o a un enchufe de armario.

El enchufe debe estar cerca del equipo y ser de fácil acceso.



ACOPLAMIENTO DE SENSORES / ELIMINAR SENSORES

Cuando acople los dispositivos por primera vez, coloque la unidad principal cerca de la caja de transmisión solar para que la señal se acople más rápido y mejor.

Cómo acoplar un sensor:

1. El interruptor de acoplamiento **SW4** de la caja de transmisión está configurado en **1 (ON)**.
2. Pulse el área **TODAY**.
3. Pulse **SET** y **UNIT** y manténgalos pulsados al mismo tiempo hasta acceder al modo de configuración de sensor (todas las lecturas de los sensores desaparecerán de la pantalla, que mostrará - -).
4. Pulse **↓** o **↑** para seleccionar el canal que quiera añadir al sensor. El canal (**SET**) está disponible para acoplar un sensor.
5. Pulse **SET** y manténgalo pulsado durante 2 segundos. Oirá un pitido. Pulse cualquier punto del panel, excepto el área **TODAY**.
6. El indicador **SEARCH** del área **TODAY** parpadea para acoplar.
7. Cuando **SEARCH** desaparece y el canal seleccionado del sensor muestra la lectura meteorológica, significa que el acoplamiento se ha realizado con éxito.

NOTA La unidad principal busca el sensor durante unos 10 minutos. Complete el acoplamiento en una hora a contar desde el momento en que active el interruptor de acoplamiento en la caja de transmisión. De lo contrario tendrá que desactivarlo y volverlo a activar.

NOTA Asegúrese de calibrar la dirección del viento antes de acoplar el sensor eólico; véase **Calibración de dirección** para obtener más información.

CONSEJO El alcance de transmisión puede variar debido a muchos factores.

Es posible que tenga que probar varias ubicaciones para obtener los mejores resultados. Alinee la antena de la caja de transmisión y la antena de la unidad principal en paralelo para conseguir un rendimiento mejor.



Cómo eliminar un sensor:

1. Pulse el área **TODAY**.
2. Pulse **SET** y **UNIT** y manténgalos pulsados al mismo tiempo hasta acceder al modo de configuración de sensor (la pantalla mostrará - -).
3. Pulse **↓** o **↑** para seleccionar el canal del sensor que quiera eliminar. Solamente podrá eliminar el sensor cuya lectura no se esté alternando (se muestra **MEM**).
4. Pulse **MEM** y manténgalo pulsado durante al menos 2 segundos. Se oirá un pitido y la pantalla mostrará - -; significa que el sensor se ha eliminado correctamente de la unidad principal.

RELOJ

AJUSTE MANUAL DEL RELOJ

NOTA Para configurar manualmente el reloj/calendario, desactive en primer lugar la recepción de señal del reloj (Véase **Cómo activar/desactivar recepción de la señal**).

Cómo configurar el reloj/calendario manualmente:

1. Pulse el área **TODAY** para activar. Aparecerá al lado del área, y la barra de herramientas se mostrará en la parte inferior de la pantalla.
2. Pulse **SET** en la barra de herramientas y manténgalo pulsado, y a continuación alterne **SET** entre zona horaria, opciones de horario de verano, formato 12/24 h, hora, minuto, año, día / mes, mes, día, idioma del día de la semana, latitud y longitud.
3. En cuanto esté en el menú que desee, pulse **↓** o **↑** para modificar los ajustes.

COLOCACIÓN DE LA PILA DE LA CAJA DE TRANSMISIÓN

El panel solar de la caja permite ahorrar energía y supone un modo ecológico de suministrar corriente a la unidad principal y a los sensores, y prolongar la duración de las pilas. Puede alimentar totalmente la pila recargable incluida. La batería recargable por sí sola puede alimentar los sensores. Coloque la caja de transmisión expuesta a la luz directa del sol para que el panel solar alimente a la unidad.

La pila recargable incluida no va completamente cargada y seguramente se habrá descargado durante el transporte. Le recomendamos cargarla varias horas con el panel solar conectado.

También puede adquirir separadamente un adaptador de corriente para alimentar directamente la caja de transmisión. El voltaje de salida del adaptador de corriente es de 3V. Haga pasar el cable del adaptador por la toma de cables.

Compruebe la conexión del panel solar. Si no está bien conectado, vuelva a conectarlo.

Conecte el extremo de color del conector en la toma correspondiente de la caja de transmisión tal y como se indica a continuación, y coloque los cables bien en el interior de la caja.

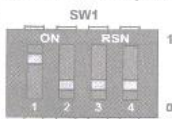
Cómo instalar la pila recargable:

Introduzca la pila en el compartimiento para pilas fijándose en la polaridad +/-.



AJUSTE DEL CANAL

Su sistema de estación meteorológica puede expandirse con hasta 8 conjuntos de sensores de temperatura y humedad, un conjunto de sensor eólico y otro de sensor de precipitación, que comparten una unidad principal para mostrar sus lecturas. Puede poner número a cada caja de transmisión con una ID de canal distinta (1-8) mediante los interruptores deslizantes.



Siga la tabla siguiente para ajustar los interruptores del SW1:

NOTA El 0 de la tabla representa off y 1 representa on.

CH	PIN 2	PIN 3	PIN 4
Canal 1	0	0	0
Canal 2	0	0	1
Canal 3	0	1	0
Canal 4	0	1	1
Canal 5	1	0	0
Canal 6	1	0	1
Canal 7	1	1	0
Canal 8	1	1	1

Para indicar claramente el estado de su canal, puede activar el piloto LED de la caja de transmisión correspondiente deslizando el interruptor **PIN 1** a 1.

Función	PIN 1
Desactivar LED	0
Activar LED	1

Una vez configurado, apague el piloto LED deslizando el interruptor **PIN 1** a 0 para ahorrar energía, y a continuación cierre la caja apretando los tornillos.

NOTA Si el piloto LED parpadea, significa que la transmisión es normal (véase **Piloto Indicador LED**).

RETIRAR AJUSTE

Para borrar el ajuste anterior de la caja de transmisión, puede pulsar **RESET** y **KEY** al mismo tiempo, y a continuación soltar únicamente **RESET**; el piloto rojo parpadeará 5 veces. A continuación suelte **KEY**. El ajuste de canal y la dirección calibrada del viento se borrarán de la caja de transmisión.

PILOTO LED INDICADOR

En la caja de transmisión hay pilotos LED de tres colores: verde, rojo y azul. Distintas combinaciones de colores indican distintos estados.

Color de la luz	Operaciones
Azul->verde->rojo	Parpadea en cuanto (pulse y) suelte RESET
El rojo parpadea cada segundo	Parpadea 5 veces y a continuación elimina el ajuste de todos los sensores de la caja de transmisión (véase la sección Eliminar ajuste)
Rojo	Calibración de la dirección del viento (véase Calibración de la dirección)
Parpadeos verdes	Una transmisión normal (WMR300PU)

INSTALACIÓN DE LOS SENSORES

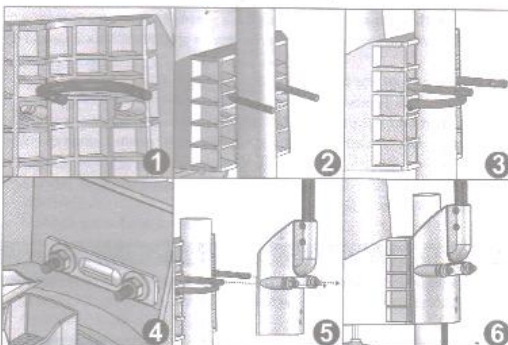
A la hora de instalar los sensores, tiene tres opciones

La caja de transmisión puede transmitir datos inalámbricamente en un alcance aproximado de 300 m (1000 pies). La colocación ideal del sensor sería un punto del techo de un edificio en un espacio abierto, alejado de árboles u otros obstáculos que impidan el paso del viento para obtener lecturas precisas. Además, coloque la caja de transmisión expuesta a la luz directa del sol para que el panel solar alimente a la unidad.

Panel solar encarado hacia:	Si vive en:
Norte	Hemisferio sur
Sur	Hemisferio norte

NOTA Asegúrese de que el sensor de temperatura y humedad esté ubicado a un mínimo de 1,5 m del suelo para impedir que la temperatura del suelo afecte su precisión.

Opción 1: Todos los sensores se instalan en un palo.



NOTA Retire el colector de lluvia antes de instalarlo y elija un palo con un diámetro de entre 32 y 45 mm.

- Coloque una brida en forma de U sin arandelas planas, arandelas elásticas y tuercas hexagonales en el orificio del medidor de lluvia (figura 1).
- Deje que el palo llegue hasta el interior de la brida en U (figura 2).
- Coloque la otra brida en forma de U sin arandelas planas, arandelas elásticas y tuercas hexagonales en el orificio del medidor de lluvia (figura 3).
- Coloque la plancha de metal a través de la brida y fíjela bien con dos pares de arandelas planas, arandelas elásticas y tuercas hexagonales por encima de la plancha (figura 4) utilizando una llave inglesa.
- Introduzca los dos extremos de la primera brida en U en los orificios del sensor eólico (figura 5).
- Apriete los otros dos pares de arandelas planas, arandelas elásticas y tuercas en la brida en U del sensor eólico utilizando una llave inglesa (figura 6).

NOTA Asegúrese de que la burbuja de agua del nivel del medidor de lluvia se quede dentro del círculo. Compruebe el nivel regularmente para que las lecturas de precipitación sean correctas.

SALIDA / PUESTA DEL SOL

NOTA Asegúrese de introducir latitud y longitud de su ubicación en el área **TODAY**, puesto que afecta la hora de salida / puesta del sol.

NOTA Aparte de la latitud y la longitud, el ajuste de horario de verano también afecta la salida y puesta del sol. (Véase **Ajuste manual del reloj**)

Puede ver la hora de salida / puesta del sol en el área de

- Pulse el área **SUNRISE/SUNSET**. Aparecerá encima de la pantalla de la hora.
- Pulse **UNIT** para cambiar el formato de 12/24 h en pantalla.

VIENTO

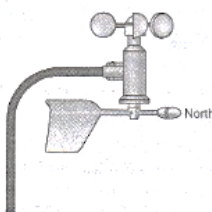
CALIBRACIÓN DE LA DIRECCIÓN

Antes de acoplar un sensor eólico, asegúrese de que el cabezal de la veleta de ese sensor quede hacia el norte mientras pulsa **KEY** en la caja de transmisión durante 2 segundos para calibrar la dirección. Si la calibración se realiza correctamente, el piloto rojo parpadeará una vez. Puede usar una brújula para buscar el norte si es necesario.

Sin embargo, si está en los Estados Unidos, existen 15° (grados) de variación entre el verdadero norte y el norte que indica una brújula. Puede consultar a su observatorio local sobre este tema.

Una vez instalada es difícil controlar la veleta; puede calibrarla desde la unidad principal.

1. Acerque la brújula a la veleta.
2. Calcule el ángulo entre la dirección actual y el norte.
3. Seleccione el área del viento para activar.
4. Pulse **SET** y manténgalo pulsado, y a continuación pulse o para calibrar el valor del ángulo.
5. Pulse **SET** de nuevo para confirmar la configuración.



Por ejemplo, introduzca el valor de ángulo que quiera configurar como norte. Si la dirección actual es de 25 grados y quiere configurarla como norte, introduzca 25 grados en el modo de calibración. En cuanto vuelva al modo de espera, la lectura de dirección mostrará 0 grados, es decir, el norte.

NOTA Tendrá que volver a calibrar el sensor eólico si quiere cambiarlo de sitio.

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO

Cómo seleccionar el modo de pantalla de viento:

Pulse área de viento para alternar entre:

- **GUST** (Ráfaga)
- **AVG** (Media)

Para seleccionar la unidad de velocidad del viento:

Pulse **UNIT** para alternar entre:

- Nudos (**knots**)
- Kilómetros por hora (**km/h**)
- Millas por hora (**mph**)
- Metros por segundo (**m/s**)

888 knots
km/h
mph
m/s

El nivel del viento se representa con una serie de iconos de texto:

LEVE	MODERADO	FUERTE	TORMENTA
2-8 mph (3-13 km/h)	9-25 mph (14-41 km/h)	26-54 mph (42-87 km/h)	>55 mph (>88 km/h)

Cómo leer la dirección del viento:

Estado	Indicador de la dirección del viento	Significado
RÁFAGA		Dirección del viento en tiempo real
AVG		Dirección del viento media en tiempo real
AVG	(máx 6 conjuntos)	Dirección del viento en la última hora

NOTA El factor de sensación de frío se basa en los efectos combinados de temperatura y velocidad del viento. La sensación de frío que se muestra se calcula solamente a partir del termómetro y el sensor de humedad del Canal 1.

PRESIÓN BAROMÉTRICA

La altitud refleja la distancia desde dónde usted se encuentra al nivel del mar.

Para configurar la compensación del nivel de altura para las lecturas del barómetro:

1. Pulse el área a activar. Aparecerá al lado del área, y la barra de herramientas se mostrará en la parte inferior de la pantalla.
2. Pulse el área hasta que la pantalla muestre **ALT**. Estará en el modo de altitud.
3. Pulse **SET** en la barra de herramientas y manténgalo pulsado.
4. Pulse o para editar. Puede pulsar **UNIT** para cambiar la unidad de altitud entre **M** (m) y **FEET** (pies) durante la modificación.
5. Pulse **SET** o toque el área de panel (excepto la barra de herramientas / área del barómetro) para confirmar.
6. Una vez definida la altitud, el nuevo ajuste no estará activo inmediatamente. El icono **ALT** parpadeará y dejará de parpadear cuando llegue la próxima lectura barométrica. El nuevo ajuste de altitud pasará a ser efectivo con la siguiente lectura barométrica.

NOTA Si la altitud está configurada en 0 metros, la lectura de presión es la presión local. Si la altitud está configurada a la ubicación actual, la nueva presión es en relación al nivel del mar.

Cómo seleccionar la unidad de medición del barómetro:

1. Pulse del área del barómetro para alternar entre altitud y barómetro actual.
2. Pulse **UNIT** para seleccionar **inHg** (pulgadas de mercurio) / **mmHg** (milímetros de mercurio) / **mb** (milibares por hectopascal) / **hPa**.

Cómo ver la tendencia de presión:

Los iconos de tendencia de la presión se basan en lecturas recientes de los sensores.

Las líneas de tendencia se muestran al lado de las lecturas de presión. La tendencia se muestra de la manera siguiente:

Subiendo	Estable	Bajando

PRECIPITACIÓN

Cómo seleccionar el modo de pantalla de precipitación:

Pulse área de lluvia para alternar entre:

- **THIS HOUR** (Precipitación de una hora)
- **RATE** (Índice de lluvia)
- **ACCUM** (Precipitación acumulada)
- **PAST 24 hrs** (Precipitación registrada en las últimas 24 horas)

Cómo seleccionar la unidad de medición de precipitación:

Pulse **UNIT** para alternar entre **mm** (milímetro) y **in** (pulgadas).

Cómo seleccionar la unidad de medición de precipitación:

Pulse **UNIT** para seleccionar entre **in/h** (pulgadas por hora) y **mm/h** (milímetros por hora).

PRECIPITACIÓN ACUMULADA

Cómo mostrar la precipitación acumulada:

Pulse área de lluvia repetidamente hasta que la pantalla muestre **ACCUM**. (Aparecerá **SINCE** en el área del reloj **TODAY** que muestra al mismo tiempo la fecha de inicio / hora de caída de precipitación).

Para reiniciar la fecha SINCE:

Pulse **MEM** y manténgalo pulsado para configurar la hora de inicio del registro de precipitación acumulada. El registro de precipitación se borra y vuelve a 0.

DIAGRAMA DE BARRAS

El diagrama de barras muestra simultáneamente los datos mientras pulsa el área correspondiente.

Cómo seleccionar el modo de pantalla de diagrama de barras:

Cómo seleccionar el modo de pantalla de diagrama de barras:

- **IN TEMP** (Temperatura interior)
- **IN HUM** (Humedad interior)
- **OUT TEMP** (Temperatura exterior)
- **OUT HUM** (Humedad exterior)
- **DEWPOINT** (Punto de condensación)
- **HEAT INDEX** (Índice de calor)
- **WIND CHILL** (Sensación de frío)
- **WIND** (Velocidad del viento)
- **BARO** (Barómetro)
- **RAINFALL** (Lluvia)

To select time range display mode:

Press **BAR** bar chart area to toggle the chart records between the following time ranges.

- **LAST 24 HRS** (Past 24 hours)
- **LAST 24 DAYS** (Past 24 days)
- **LAST 24 MTHS** (Past 24 months)

Cómo seleccionar el modo de periodo de tiempo:

Pulse el área de diagrama de barras **BAR** para alternar entre registros de los distintos periodos de tiempo **MEM**.

- **LAST 24 HRS** (Últimas 24 horas)
- **LAST 24 DAYS** (Últimos 24 días)
- **LAST 24 MTHS** (Últimos 24 meses)

NOTA El objetivo del gráfico de barras es ofrecer una comparación rápida entre registros. Cambiar la unidad de medición tendrá el efecto correspondiente en el gráfico de barras.

MEMORIA

MAX / MIN DE LOS REGISTROS DEL DÍA DE HOY / MENSUALES

Área	Tipo de memoria	Indicadores	
Temperatura	Temperatura interior y exterior actual	MENSUAL	MÁX
			MÍN
	HOY		MÁX
			MÍN
	Índice de calor	MENSUAL	MÁX
		HOY	
Humedad	Sensación de frío	MENSUAL	MÍN
		HOY	
	Punto de condensación	MENSUAL	MÁX
		HOY	MÍN
	Humedad interior y exterior actual	MENSUAL	MÁX
			MÍN
Viento	Velocidad de ráfaga de viento	MENSUAL	MÁX
		HOY	
Barómetro	Barómetro	MENSUAL	MÁX
			MÍN
	HOY		MÁX
			MÍN
Lluvia	Indicador de lluvia	MENSUAL	MÁX
		HOY	
	Precipitación	MENSUAL	MÁX
		HOY	

Para visualizar registros de memoria:

1. Seleccione qué área desea activar.
2. Pulse **MEM** para alternar entre MIN/MAX de las lecturas grabadas de HOY/MES.

Para borrar los registros de áreas individuales:

1. Elija un registro guardado
2. Pulse **MEM** y manténgalo pulsado durante 2 segundos.
3. El proceso de borrado se habrá completado cuando la pantalla muestre el registro actual.

NOTA Cuando se muestre la lectura MAX/MIN, aparecerá la marca de tiempo correspondiente en el área **TODAY**.

REGISTRO HORARIO

Pantalla	Registros horarios de hasta
Barómetro	hace 24 horas
Precipitación por hora	hace 24 horas

Para visualizar registros horarios:

1. Pulse el área deseada para activar hasta que aparezca el intervalo horario.
2. Pulse **DOWN** o **UP** para ver la lectura actual (0 h) / por horas (de -1 h a -24 h).

REGISTRO DE DATOS

Los datos meteorológicos se pueden guardar automáticamente configurando el registro de datos. A continuación podrá visualizarlos los datos cargándolos en el PC.

Cómo configurar el diario de datos:

1. Pulse el área **TODAY** y a continuación **MEM** para activar el modo **DATA LOG** (REGISTRO DE DATOS).
2. Pulse **SET** y manténgalo pulsado.
3. Pulse **DOWN** o **UP** para seleccionar la frecuencia del registro de datos (1 / 5 / 15 / 60 minutos).
4. Pulse **SET**.
5. Número de días que la memoria permitirá mostrar.

Frecuencia en minutos	No. de días de registro de datos disponibles con la memoria disponible
1	22D (3 semanas)
5	113D (3,5 meses)
15	341D (10,5 meses)
60	1.364D (3,5 años)

Cómo consultar cuántos días hay disponibles para registros:

Pulse el área **MEM**.

NOTA Cuando el **DATA LOG** (REGISTRO DE DATOS) esté casi lleno, aparecerá **DATA LOG** parpadeando para recordarle que transfiera los datos a un PC para almacenarlos. Una vez lleno, el registro de datos no podrá guardar más datos.

Para cargar registros en el PC:

Conecte el extremo pequeño del cable **USB** al puerto USB de la unidad principal y el extremo grande en el puerto USB del PC. Los registros de tiempo se cargarán al software del PC a través del cable **USB**.

se muestra en el área **TODAY** de la unidad principal.

NOTA Debe instalarse el programa de PC incluido para cargar registros de la unidad principal.

Para borrar los registros:

1. Pulse el área **TODAY** y a continuación **MEM**. Aparecerá **DATA LOG** en pantalla.
2. Pulse **MEM** y manténgalo pulsado.
3. Una vez todos los datos se hayan borrado, la pantalla mostrará el tiempo restante. El proceso de borrado se ha realizado correctamente.

ALARMA

Se pueden utilizar las alarmas meteorológicas para avisar de ciertas condiciones meteorológicas. Una vez activada, la alarma se disparará cuando se cumplan ciertos criterios. La alarma no parpadea y vuelve al modo normal hasta que el ajuste ya no está por debajo del ajuste de la alarma.

Área	Tipo de alarma	
Reloj	Alarma diaria	
Temperatura	Temperatura interior y exterior actual	HI
		LO
	Índice de calor	HI
		LO
Humedad	Humedad interior y exterior actual	HI
		LO
Viento	Velocidad de ráfaga de viento	HI
Barómetro	Presión barométrica	*
Lluvia	Indicador de lluvia	HI
	Precipitación de las últimas 24 horas	HI

*La alarma de presión barométrica es una alarma por bajada repentina de la presión

Cómo configurar la alarma:

1. Seleccione qué área desea activar
2. Alternar **ALARM** para mostrar la lectura actual y la alarma HI / LO.
3. Pulse **ALARM** y manténgalo pulsado.
4. Pulse **DOWN** o **UP** para seleccionar el valor.
5. Pulsar
 - **ALARM** para confirmar y continuar al siguiente ajuste,
 - O BIEN

4. Pulse:

- **SET** para confirmar y continuar al siguiente ajuste.
- **BIEN**
- Toque el área de panel (excepto la barra de herramientas) para confirmar y salir.

NOTA En el caso de WMR300PU, la gama de zona horaria es de -12 a +12. Debería introducir manualmente la zona horaria de su ubicación. Consulte a su observatorio meteorológico local para obtener más información. Por ejemplo, en Hong Kong el ajuste es +8.

NOTA Las opciones de idioma son inglés (E), ruso (R), español (S), italiano (I), alemán (D) y francés (F).

NOTA Deberá introducir la latitud y longitud de su ubicación. Consulte a su observatorio meteorológico local para obtener más información. La latitud y longitud afectan la hora de salida/puesta del sol.

NOTA Aparte de la latitud y la longitud, también afectan a la hora de salida/puesta del sol el **AUTO/DST** (horario de verano) y **ST** (hora estándar). Si se ha configurado **AUTO**, la hora de salida/puesta del sol sigue **DST/ST** de los datos del reloj RF. Si se ha configurado **ST**, la hora de salida/puesta del sol funciona con la hora estándar. Si se ha configurado **DST**, la hora de salida/puesta del sol funciona con el horario de verano.

Cómo seleccionar el modo de pantalla del reloj:

Pulse el área **TODAY** para alternar entre:

- Reloj con segundos
- Reloj con día de la semana
- Fecha con año

DESPERTADOR

Para configurar la alarma diaria:

1. Pulse el área **TODAY** para activar. Aparecerá  al lado del área, y la barra de herramientas se mostrará en la parte inferior de la pantalla.
2. Pulse **ALARM**.
 - Pulse **ALARM** para activar la alarma diaria. Pantallas  y .
 - Pulse **ALARM** para desactivar la alarma diaria. La imagen  desaparece.
3. Pulse **UNIT** para cambiar el formato de 12/24 h en pantalla.
4. Pulse **ALARM** y manténgalo pulsado para acceder al modo de edición.
5. Pulse  o  para editar y **ALARM** para confirmar el cambio.
6. Pulse cualquier punto excepto el área de **TODAY** para salir.

FASE DE LA LUNA

En el hemisferio norte, la luna decrece desde la derecha. Por tanto, la parte iluminada de la luna se desplaza de derecha a izquierda en el hemisferio norte, mientras que en el hemisferio sur va de izquierda a derecha. La dirección depende de la latitud de la persona que la observa.

A continuación encontrará dos gráficos que ilustran cómo aparecerá la luna en la unidad principal.

Hemisferio norte

	Luna nueva		una llena
	Creciente		Inicio de menguante
	Cuarto creciente		Cuarto menguante
	Casi llena		Menguante

Hemisferio sur

	Luna nueva		Luna llena
	Creciente		Inicio de menguante
	Cuarto creciente		Cuarto menguante
	Casi llena		Menguante

Cómo ver la fase de la luna:

1. Seleccione el área **TODAY** para activar
2. Pulse  o  para consultar la fase de la luna en una fecha específica.

PREDICCIÓN METEOROLÓGICA

Este producto predice el tiempo de las próximas 12 a 24 horas en un radio de 30 a 50 km (12-31 millas) con un 75% de precisión (EEUU).

Icono	Significado
	Significado
	Parcialmente nublado
	Nublado
	Lluvia
	Nieve

TEMPERATURA Y HUMEDAD

Cómo ver el área de temperatura:

- Pulse el área de temperatura  **INDOOR** /  **OUTDOOR**.
- Aparecerá  encima de la lectura de temperatura.

Cómo cambiar de canal (solo temperatura exterior):

- Pulse **CH** para cambiar de canal.

Cómo seleccionar la unidad de temperatura:

- Pulse **UNIT** para seleccionar °C / °F.

NOTA La unidad de todas las pantallas con temperatura se modificará al mismo tiempo.

Cómo ver lecturas de humedad:

- Pulse el área de humedad  **INDOOR** /  **OUTDOOR**. Aparecerá  encima de la lectura de humedad.

Cómo ver la tendencia de temperatura y humedad:

Los iconos de tendencia de temperatura y humedad se basan en lecturas recientes del sensor.

Las líneas de tendencia se muestran al lado de las lecturas de temperatura y humedad. La tendencia se muestra de la manera siguiente:

Subiendo	Estable	Bajando
		

PUNTO DE CONDENSACIÓN / ÍNDICE DE CALOR / SENSACIÓN DE FRÍO

Cómo ver la sensación de frío:

- Pulse el área  repetidamente hasta que aparezca **DEWPOINT**.

Cómo ver el índice de calor:

- Pulse el área  repetidamente hasta que aparezca **HEAT INDEX**.

Límites de temperatura	Aviso	Significado
27°C a 32°C (80°F a 89°F)	Precaución	Posibilidad de cansancio debido al calor
32°C a 40°C (90°F a 104°F)	Extremo Precaución	Posibilidad de deshidratación debida al calor
41°C a 54°C (105°F a 129°F)	Peligro	Seguramente se producirá cansancio debido al calor
54°C a 92°C (130°F a 151°F)	Peligro extremo	Alta probabilidad de golpe de calor / insolación

NOTA El índice de calor solo se calcula si la temperatura es igual o superior a 80° F / 27°C.

Cómo ver la sensación de frío:

- Pulse el área  repetidamente hasta que aparezca **WIND CHILL** (SENSACIÓN DE FRÍO).

Caja de transmisión	Los pilotos LED no parpadean	1. Compruebe el interruptor. 2. Compruebe la polaridad de la pila recargable. 3. Compruebe la conexión del panel solar.
Acoplamiento de los sensores	El tiempo es demasiado largo	1. Ajuste las antenas para que queden paralelas. 2. Reinicie el interruptor de acoplamiento (apáguelo y vuélvalo a encender).

PRECAUTIONS

- Limpie únicamente con un paño suave ligeramente humedecido con agua caliente o un jabón suave.
- No someta el producto a fuerza extrema, descargas, polvo, fluctuaciones de temperatura o humedad. En ningún caso exponga el producto a la luz directa del sol durante períodos largos de tiempo. De hacerlo podría provocar que el producto se estropee.
- No manipule los componentes internos. De hacerlo anulará la garantía de la unidad y podría causar daños. La unidad principal contiene componentes que el usuario no debe manipular.
- No ralle la pantalla LCD con objetos duros, porque podría causar daños.
- Retire las pilas si va a guardar el producto por un largo período de tiempo.
- Al reemplazar las pilas, introduzca pilas nuevas siguiendo las especificaciones de este manual de usuario.
- Este producto es un instrumento de precisión. Nunca intente desmontarlo. Si necesita reparación, póngase en contacto con el proveedor o nuestro departamento de atención al cliente.
- Debido a limitaciones de imprenta, las pantallas que se muestran en este manual pueden diferir de las pantallas reales.
- Los contenidos de esta guía de inicio rápido no pueden reproducirse sin permiso del fabricante.

NOTA La ficha técnica de este producto y los contenidos de esta guía de inicio rápido pueden cambiarse sin aviso. Para obtener instrucciones completas acerca de cómo usar el producto, consulte el manual de usuario en línea visitando www.oregonscientific.com. La versión en inglés del manual contiene la descripción más actualizada del funcionamiento.

ESPECIFICACIONES

UNIDAD PRINCIPAL

Dimensiones (L x A x H)	205 x 146 x 52.5 mm (8,07 x 5,75 x 2,07 pulgadas)
Peso	740 g (1,63 lbs.) con pilas; 540 g (1,2 lbs.) sin pila
Batería	3 pilas C de 1,5 V
Adaptador	Adaptador CA/CC de 8V 100 mA
Canales de asistencia	1 edificio, 1 lluvia, 1 rayos UVA, 1 solar y 1-B de temperatura/humedad

BARÓMETRO INTERIOR

Unidad del barómetro	Mb, hPa, inHg y mmHg
Alcance de medición	540 a 1.100 mb/hPa
Precisión	+/- 1mb/hPa entre 677 y 1.016hPa
Resolución	0,1 mb/hPa, 0,01 inHg, 0,1 mmHg (nota: inHg y mmHg se convierten desde la resolución de la presión 0,1 mb)
Ajuste de altitud	-600 m ~ 4.570 m (-999 pies ~ 14993 pies) Configuración de usuario para equiparar la presión local a la presión a nivel del mar
Predicción meteorológica	Soleado, nieve, parcialmente nublado, nublado y lluvia
Modos de pantalla	Actual, Máx., Mín., Datos históricos de las últimas 24 horas
Modos de memoria	Máx. y mín. del día de hoy, Máx. y mín. del mes (con sello de la fecha)
Alarma	Alarma de cambio de presión

TEMPERATURA INTERIOR

Unidad de temperatura	°C or °F
Alcance mostrado	0°C a 60°C
Alcance funcional	0°C a 60°C
Precisión	+/- 0.5°C o 1°F, típicamente a temperatura ambiente

Resolución	0.1°C o 0.1°F (nota: °F está convertido desde una pantalla 0.1°C)
Modos de pantalla	Actual, mín. y máx.
Modos de memoria	Máx. y mín. del día de hoy, Máx. y mín. del mes (con sello de la fecha)
Alarma	Alta / Baja

HUMEDAD RELATIVA INTERIOR

Alcance mostrado	0% to 99%RH
Alcance funcional	0% to 99%RH
Resolución	1%
Precisión	+/-3% (típicamente) @ 25°C
Modos de pantalla	Actual, mín. y máx.
Modos de memoria	Máx. y mín. del día de hoy, Máx. y mín. del mes (con sello de la fecha)
Alarma	Alta / Baja

RELOJ CONTROLADO POR RADIO / ATÓMICO

Sincronización	Día de la semana en 6 idiomas
Pantalla de reloj	HH:MM:SS / HH:MM día de la semana
Formato de la hora	12 h AM/PM o 24 horas
Calendario	DD-MM:YY o MM-DD:YY
Día de la semana en 6 idiomas	EN, FR, DE, IT, ES, RU

UNIDAD DE TEMPERATURA / HUMEDAD EXTERIOR TEMPERATURA RELATIVA

Dimensiones (Ø x H)	Ø190 x 126 mm Ø7,48 x 4,96 pulgadas
Peso	580g (1,28 lbs.)
Unidad de temperatura	°C or °F
Alcance mostrado	-40°C a 65°C
Alcance funcional	-40°C a 65°C
Temperatura de almacenamiento	-45°C a 70°C
Resolución	0.1°C
Precisión	+/- 0.5 °C
Modos de memoria	Máx. y mín. del día de hoy, Máx. y mín. del mes (con sello de la fecha) Temperatura del punto de condensación Máx. y Mín. Temperatura de sensación de frío Mín. Temperatura del índice de calor Máx.
Alarma	Máx. / Mín. de temperatura y punto de condensación actuales Máx. del índice de calor Mín. de sensación de frío

HUMEDAD RELATIVA

Alcance mostrado	0% a 99%RH
Alcance funcional	0% a 99%RH
Resolución	1%
Precisión	3%
Modos de pantalla	Actual, mín. y máx.
Modos de memoria	Máx. y mín. del día de hoy, Máx. y mín. del mes (con sello de la fecha)
Alarma	Alta / Baja

- Toque cualquier área de panel (excepto la barra de herramientas o el área **TODAY**) para confirmar y salir.

Para activar o desactivar alarmas:

1. Seleccione qué área desea activar.
2. Pulse **ALARM** para mostrar la alarma **HI** / **LO** configurada.
3. Pulse **ALARMO** para encender o apagar la alarma.

NOTA -- indica que la alarma no está configurada / está desactivada.

NOTA El sonido de la alarma del reloj es distinta de las alarmas meteorológicas para que el usuario pueda diferenciarlas.

Para silenciar la alarma:

- Pulse cualquier punto de la pantalla táctil.
- O bien
- La alarma se desactivará automáticamente al cabo de 2 minutos.

NOTA Cuando la alarma está encendida, el canal de la alarma activada parpadeará y la alarma sonará durante 2 minutos.

ILUMINACIÓN DE LA PANTALLA

Pulse cualquier punto del panel táctil para activar la retroiluminación durante 8 segundos.

O bien

Si la unidad principal está activada mediante un adaptador de corriente, ponga el interruptor **LIGHT** del compartimiento de la unidad principal en **ON**. La luz se encenderá hasta que lo ponga en **OFF**.

NOTA Para ello deberá retirar la tapa del compartimiento para pilas.

REINICIO

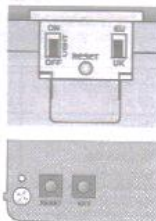
Unidad principal:

Pulse **RESET** para volver a la configuración predeterminada.

NOTA Para ello deberá retirar la tapa del compartimiento para pilas.

Caja de transmisión:

Pulse **RESET** para borrar el registro de velocidad calibrada del viento.



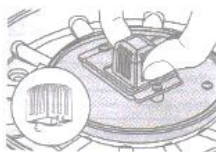
MANTENIMIENTO

Todos los sensores de este kit llevan una carcasa de plástico duradero que debería mantenerlos en buen estado durante muchos años. Para que los sensores no pierdan precisión, es recomendable hacer un mantenimiento regular cada seis meses. Limpielos con un paño suave ligeramente humedecido con agua caliente o un jabón suave. Use destornilladores o una llave inglesa para retirar elementos si es necesario.

Las tormentas eléctricas pueden provocar subidas de tensión que pueden provocar daños a los equipos electrónicos. Por su propia seguridad, vaya con cuidado cuando utilice la unidad principal o haga el mantenimiento durante una tormenta.

Cómo hacer el mantenimiento del sensor de temperatura y humedad (THGN300)

1. Cómo hacer el mantenimiento del sensor de temperatura y humedad (THGN300)
2. Desatornille los tres tornillos de tipo B en el medidor de lluvia.
3. Desatornille los tres tornillos de la base de la carcasa del sensor de temperatura/humedad.
4. Retire la cubierta protectora blanca del sensor ejerciendo presión en ambos lados de la misma.
5. Extraiga la cubierta interna y la pantalla del filtro de la cubierta exterior.
6. Limpie la pantalla del filtro y la carcasa con agua.
7. Instale todos los componentes cuando estén totalmente secos.

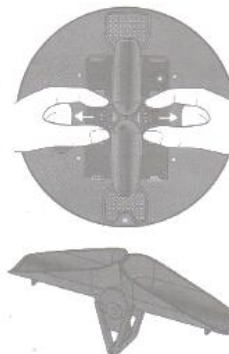


NOTA Si las lecturas de temperatura y humedad siguen siendo raras e inexactas, debería cambiar de sensor. Póngase en contacto con nuestro servicio de asistencia al cliente.

Cómo hacer el mantenimiento del medidor de lluvia (PCR300)

Es muy importante limpiar el orificio del colector de lluvia y el cubo para que no pierda precisión.

1. Por favor, compruebe regularmente el filtro y asegúrese de que no quede totalmente cubierto de hojas u otros objetos. Limpie con agua el orificio del colector de lluvia.
2. Tire un poco de la sujeción del cubo para retirarlo y limpiar la suciedad con agua. Asegúrese de que no quede ninguna gota en la superficie del cubo antes de volver a colocarlo para que no pierda precisión.
3. Limpie los orificios de drenaje de la base del medidor de lluvia.



NOTA El usuario debería desenchufar el sensor de lluvia antes de limpiarlo; de lo contrario, el cubo seguirá recogiendo datos.

Cómo hacer el mantenimiento del sensor edico (WGR 300)

Si el colector de viento no gira, o no gira tan rápido como debería

1. Retire el colector y limpie todos los bichos, telarañas o residuos.
2. Asegúrese de que la anilla que rodea el eje tenga una holgura de 0,3 mm respecto del plástico. Si hay alguna fricción o interferencia entre la anilla y el plástico, el colector de viento girará más lentamente y afectará la precisión de lectura de la velocidad del viento.

NOTA No aplique ningún lubricante fluido al eje ni al cojinete; podría estropear los componentes electrónicos internos.

SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Problema	Síntoma	Solución
Barómetro	Lecturas extrañas	Compruebe el ajuste de altitud en la unidad principal
Wind sensor	Compruebe el ajuste de altitud en la unidad principal	Compruebe la veleta
	La pantalla de la unidad principal alterna muy rápidamente	1. Compruebe las conexiones. 2. Compruebe el ajuste del canal. 3. Compruebe si el acoplamiento se ha realizado correctamente.
Sensor de lluvia	No hay lecturas	1. Compruebe que ha cortado el cable del cubo. 2. Compruebe el nivel. 3. Compruebe el estado del filtro de residuos de plástico en el colector de lluvia. 4. Compruebe las conexiones.
	Lecturas extrañas	1. Compruebe el estado del filtro de plástico en el colector de lluvia. 2. Compruebe el nivel.
Sensor de temperatura y humedad	La pantalla alterna rápidamente	1. Compruebe las conexiones. 2. Compruebe el acoplamiento. 3. Compruebe el ajuste del canal.
	No hay lecturas de temperatura/ presión exterior	1. Compruebe el estado de la pila recargable en la caja de transmisión. 2. Compruebe la conexión del adaptador de corriente y el estado de las pilas de la unidad principal. 3. Haga el mantenimiento del sensor.
Calendario	Fecha / mes extraño	1. Cómo cambiar de idioma. 2. Compruebe el ajuste del calendario.
Clock	No se puede ajustar el reloj	Desactive el reloj controlado por radio
	No se puede sincronizar automáticamente	1. Compruebe el estado de las pilas. 2. Reinicie la unidad principal. 3. Active manualmente el reloj controlado por radio
Salida / puesta del sol	Lecturas extrañas	1. Configure longitud/latitud. 2. Compruebe el ajuste de horario de verano