

# Antecedentes climáticos históricos de la Estación Experimental Canchones, Pampa del Tamarugal: herramienta para la toma de decisiones en agricultura del desierto

*Historical climatic antecedents of the Canchones Experimental Station, Pampa del Tamarugal: decision-making tool in desert agriculture*

Marcelo Lanino Alar<sup>1\*</sup>, Ingrid Poblete Quezada<sup>1</sup>

## RESUMEN

La Estación Experimental Canchones, en la región de Tarapacá, se encuentra a 90 km al SE de Iquique y a 960 msnm, emplazada en el desierto más árido del mundo. Los antecedentes climáticos disponibles para esta zona se remontan al período de 1942-1949, registrados por el ciudadano alemán Enrique Froehlich. Desde el año 1995 la Universidad Arturo Prat ha venido realizando una sistematización de la información climática, obtenida con una estación meteorológica automatizada, lo cual ha permitido contar en la actualidad con registros históricos de 25 años. Los resultados de estos análisis indican que la temperatura promedio de este período es de 18,6 °C y la mínima de 8,2 °C. Las temperaturas máximas absolutas están sobre los 34 °C durante todo el año y las mínimas absolutas bajo los 5 °C, descendiendo hasta -8,6 °C, con un riesgo de heladas que se extiende desde abril a noviembre. La humedad relativa promedio del aire es de 35,6%. Durante el período invernal las HF acumuladas son 1.273,1 y 102,1 UFP. La radiación máxima se presenta en noviembre con 26,6 MJ día<sup>-1</sup>. La precipitación promedio anual es de 1,1 mm año<sup>-1</sup>. El ecosistema de la Pampa del Tamarugal ha registrado un incremento de la temperatura promedio, siendo inferior a 2 °C. La humedad relativa promedio es baja. La escasa acumulación de UFP denota la condición invernal cálida. Con respecto a la precipitación promedio anual, si bien se ha incrementado, su ocurrencia es esporádica, con años en los cuales no hay precipitaciones. Estas condiciones caracterizan al desierto más árido del mundo.

**Palabras clave:** desierto, Tarapacá, alta temperatura, invierno cálido, escasa precipitación.

## ABSTRACT

*The Canchones Experimental Station, in the Tarapacá region, is located 90 km SE of Iquique and 960 meters above sea level, located in the driest desert in the world. The climatic antecedents available for this area date back to the period 1942-1949, recorded by the German citizen Enrique Froehlich. Since 1995, the Arturo Prat University has carried out a systematization of the climatic information, obtained with an automated meteorological station, which has allowed us to currently have historical records of 25 years. The results of these analyzes indicate that the average temperature for this period is 18.6 °C and the minimum 8.2 °C. The absolute maximum temperatures are above 34 °C throughout the year and the absolute minimums are below 5 °C, dropping to -8.6 °C, presenting a risk of frost that extends from April to November. The average relative humidity of the air is 35.6%. During the winter period, the accumulated chilling hours are 1,273.1 and 102.1 positive chilling units. The maximum radiation occurs in November with 26.6 MJ day<sup>-1</sup>. Average annual rainfall is 1.1 mm year<sup>-1</sup>. The ecosystem of the Pampa del Tamarugal has presented an increase in the average temperature, being less than 2 °C. The average relative humidity is low. The low accumulation of UFP, denotes the warm winter condition. The average annual precipitation, although it has increased, its occurrence is sporadic, with years in which there is no precipitation. These conditions characterize the driest desert in the world.*

**Keywords:** desert Tarapacá, high temperature, warm winter, low precipitation.

## Introducción

El clima predominante en la Pampa del Tamarugal es de tipo desértico normal, con la

denominación BW según Koeppen (Di Castri y Hajek, 1976; Santibáñez, 1982; Novoa *et al.*, 1989; Acevedo *et al.*, 2007). Se presentan temperaturas máximas de 32 °C en el mes más cálido y las

<sup>1</sup> Facultad de Recursos Naturales Renovables, Universidad Arturo Prat, Iquique, Chile.

\* Autor para correspondencia: marcelo.lanino@unap.cl

temperaturas mínimas del mes más frío son inferiores a 0 °C. Santibáñez *et al.* (1982) señalan además que la Pampa no es homogénea desde el punto de vista térmico y existen áreas más frías que otras.

En la Pampa del Tamarugal existen numerosas estaciones meteorológicas que generan información climática. Sin embargo, sus períodos de información son reducidos y poco sistemáticos. En este sentido, el ciudadano alemán Enrique Froehlich registró una importante cantidad de información, para el período de 1942 a 1947 (Poblete *et al.*, 2020), la cual es utilizada por numerosos autores (Di Castri y Hajek, 1976; Santibáñez, 1982 y Novoa *et al.*, 1989) como la más completa de esta zona.

La Universidad Arturo Prat, en la Estación Experimental Canchones, instaló y opera al menos una estación meteorológica, con instrumentación básica. Sin embargo, se comienza a sistematizar y registrar la información desde el año 1995. Posteriormente, en el año 1999 se incorpora una estación automática, marca Davis Instruments, modelo Monitor II, y luego (2001) una estación modelo Vantage Pro2, que permite un registro de datos climáticos más completo y con mayor precisión. La estación meteorológica se encuentra a 90 kilómetros al SE de la ciudad de Iquique en la Ruta A665, kilómetro 29, entre las localidades de La Huayca y Matilla, en la comuna de Pozo Almonte, región de Tarapacá, Chile. Sus coordenadas geográficas son: latitud Sur 20°26'34,2" y longitud Oeste 69°32'7,9" (G P S II), y está ubicada a una altitud de 960 msnm.

Metodológicamente se presenta la información anual, como promedio diario. Este registro programado se realiza cada 30 minutos e incluye las variables de temperatura ambiental, humedad relativa del aire, radiación solar, precipitaciones, velocidad del viento y presión barométrica. Se consideran 25 años de registros (enero de 1995 a agosto 2021) para temperatura y 21 años (enero 1999 a agosto 2021) para las variables de humedad relativa, radiación, velocidad del viento y precipitaciones. Esto permite realizar un análisis de variables aplicadas (período 1999-agosto 2021), como son las horas frío (HF), unidades frío positivas (UFP) (Richardon *et al.*, 1974) y días grado (DG) (base 10 °C), que hacen posible contar con datos útiles para la introducción y/o evaluación de cultivos. Estos antecedentes entregan una actualización detallada de los datos climáticos históricos más

relevantes, para su aplicabilidad en el desarrollo de la agricultura en el desierto.

### **Antecedentes climáticos**

A continuación se describen las condiciones climáticas de la Estación Experimental Canchones.

#### **Temperatura promedio diaria**

La temperatura promedio diaria, para el periodo comprendido entre 1995 y 2021, es de 18,6 °C (Tabla 1), superior en 1,8 °C según lo reportado por Di Castri y Hajek (1976), Santibáñez (1982) y Novoa *et al.* (1989). Las temperaturas promedio diarias más altas, sobre los 20 °C, se presentan en los meses de enero a marzo y diciembre. Por otro lado, las temperaturas promedio diarias más bajas ocurren en los meses de junio y julio (14,8 °C).

#### **Temperatura máxima promedio**

La temperatura más alta promedio se registra en el mes de octubre y es de 33,1 °C, y la más baja en el mes de junio (28,9 °C). Es decir, solo existen 4,2 °C de diferencia. La temperatura máxima promedio corresponde a 31,7 °C (Tabla 2), a diferencia de lo informado por Di Castri y Hajek (1976), Santibáñez (1982) y Novoa *et al.* (1989), quienes indican una temperatura máxima promedio de 30,9 °C. Es decir, representa un incremento promedio de 0,8 °C.

#### **Temperaturas máximas absolutas**

La mayor temperatura absoluta del período registrado corresponde a 42 °C, que se presenta en octubre del año 2001, lo cual demuestra que en estas condiciones climáticas y corroborado por el resultado de temperaturas máximas promedio, es el mes más cálido. La temperatura máxima absoluta más baja ocurre en julio y es de 34,8 °C. En este sentido, Acevedo *et al.* (2007) señalan que las máximas temperaturas registradas fluctúan entre 35 °C y 36 °C, lo cual deja de manifiesto un incremento de más de cinco grados. Las temperaturas absolutas promedio se encuentran por sobre los 35 °C, durante prácticamente todos los meses del año (Tabla 3), a diferencia de lo informado por Di Castri y Hajek (1976), Santibáñez (1982) y Novoa *et al.* (1989), quienes indican que las temperaturas máximas absolutas ocurren de septiembre a abril.

Tabla 1. Temperatura promedio diaria, período 1995 a 2021, Estación Experimental Canchones, Pampa del Tamarugal.

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1	21,1	22,5	22,8	20,5	17,7	15,8	14,6	15,7	16,9	19,9	18,7	19,9	
2	21,8	22,5	22,5	20,4	17,7	14,8	14,7	15,0	16,8	18,4	18,8	19,6	
3	21,8	22,9	22,4	19,6	17,3	15,0	14,5	15,1	16,8	18,7	18,6	20,0	
4	21,6	22,7	22,4	20,0	17,2	14,7	14,8	15,1	17,1	18,9	18,8	19,8	
5	21,8	22,4	22,1	20,0	17,6	14,7	14,6	15,1	17,0	18,4	19,1	19,9	
6	21,9	22,7	22,4	19,9	17,4	14,9	14,4	14,8	17,0	18,2	18,9	19,8	
7	22,1	23,1	21,8	20,0	17,5	15,0	14,8	15,3	16,9	18,9	19,1	20,2	
8	21,7	23,2	22,0	19,5	17,3	14,7	14,7	15,8	17,0	18,8	19,2	20,2	
9	21,9	22,9	22,3	19,6	17,1	15,2	14,7	16,4	16,9	18,8	18,9	20,5	
10	22,1	23,0	22,4	19,2	17,1	14,8	14,3	16,4	16,4	19,0	19,1	20,9	
11	22,1	23,1	22,8	19,4	17,3	15,1	14,6	16,4	16,9	18,2	19,2	20,4	
12	22,3	23,0	22,1	19,4	17,4	14,9	15,0	15,9	16,8	18,5	19,3	20,3	
13	22,1	22,9	21,9	19,3	17,3	14,9	14,7	15,4	17,5	18,3	18,9	20,3	
14	22,2	22,7	21,7	19,6	17,2	14,8	14,3	16,3	17,5	18,7	19,0	19,9	
15	22,1	22,8	21,4	18,9	17,2	14,2	14,4	15,5	17,7	18,7	19,1	20,4	
16	22,4	22,6	21,2	19,3	17,0	14,2	14,5	15,6	18,0	18,9	19,3	20,6	
17	22,2	22,4	21,4	19,3	16,6	14,5	14,9	15,5	18,1	18,7	19,4	20,5	
18	21,9	22,4	21,2	19,1	16,4	15,1	14,6	15,3	18,2	18,3	18,8	20,9	
19	22,3	22,5	21,3	18,7	16,3	14,7	15,0	15,4	17,9	18,5	19,4	20,1	
20	22,1	22,6	21,5	18,5	16,4	14,6	15,1	16,2	17,7	18,9	19,3	20,4	
21	22,4	22,5	22,0	18,2	15,9	14,6	15,1	16,8	17,4	18,8	19,7	20,3	
22	22,2	22,5	21,2	18,2	15,6	14,7	14,6	16,5	17,3	18,9	19,9	20,6	
23	22,3	22,5	21,3	18,2	15,9	15,2	14,3	16,5	17,6	18,7	19,4	20,9	
24	22,2	22,5	21,1	18,2	16,4	14,7	14,7	16,1	17,8	19,1	19,2	21,2	
25	22,5	22,1	21,3	18,4	15,8	14,7	14,9	15,8	17,5	19,1	19,3	21,4	
26	22,5	22,3	21,3	18,5	15,9	14,7	15,0	16,3	17,5	19,0	19,3	21,6	
27	22,8	22,4	20,7	18,1	15,9	14,4	14,8	16,8	17,5	19,3	19,3	21,6	
28	22,5	22,3	20,7	18,1	15,5	14,7	15,2	16,3	17,9	19,1	19,4	21,3	
29	22,7	21,9	20,4	17,8	15,4	14,5	15,5	16,5	18,1	18,9	19,8	20,7	
30	22,9		19,8	17,7	15,4	13,7	15,5	17,0	18,2	18,8	19,7	21,2	
31	21,8		18,9		15,3		15,4	16,9		18,8		21,0	
Promedio	22,1	22,6	21,6	19,0	16,6	14,8	14,8	15,9	17,4	18,8	19,2	20,5	18,6

Tabla 2. Temperaturas máximas promedio diarias (°C), período 1995 a 2021, Estación Experimental Canchones, Pampa del Tamarugal.

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1	32,6	32,6	33,1	32,2	31,2	29,4	29,3	30,6	31,6	31,6	33,0	33,1	
2	32,7	32,6	33,2	32,3	31,2	28,9	28,4	30,0	31,7	33,0	33,0	33,1	
3	33,2	32,8	33,0	31,6	31,1	29,5	28,3	30,1	31,6	32,9	32,7	32,9	
4	32,8	32,6	33,0	31,8	30,8	29,1	28,0	30,4	31,9	33,2	32,8	33,2	
5	32,7	32,4	33,0	31,8	31,1	29,1	28,0	30,4	32,3	33,1	33,3	32,8	
6	32,6	32,3	32,8	32,2	30,9	28,7	28,3	29,7	32,1	32,7	33,6	32,5	
7	32,8	32,4	32,0	32,0	31,0	29,5	28,8	30,4	31,8	33,5	33,4	33,1	
8	33,0	32,7	32,2	31,8	31,3	28,8	28,8	30,6	31,5	33,4	32,9	33,1	
9	33,0	32,2	33,2	31,7	30,8	29,6	29,5	30,9	31,2	33,6	32,8	33,0	
10	32,8	31,4	32,6	31,6	29,8	29,3	29,2	31,3	31,0	33,3	33,0	33,4	
11	32,5	31,9	33,1	31,6	30,5	29,4	29,8	30,7	31,3	32,8	33,2	33,5	
12	32,7	32,5	33,0	31,4	30,4	29,9	30,0	30,0	31,3	32,3	33,4	33,2	
13	32,9	33,1	32,8	31,8	30,4	29,4	29,4	30,1	31,6	32,5	32,9	32,6	
14	32,9	32,8	32,7	32,1	30,6	29,1	28,4	31,1	32,1	33,0	32,6	32,6	
15	32,6	33,0	32,7	31,4	30,6	28,4	29,3	30,8	32,1	32,9	32,7	32,7	
16	32,8	33,2	32,3	31,5	30,5	28,7	29,5	31,0	32,6	32,8	33,0	32,8	
17	32,8	32,7	32,2	32,0	29,9	28,6	29,8	30,8	32,8	33,2	33,3	32,9	
18	32,8	32,6	32,4	31,8	29,9	28,8	29,5	30,7	32,8	33,1	33,2	33,0	
19	33,3	32,6	32,4	31,7	29,9	28,7	29,9	31,3	32,7	33,3	33,3	33,0	
20	33,1	32,7	32,3	31,8	30,0	29,1	29,9	31,4	32,7	33,2	33,0	32,5	
21	32,9	32,8	32,5	31,3	30,1	29,3	28,8	32,2	32,9	32,8	33,5	32,2	
22	32,7	32,6	32,2	31,4	29,6	29,2	29,1	31,2	32,5	33,5	33,9	32,8	
23	32,5	32,7	32,3	30,8	29,2	28,9	28,9	31,0	32,4	33,3	33,0	33,0	
24	32,4	32,8	32,2	30,7	30,0	28,6	29,2	30,7	32,9	33,0	32,6	33,2	
25	32,9	32,4	32,6	30,6	29,6	28,1	29,9	30,4	32,4	32,2	32,9	33,1	
26	33,7	32,2	33,1	31,0	29,7	28,2	29,9	31,2	32,5	33,7	32,7	33,3	
27	33,1	32,5	32,6	31,0	30,0	28,7	30,4	31,6	32,1	33,7	32,9	33,1	
28	32,8	32,3	32,7	31,3	29,9	27,7	30,0	31,6	32,8	33,8	33,0	32,9	
29	32,7	32,9	32,5	30,9	29,4	27,9	30,5	31,5	32,9	33,4	33,0	31,9	
30	32,7		30,8	30,7	28,3	27,7	30,2	32,1	32,6	32,7	33,0	32,7	
31	32,8		30,8		28,6		30,4	32,0		32,7		32,3	
Promedio	32,8	32,6	32,5	31,5	30,2	28,9	29,3	30,9	32,2	33,0	33,1	32,9	31,7

Tabla 3. Temperaturas máximas absolutas (°C), período 1995 a 2021. Estación Experimental Canchones, Pampa del Tamarugal.

Año	Ene	Feb	Ma	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1995	40,0	36,0	36,0	37,0	32,0	30,0	32,0	35,0	38,0	40,0	40,0	36,0
1996	35,0	36,0	38,0	34,0	34,0	33,0	35,0	34,0	36,0	38,0	38,0	38,0
1997	34,0	37,0	38,0	35,0	35,0	32,0	36,0	38,0	36,0	38,0	38,0	38,0
1998	40,0	40,0	38,0	38,0	36,0	33,0	33,0	35,0	38,0	40,0	39,0	38,0
1999	38,0	36,0	38,0	38,0	33,0	34,0	33,5	35,1	33,9	36,0	36,7	38,0
2000	35,0	34,9	37,0	34,2	33,0	33,1	34,2	34,7	35,2	34,9	36,5	36,6
2001	35,0	36,9	37,0	35,3	33,2	34,2	33,0	36,3	34,9	42,0	37,2	37,1
2002	37,4	35,5	36,1	35,1	35,6	32,6	33,9	34,7	35,5	36,2	36,5	36,6
2003	37,4	36,9	36,1	35,1	35,1	33,2	35,9	35,3	37,0	37,3	35,7	36,4
2004	36,4	35,2	36,6	33,1	32,0	33,2	33,0	34,2	34,8	35,3	35,1	35,2
2005	35,6	35,3	35,3	35,0	34,1	32,4	34,1	35,3	36,9	35,3	34,8	35,1
2006	35,6	34,7	34,4	33,6	33,3	32,7	34,7	33,3	34,9	35,8	34,6	35,8
2007	34,2	34,0	32,0	33,9	33,5	32,9	32,4	35,3	36,9	35,3	34,8	35,1
2008	33,3	33,8	33,6	33,7	33,1	31,2	31,0	35,1	34,6	33,9	34,9	34,7
2009	34,6	33,8	33,9	33,0	33,6	32,3	33,1	33,8	35,7	34,8	36,5	33,8
2010	35,2	36,5	36,4	33,8	33,6	33,3	31,2	33,5	34,1	33,5	33,0	33,2
2011	34,1	33,5	34,3	32,9	34,2	32,1	32,5	34,8	35,6	33,9	32,7	34,9
2012	36,9	35,9	36,2	34,8	34,7	34,8	34,8	36,0	36,4	37,4	36,3	37,2
2013	35,3	34,1	36,2	34,6	32,2	32,2	32,4	33,4	36,4	34,8	34,7	34,8
2014	33,6	33,7	34,2	34,2	32,9	32,6	34,8	35,3	35,5	36,6	34,8	35,5
2015	35,6	34,3	35,5	34,2	34,7	34,8	32,4	35,1	35,9	36,4	35,7	37,2
2016	35,9	35,9	35,1	34,8	34,0	33,8	32,9	34,3	35,5	34,4	36,0	34,6
2017	35,1	33,6	33,7	34,0	33,5	32,4	33,6	33,8	35,5	37,4	34,3	34,4
2018	34,7	34,7	34,8	33,0	34,7	32,3	33,1	35,1	35,6	34,4	35,6	35,7
2019	35,6	35,2	34,8	34,4	34,7	34,6	34,3	36,0	34,6	35,5	36,3	35,2
2020	36,9	34,8	34,4	34,8	34,3	33,6	33,6	31,6	34,6	36,4	32,9	33,1
2021	34,4	34,3	33,6	34,1	33,6	31,9	34,0	–	–	–	–	–
Absoluta del mes	40,0	40,0	38,0	38,0	36,0	34,8	36,0	38,0	38,0	42,0	40,0	38,0

### Temperatura mínima promedio

La temperatura mínima promedio es de 8,2 °C, y las menores temperaturas se presentan en julio (0,3 °C). En cambio, en el período de enero a marzo se registran temperaturas promedio mayores: 11,5 °C, 12,5 °C y 10, 4 °C, respectivamente (Tabla 4). Según Di Castri y Hajek (1976), Santibáñez (1982) y Novoa *et al.* (1989), las menores temperaturas mínimas promedio se concentran en julio (0,2 °C) y agosto (0,6 °C). En este sentido se constata una diferencia de las temperaturas mínimas observadas de 0,1 °C.

### Temperatura mínima absoluta

La menor temperatura absoluta observada durante el período analizado ocurre en julio del 2010, con una intensidad de –8,6 °C. Acevedo *et al.* (2007) señalan que las mínimas absolutas reportadas son de hasta –12 °C, lo cual indica una disminución en la intensidad de estas temperaturas. En general, las temperaturas mínimas absolutas se encuentran bajo los 5 °C durante el año, y las

temperaturas absolutas más bajas se presentan en el período invernal.

Las heladas más severas se concentran entre los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre. Sin embargo, desde abril ocurren heladas débiles esporádicas, solo dos días con –0,4 °C, y también se registran heladas bastante tardías, en octubre y noviembre, de –1,6 °C y –0,8 °C, respectivamente (Tabla 5). De este modo el período de incidencia de heladas se extiende durante ocho meses.

### Humedad relativa promedio del aire (HR)

La humedad relativa promedio obtenida es de 35,6% y los mayores valores se evidencian en el período de enero a abril, fluctuando entre 45,4% y 48,3%. Las menores humedades ocurren en septiembre (30,0%) y octubre (29,2%) (Tabla 6), coincidiendo esta última con el mes más cálido.

### Humedad relativa máxima del aire detectada

La HR relativa máxima (%) del aire se ha detectado en junio (87%), mientras que los valores mínimos

Tabla 4. Temperaturas mínimas promedio, período 1995 a 2021. Estación Experimental Canchones, Pampa del Tamarugal.

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	9,6	12,2	12,3	9,0	4,3	1,4	1,2	-0,0	2,3	6,7	5,6	6,8
2	10,9	12,3	11,8	8,6	4,2	1,2	0,8	-0,1	2,1	4,2	4,3	6,0
3	10,5	12,6	11,6	7,6	3,6	0,5	0,6	0,1	2,0	4,6	4,3	7,1
4	10,5	12,6	11,7	8,3	3,7	0,4	1,4	-0,1	2,4	4,0	4,6	6,4
5	10,9	12,3	11,1	8,3	4,1	0,3	1,0	-0,2	1,6	3,8	4,6	7,0
6	11,2	13,1	11,4	7,6	3,9	1,0	0,3	-0,0	1,9	3,9	3,9	7,0
7	11,4	13,7	10,6	8,0	4,4	0,5	0,8	0,3	1,8	4,2	4,6	7,2
8	10,5	13,4	10,9	7,2	3,6	0,7	0,2	1,0	2,2	4,1	5,4	7,0
9	10,9	13,5	11,3	7,7	3,6	0,8	0,3	1,9	2,5	4,0	4,7	7,7
10	11,5	13,4	12,1	6,7	4,4	0,3	-0,5	1,4	1,9	4,4	5,1	8,3
11	11,7	13,0	11,9	7,0	4,5	0,9	-0,5	2,0	2,4	3,7	5,2	7,2
12	11,9	13,5	11,2	7,2	4,3	-0,2	-0,0	1,9	2,4	4,7	5,3	7,3
13	11,3	12,7	10,8	6,6	4,1	0,3	0,0	0,6	3,5	4,0	4,9	7,9
14	11,5	12,6	10,6	6,8	3,7	0,4	0,5	1,5	2,8	4,4	5,5	7,2
15	11,7	12,6	10,1	6,2	3,8	0,1	-0,2	0,3	3,2	4,5	5,6	8,1
16	12,0	12,1	10,1	6,8	3,3	-0,2	-0,2	0,2	3,2	5,7	5,6	8,3
17	11,5	12,0	10,6	6,4	3,2	0,4	0,3	0,3	3,1	5,7	5,5	8,1
18	11,4	12,1	10,1	6,2	2,9	1,5	-0,1	0,1	3,4	4,3	4,5	8,8
19	11,3	12,4	10,0	5,7	2,5	0,8	0,1	0,1	2,8	4,6	5,6	8,5
20	11,2	12,3	10,4	5,2	2,7	0,2	0,4	0,9	2,6	4,2	5,6	8,3
21	11,8	11,8	10,5	5,0	1,8	-0,1	1,2	1,3	1,8	4,2	5,9	8,5
22	11,6	12,0	9,5	5,0	1,7	0,3	0,2	1,7	2,1	3,9	5,8	8,4
23	12,0	11,8	9,8	5,5	2,6	1,5	-0,7	2,0	2,8	4,1	5,8	8,9
24	12,0	12,0	9,8	5,7	2,8	0,8	-0,1	1,7	2,8	5,3	5,8	9,2
25	12,0	11,6	9,7	6,3	2,1	1,3	-0,2	1,3	2,6	4,4	5,8	9,7
26	11,2	12,4	9,4	5,9	2,2	1,2	0,1	1,4	2,6	4,4	6,0	9,9
27	12,3	12,2	8,7	5,1	1,8	0,1	-0,6	1,8	3,6	4,4	5,9	10,3
28	12,1	12,1	8,5	5,0	1,1	0,9	0,6	0,9	3,1	4,3	5,8	9,9
29	12,7	10,8	8,2	4,7	1,5	1,1	0,7	1,4	3,2	4,4	6,5	9,8
30	12,9	-	8,5	4,6	1,1	-0,4	0,9	1,9	3,9	4,7	6,4	10,1
31	12,5	-	8,4	-	0,0	-	0,5	1,9	-	4,9	-	10,3
Promedio	11,5	12,5	10,4	6,5	3,0	0,6	0,3	1,0	2,6	4,5	5,3	8,2

Tabla 5. Temperaturas mínimas absolutas (°C), período 1995 a 2021. Estación Experimental Canchones, Pampa del Tamarugal.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1995	4,0	6,0	5,0	0,0	-0,5	-3,0	-4,0	-2,0	0,0	-1,0	2,0	3,0
1996	6,0	7,0	7,0	2,0	-2,0	-5,0	-6,0	-3,0	-3,0	0,0	2,0	4,0
1997	10,0	6,0	3,0	2,0	-0,5	-2,0	-1,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	8,0
1998	5,0	8,0	9,0	4,0	-0,5	0,0	0,0	-4,0	-0,5	2,0	2,0	4,0
1999	5,0	10,0	9,0	2,0	0,0	-4,0	-5,0	-3,5	-1,9	1,4	1,8	2,7
2000	10,0	6,6	8,0	2,9	-2,8	-4,1	-6,4	-4,0	-2,8	0,0	-0,8	4,6
2001	8,7	12,4	4,9	-0,4	-0,4	0,0	-5,3	-2,7	-0,7	3,0	0,0	3,8
2002	4,6	9,0	7,1	2,1	1,3	-4,6	-4,8	-2,8	-0,6	1,1	2,2	2,8
2003	5,4	7,9	6,5	-0,4	-1,2	-4,6	-4,4	-4,5	-1,5	0,9	1,6	2,7
2004	4,7	6,1	0,0	1,7	-3,0	-5,0	-4,7	-2,0	-1,2	0,1	1,6	1,5
2005	6,0	5,0	3,2	1,8	-3,1	-4,0	-4,1	-3,2	-1,4	-1,6	1,7	4,6
2006	7,0	13,9	9,1	2,6	-3,2	-2,3	-2,4	-1,1	-1,8	2,8	4,8	5,2
2007	8,0	6,0	5,0	4,0	-0,8	-0,5	-3,3	-4,2	-0,9	1,1	2,4	3,6
2008	8,3	8,0	7,1	1,6	-2,6	-4,4	-6,1	-4,2	-0,5	0,8	4,1	5,4
2009	6,0	9,8	6,3	4,1	0,0	-3,0	-5,5	-2,4	-0,5	0,5	2,8	6,2
2010	6,9	10,5	6,9	0,0	-2,2	-6,7	-8,6	-2,7	-1,3	-0,2	1,2	3,4
2011	5,8	9,6	4,4	2,8	-1,5	-1,9	-3,7	-4,9	-1,7	0,2	4,3	5,8
2012	6,5	7,4	11,7	3,1	-0,1	-1,9	-3,7	-1,8	0,4	0,9	1,4	5,1
2013	5,7	8,8	4,4	1,3	-0,4	-3,8	-2,8	-3,0	-1,3	0,8	2,1	5,4
2014	8,5	5,7	4,2	2,0	-1,5	-5,5	-4,2	0,2	3,3	3,4	5,5	5,3
2015	4,9	11,1	7,2	5,1	0,3	-3,0	-4,2	-2,5	-0,4	0,9	3,1	4,5
2016	5,7	9,0	8,5	3,8	-0,9	-2,8	-3,5	-4,3	-0,6	0,0	1,8	5,4
2017	11,8	10,4	9,8	3,4	-1,2	-2,5	-2,4	-3,5	0,7	-0,6	2,5	5,1
2018	6,0	9,0	5,5	4,3	-1,4	-2,3	-1,1	-2,9	-1,8	1,5	2,9	2,4
2019	9,9	11,1	5,3	3,8	0,2	-1,8	-4,8	-4,7	0,1	1,2	4,5	5,3
2020	8,5	8,0	6,7	1,9	-0,6	-1,7	-4,6	-2,8	-1,3	1,0	2,3	2,9
2021	4,3	7,7	5,2	1,4	-0,6	-3,3	-2,4	-	-	-	-	-
Absoluta del mes	4,0	5,0	0,0	-0,4	-3,2	-6,7	-8,6	-4,9	-3,0	-1,6	-0,8	1,5

Tabla 6. Humedad relativa (%) promedio del aire del aire, período 1999 a 2021. Estación Experimental Canchones, Pampa del Tamarugal.

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1	44,4	44,0	46,2	46,2	47,5	40,2	31,1	32,6	28,8	29,6	40,8	37,4	
2	43,8	48,1	47,3	47,3	44,6	38,7	37,1	31,5	28,7	31,5	35,6	39,0	
3	43,0	47,3	48,6	49,0	49,4	38,1	38,7	31,6	31,1	28,1	35,5	36,7	
4	42,5	47,9	49,1	51,2	45,8	39,5	42,7	32,4	26,7	27,3	32,2	36,3	
5	43,4	51,2	48,0	50,0	41,7	41,3	40,0	36,4	25,4	25,3	28,1	36,4	
6	45,2	50,5	46,7	49,0	43,9	40,3	41,5	39,1	27,8	29,8	30,2	38,3	
7	45,8	49,4	50,8	49,5	37,6	41,2	37,6	33,3	30,0	29,9	33,0	36,7	
8	42,6	47,1	49,6	47,3	34,0	39,8	36,0	35,1	29,9	29,7	36,4	37,5	
9	43,8	50,2	45,4	48,0	36,6	36,0	33,3	30,8	32,9	30,5	34,8	39,1	
10	45,5	49,9	48,8	43,9	46,0	37,7	33,4	29,3	34,5	28,4	36,2	36,0	
11	45,1	48,0	48,2	44,8	44,0	34,8	31,3	31,8	34,3	34,6	33,4	37,9	
12	44,4	47,2	48,5	43,5	37,1	36,1	29,6	31,8	33,2	33,1	32,6	39,5	
13	44,6	47,9	48,7	41,6	36,6	35,5	34,2	32,7	35,6	28,5	32,2	44,6	
14	44,1	50,5	48,7	41,7	37,6	37,7	38,5	32,4	32,2	25,7	31,2	42,0	
15	46,7	49,7	46,7	41,1	40,2	36,7	37,4	30,8	30,9	26,8	34,7	41,6	
16	45,6	47,0	48,1	43,6	36,4	37,4	32,5	33,7	30,8	30,1	32,7	39,3	
17	46,0	48,2	46,8	44,4	40,9	39,0	32,9	34,5	29,3	28,8	31,3	41,0	
18	47,8	47,7	49,4	44,0	44,9	38,7	29,8	34,0	28,7	28,6	28,5	38,8	
19	46,8	46,8	50,2	46,5	44,6	36,3	27,9	28,7	28,7	25,4	37,2	42,7	
20	45,8	45,9	49,9	44,7	37,6	37,3	31,7	26,5	27,2	29,5	36,9	43,1	
21	44,7	46,1	47,5	46,5	32,8	37,2	37,1	28,7	31,0	30,6	36,3	44,0	
22	46,2	46,9	48,7	45,3	32,7	37,2	35,2	31,3	30,5	29,2	31,7	43,6	
23	45,8	47,2	49,3	46,2	34,0	36,1	35,3	32,9	30,2	27,6	35,0	41,3	
24	45,9	47,9	50,6	48,6	30,3	40,1	32,8	37,0	27,4	29,3	37,1	39,7	
25	46,4	48,6	52,4	50,3	34,0	41,4	31,6	37,0	27,6	27,3	35,7	39,9	
26	44,3	49,2	49,9	49,8	34,0	41,6	33,2	30,9	27,4	30,7	35,3	42,3	
27	46,8	49,7	48,0	50,8	37,4	40,8	30,6	27,5	27,7	27,7	32,3	42,7	
28	48,6	49,8	45,9	49,6	38,5	39,9	29,2	25,3	29,5	28,4	32,3	41,4	
29	48,4	47,9	46,1	48,9	37,6	36,3	30,1	24,8	30,7	29,1	34,4	41,2	
30	46,1	–	46,7	48,0	36,4	32,9	30,9	24,8	31,1	30,3	35,3	39,8	
31	46,2	–	47,0	–	33,2	–	27,5	26,4	–	33,4	–	44,7	
Promedio (mensual)	45,4	48,2	48,3	46,7	39,0	38,2	33,9	31,5	30,0	29,2	34,0	40,2	35,6

en octubre (71,0%) (Tabla 7), cuya incidencia se presenta al amanecer.

### Humedad relativa mínima promedio del aire

La HR relativa mínima promedio del aire (%), se registra en el mes de agosto y los valores más bajos se evidencian entre los meses de julio y octubre, variando entre 9,6 y 7,8%. Esta humedad aumenta en los meses de febrero (22,9%) y marzo (21,5%) (Tabla 8).

### Humedad relativa mínima detectada

La humedad relativa mínima del aire detectada ocurre en agosto (5,9%), mientras que el mayor valor registrado se presenta en febrero (21,1%) (Tabla 9), coincidiendo con lo indicado para la temperatura mínima promedio.

### Radiación solar promedio diaria

La radiación solar promedio del período es de 20,9 MJ día<sup>-1</sup>, siendo el mes de noviembre el que

presenta el mayor valor promedio diario (26,6 MJ día<sup>-1</sup>). Por el contrario, la menor radiación ocurre en junio, con un promedio diario de 14,5 MJ día<sup>-1</sup> (Tabla 10).

### Velocidad promedio del viento

La velocidad del viento promedio anual es de 0,55 ms<sup>-1</sup>, lo cual equivale a 1,98 km hr<sup>-1</sup>. La mayor velocidad registrada se evidencia en los meses de septiembre (0,77 ms<sup>-1</sup>) y diciembre (0,71 ms<sup>-1</sup>), con un equivalente a 2,77 km hr<sup>-1</sup> y 2,55 km hr<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabla 11). Por lo tanto, esta variable no representa un problema, desde el punto de vista de manejo agrícola.

### Horas frío promedio diario

Las HF, que consideran el intervalo entre 0 °C y 7 °C (Fadon *et al.*, 2020), registran una acumulación promedio anual de 1.273,1 (Tabla 12). Sin embargo, desde el punto de vista del interés frutícola, como requerimiento de frío invernal, el cual es el responsable de los cambios fisiológicos

Tabla 7. Humedad relativa máxima del aire (%), período 1999 a 2021. Estación Experimental Canchones, Pampa del Tamarugal.

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	80,0	84,0	80,0	85,0	90,0	87,0	92,0	92,0	88,0	91,0	88,0	85,0
2	82,0	80,0	88,0	84,0	79,0	96,0	91,0	81,0	87,0	90,0	90,0	84,0
3	85,0	85,0	85,0	85,0	86,0	92,0	91,0	91,0	92,0	93,0	83,0	86,0
4	80,0	80,0	86,0	92,0	92,0	97,0	92,0	79,0	92,0	96,0	88,0	85,0
5	90,0	82,0	83,0	90,0	83,0	97,0	90,0	91,0	93,0	81,0	77,0	91,0
6	82,0	89,0	89,0	86,0	86,0	95,0	93,0	92,0	92,0	91,0	88,0	96,0
7	87,0	87,0	90,0	88,0	90,0	90,0	92,0	91,0	91,0	88,0	89,0	82,0
8	81,0	82,0	85,0	88,0	92,0	92,0	97,0	95,0	91,0	85,0	85,0	94,0
9	86,0	90,0	85,0	93,0	87,0	94,0	93,0	92,0	93,0	89,0	85,0	86,0
10	91,0	86,0	85,0	93,0	90,0	94,0	79,0	93,0	92,0	84,0	90,0	83,0
11	86,0	81,0	80,0	88,0	89,0	92,0	86,0	96,0	93,0	92,0	91,0	91,0
12	82,0	79,0	88,0	90,0	94,0	91,0	79,0	91,0	89,0	96,0	89,0	85,0
13	90,0	80,0	87,0	89,0	92,0	91,0	90,0	91,0	92,0	91,0	84,0	92,0
14	82,0	89,0	85,0	85,0	83,0	90,0	93,0	90,0	95,0	79,0	85,0	92,0
15	90,0	87,0	89,0	87,0	91,0	91,0	94,0	95,0	93,0	83,0	91,0	91,0
16	81,0	78,0	82,0	88,0	90,0	92,0	92,0	92,0	87,0	82,0	92,0	84,0
17	81,0	80,0	83,0	88,0	87,0	89,0	92,0	93,0	82,0	89,0	91,0	85,0
18	91,0	82,0	82,0	86,0	89,0	90,0	90,0	93,0	89,0	82,0	89,0	81,0
19	86,0	85,0	85,0	91,0	91,0	91,0	87,0	89,0	92,0	80,0	90,0	84,0
20	79,0	81,0	82,0	91,0	92,0	92,0	85,0	77,0	89,0	88,0	89,0	85,0
21	81,0	89,0	82,0	90,0	84,0	94,0	90,0	89,0	78,0	86,0	84,0	91,0
22	91,0	86,0	88,0	92,0	94,0	93,0	92,0	94,0	93,0	85,0	83,0	85,0
23	84,0	88,0	83,0	91,0	95,0	95,0	91,0	92,0	93,0	71,0	88,0	82,0
24	86,0	83,0	89,0	85,0	93,0	88,0	91,0	95,0	90,0	90,0	92,0	79,0
25	90,0	78,0	96,0	93,0	94,0	87,0	94,0	93,0	87,0	86,0	84,0	87,0
26	82,0	80,0	86,0	90,0	93,0	92,0	96,0	92,0	79,0	86,0	85,0	86,0
27	79,0	84,0	88,0	88,0	93,0	88,0	85,0	92,0	88,0	85,0	88,0	83,0
28	80,0	81,0	85,0	87,0	97,0	90,0	92,0	83,0	90,0	87,0	87,0	95,0
29	87,0	81,0	81,0	89,0	97,0	92,0	94,0	91,0	87,0	87,0	94,0	83,0
30	85,0	–	89,0	90,0	97,0	91,0	94,0	80,0	92,0	96,0	85,0	85,0
31	87,0	–	86,0	–	83,0	–	85,0	92,0	–	91,0	–	85,0
Mínimo	79,0	78,0	80,0	84,0	79,0	87,0	79,0	77,0	78,0	71,0	77,0	79,0

Tabla 8. Humedad relativa mínima promedio (%), período 1999 a 2021. Estación Experimental Canchones, Pampa del Tamarugal.

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	17,9	21,9	22,3	20,9	20,2	12,5	10,4	7,8	9,0	8,8	13,2	12,1
2	17,0	22,1	20,7	20,6	19,5	14,2	11,2	8,1	9,7	10,4	10,4	12,5
3	15,9	22,1	22,4	20,0	20,7	11,3	13,5	6,5	8,4	8,3	11,0	11,5
4	19,4	23,1	21,1	20,3	21,8	11,5	15,3	7,1	8,0	8,7	10,0	12,0
5	19,0	24,2	20,3	19,9	20,6	11,8	12,3	7,6	7,6	7,2	9,3	12,4
6	19,3	24,0	21,7	18,9	21,7	12,3	12,2	9,2	7,2	7,8	9,8	13,3
7	18,8	24,3	23,4	19,5	15,4	13,3	9,9	7,3	7,8	7,5	10,0	12,8
8	17,8	23,0	24,9	18,2	12,8	11,3	9,8	8,0	9,0	8,2	10,2	12,3
9	18,3	27,1	22,2	19,3	15,8	9,3	8,6	8,5	9,0	7,4	10,0	13,4
10	19,2	23,9	23,6	19,9	15,0	10,8	9,9	7,0	8,8	7,8	9,0	12,2
11	18,5	23,0	23,2	20,2	14,8	11,0	8,7	7,9	9,0	8,8	8,5	13,1
12	19,7	22,9	21,2	20,7	14,6	9,8	8,7	8,1	10,0	8,7	9,5	13,3
13	19,0	23,2	21,9	18,6	13,2	10,1	8,8	7,8	10,4	8,0	9,2	14,4
14	20,6	22,6	22,5	18,1	14,4	9,9	10,9	6,9	8,5	8,5	9,9	14,9
15	21,2	22,4	21,1	18,4	16,6	11,0	10,7	6,9	7,8	7,8	11,5	14,1
16	21,9	22,5	22,9	17,8	16,4	9,8	8,8	7,5	8,0	9,0	10,7	15,1
17	20,3	22,0	21,9	16,6	16,8	12,0	8,6	8,0	7,5	8,2	10,0	14,4
18	20,9	21,4	21,3	15,9	17,2	11,9	8,1	8,0	8,3	9,3	9,3	14,7
19	20,0	22,2	22,9	14,7	17,2	12,0	9,1	6,7	7,7	8,6	14,0	16,2
20	20,0	21,1	22,3	14,3	15,4	11,6	8,6	5,9	7,2	8,4	11,0	15,9
21	21,2	21,8	21,9	15,0	13,8	10,5	10,9	6,6	7,8	9,0	10,2	16,8
22	20,5	22,0	22,4	16,0	13,2	11,5	9,5	7,9	8,4	8,4	8,7	16,0
23	19,5	21,7	20,9	16,8	13,4	11,2	10,3	8,4	8,8	7,4	9,4	17,2
24	21,0	22,1	21,3	19,2	13,0	12,4	9,7	9,9	8,2	8,5	11,5	16,4
25	20,8	22,3	21,4	19,8	12,2	14,7	7,5	10,6	8,5	8,3	12,0	14,9
26	18,6	23,7	19,4	17,4	12,3	13,4	8,4	8,4	7,9	8,3	13,0	16,6
27	19,6	23,8	18,4	18,1	11,8	12,4	7,8	8,0	8,6	7,7	10,4	17,1
28	22,0	25,2	17,5	17,2	13,2	16,7	7,8	7,5	8,0	8,2	12,0	15,4
29	22,4	23,3	17,5	17,0	13,0	11,7	7,8	6,8	7,6	8,6	11,3	16,8
30	22,3	–	21,8	16,4	11,8	8,8	6,7	7,8	8,6	9,3	11,7	16,9
31	21,3	–	19,0	–	12,8	–	6,9	8,4	–	11,2	–	–
Promedio	19,8	22,9	21,5	18,2	15,5	11,7	9,6	7,8	8,4	8,5	10,6	14,5

Tabla 9. Humedad relativa mínima detectada (%), período 1999 a 2021. Estación Experimental Canchones, Pampa del Tamarugal.

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1	17,9	21,9	22,3	20,9	20,2	12,5	10,4	7,8	9,0	8,8	13,2	12,1	
2	17,0	22,1	20,7	20,6	19,5	14,2	11,2	8,1	9,7	10,4	10,4	12,5	
3	15,9	22,1	22,4	20,0	20,7	11,3	13,5	6,5	8,4	8,3	11,0	11,5	
4	19,4	23,1	21,1	20,3	21,8	11,5	15,3	7,1	8,0	8,7	10,0	12,0	
5	19,0	24,2	20,3	19,9	20,6	11,8	12,3	7,6	7,6	7,2	9,3	12,4	
6	19,3	24,0	21,7	18,9	21,7	12,3	12,2	9,2	7,2	7,8	9,8	13,3	
7	18,8	24,3	23,4	19,5	15,4	13,3	9,9	7,3	7,8	7,5	10,0	12,8	
8	17,8	23,0	24,9	18,2	12,8	11,3	9,8	8,0	9,0	8,2	10,2	12,3	
9	18,3	27,1	22,2	19,3	15,8	9,3	8,6	8,5	9,0	7,4	10,0	13,4	
10	19,2	23,9	23,6	19,9	15,0	10,8	9,9	7,0	8,8	7,8	9,0	12,2	
11	18,5	23,0	23,2	20,2	14,8	11,0	8,7	7,9	9,0	8,8	8,5	13,1	
12	19,7	22,9	21,2	20,7	14,6	9,8	8,7	8,1	10,0	8,7	9,5	13,3	
13	19,0	23,2	21,9	18,6	13,2	10,1	8,8	7,8	10,4	8,0	9,2	14,4	
14	20,6	22,6	22,5	18,1	14,4	9,9	10,9	6,9	8,5	8,5	9,9	14,9	
15	21,2	22,4	21,1	18,4	16,6	11,0	10,7	6,9	7,8	7,8	11,5	14,1	
16	21,9	22,5	22,9	17,8	16,4	9,8	8,8	7,5	8,0	9,0	10,7	15,1	
17	20,3	22,0	21,9	16,6	16,8	12,0	8,6	8,0	7,5	8,2	10,0	14,4	
18	20,9	21,4	21,3	15,9	17,2	11,9	8,1	8,0	8,3	9,3	9,3	14,7	
19	20,0	22,2	22,9	14,7	17,2	12,0	9,1	6,7	7,7	8,6	14,0	16,2	
20	20,0	21,1	22,3	14,3	15,4	11,6	8,6	5,9	7,2	8,4	11,0	15,9	
21	21,2	21,8	21,9	15,0	13,8	10,5	10,9	6,6	7,8	9,0	10,2	16,8	
22	20,5	22,0	22,4	16,0	13,2	11,5	9,5	7,9	8,4	8,4	8,7	16,0	
23	19,5	21,7	20,9	16,8	13,4	11,2	10,3	8,4	8,8	7,4	9,4	17,2	
24	21,0	22,1	21,3	19,2	13,0	12,4	9,7	9,9	8,2	8,5	11,5	16,4	
25	20,8	22,3	21,4	19,8	12,2	14,7	7,5	10,6	8,5	8,3	12,0	14,9	
26	18,6	23,7	19,4	17,4	12,3	13,4	8,4	8,4	7,9	8,3	13,0	16,6	
27	19,6	23,8	18,4	18,1	11,8	12,4	7,8	8,0	8,6	7,7	10,4	17,1	
28	22,0	25,2	17,5	17,2	13,2	16,7	7,8	7,5	8,0	8,2	12,0	15,4	
29	22,4	23,3	17,5	17,0	13,0	11,7	7,8	6,8	7,6	8,6	11,3	16,8	
30	22,3	-	21,8	16,4	11,8	8,8	6,7	7,8	8,6	9,3	11,7	16,9	
31	21,3	-	19,0	-	12,8	-	6,9	8,4	-	11,2	-	-	
Mín. (mensual)	15,9	21,1	17,5	14,3	11,8	8,8	6,7	5,9	7,2	7,2	8,5	11,5	5,9

Tabla 10. Radiación solar promedio diaria, período 1999 a 2021. Estación Experimental Canchones, Pampa del Tamarugal

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1	26,0	24,4	23,0	20,7	18,0	16,1	15,0	15,5	19,5	23,4	26,3	26,9	
2	25,1	24,2	22,2	20,3	18,6	15,3	14,5	15,3	20,0	23,9	26,4	27,0	
3	26,0	24,4	22,7	20,5	17,0	14,8	13,8	15,1	19,9	24,1	25,9	27,0	
4	25,4	24,5	22,6	19,7	16,7	14,2	14,0	15,4	20,5	23,6	25,8	27,3	
5	25,8	22,5	22,9	19,9	16,8	14,8	14,4	15,8	20,8	23,7	26,2	26,5	
6	25,5	22,4	21,9	20,1	17,1	14,7	14,5	15,7	20,7	24,2	25,9	26,2	
7	25,2	22,8	21,9	19,4	16,9	14,7	14,7	16,3	20,6	25,0	25,9	27,0	
8	26,4	22,9	21,7	19,7	16,7	14,7	14,0	16,0	20,6	24,9	26,7	27,0	
9	26,1	22,7	21,1	19,2	16,4	15,1	14,7	16,1	20,9	24,6	26,5	27,0	
10	24,7	23,8	22,0	19,8	15,3	14,8	15,1	16,7	21,1	24,9	26,7	26,7	
11	24,4	24,6	21,0	19,6	16,4	14,4	14,9	16,8	20,3	24,8	26,6	26,6	
12	24,7	23,8	22,7	18,6	15,9	14,5	15,0	16,6	20,6	24,8	27,1	27,1	
13	24,9	24,8	22,4	19,2	16,2	14,6	14,9	16,1	20,5	24,3	26,8	26,9	
14	24,7	23,3	22,5	19,4	15,8	14,4	14,8	16,7	20,6	24,5	26,4	26,8	
15	24,8	23,8	22,3	18,3	15,3	14,5	15,3	16,0	21,3	25,2	26,7	26,0	
16	24,2	24,3	21,0	19,1	15,7	14,8	15,2	16,4	21,7	24,1	26,2	26,3	
17	25,3	23,7	21,2	18,9	15,5	14,5	15,0	16,7	21,5	24,6	26,0	26,2	
18	25,7	23,9	21,7	18,7	14,4	14,2	15,0	16,5	21,7	25,3	26,8	26,4	
19	25,4	23,3	21,2	18,4	15,6	14,5	14,9	16,3	21,7	25,0	26,6	26,4	
20	25,4	23,7	21,7	18,6	15,3	14,7	15,6	16,1	21,8	25,7	26,9	27,0	
21	24,7	24,4	22,0	18,2	15,6	14,4	15,1	16,7	22,4	25,0	26,2	26,0	
22	23,7	24,0	21,7	18,0	15,0	14,3	15,6	17,1	22,6	25,5	26,9	25,8	
23	23,7	23,6	20,7	17,3	14,7	13,9	15,6	16,6	22,8	25,9	27,3	25,4	
24	24,4	23,4	20,9	17,5	15,0	14,2	15,6	16,1	23,1	25,7	27,0	24,8	
25	24,1	23,9	20,9	17,4	15,3	14,6	15,6	17,5	23,1	25,6	27,2	24,9	
26	24,7	23,0	21,4	17,4	14,2	14,2	15,0	17,5	22,5	25,5	26,5	25,9	
27	24,7	23,0	21,4	17,3	14,7	14,9	16,0	17,6	22,3	25,7	27,2	25,0	
28	25,3	23,3	21,2	17,6	15,2	13,6	15,1	17,5	23,3	25,8	27,3	24,6	
29	23,5	23,6	21,2	17,5	15,0	14,0	16,0	18,0	23,4	25,4	26,8	25,3	
30	24,0	-	19,8	17,4	15,0	13,8	15,7	17,8	23,1	25,1	26,3	25,3	
31	24,6	-	19,6	-	15,8	-	16,6	18,1	-	25,3	-	26,4	
Promedio	24,94	23,65	21,63	18,79	15,85	14,54	15,08	16,54	21,50	24,87	26,57	26,25	20,85



Tabla 11. Velocidad del viento promedio diaria (m s<sup>-1</sup>), período 1995 a 2021. Estación Experimental Canchones, Pampa del Tamarugal.

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	
2	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,7	0,6	0,6	0,6	
3	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	1,0	0,6	0,6	0,7	
4	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	1,3	0,6	0,6	0,7	
5	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,9	0,6	0,6	0,7	
6	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,7	0,6	0,6	0,7	
7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,7	0,6	0,6	0,7	
8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,6	0,6	0,7	
9	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,9	0,6	0,7	0,7	
10	0,7	0,7	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,9	0,6	0,7	0,7	
11	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,7	0,6	0,7	0,7	
12	0,7	0,7	0,6	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,8	0,6	0,7	0,7	
13	0,7	0,7	0,7	0,5	0,3	0,3	0,4	0,4	0,7	0,6	0,7	0,7	
14	0,6	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,8	0,6	0,7	0,7	
15	0,7	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,8	0,6	0,7	0,7	
16	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,5	0,9	0,6	0,7	0,8	
17	0,6	0,7	0,6	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	0,8	0,6	0,7	0,7	
18	0,7	0,6	0,6	0,5	0,3	0,3	0,4	0,4	0,8	0,6	0,7	0,8	
19	0,6	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,8	0,6	0,7	0,7	
20	0,6	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	0,6	0,7	0,8	
21	0,7	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,5	0,5	0,7	0,6	0,7	0,7	
22	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	0,8	0,6	0,7	0,7	
23	0,7	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	
24	0,7	0,6	0,6	0,4	0,4	0,3	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,7	
25	0,7	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,7	
26	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,7	
27	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	
28	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,8	0,6	0,6	0,7	
29	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,5	0,7	0,6	0,6	0,7	
30	0,5	–	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,9	0,6	0,7	0,7	
31	0,6	–	0,5	–	0,4	–	0,4	0,5	–	0,7	–	0,7	
Promedio	0,66	0,65	0,57	0,45	0,36	0,31	0,38	0,46	0,77	0,62	0,66	0,71	0,55

Tabla 12. Acumulación de HF promedio, período 1999-2021. Estación Experimental Canchones, Pampa del Tamarugal.

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1	0,4	0,2	0,2	1,0	3,7	5,4	5,1	6,6	5,6	4,6	2,4	1,8	
2	0,2	0,1	0,0	0,9	3,6	4,9	5,3	6,3	4,9	4,5	2,9	2,0	
3	0,3	0,1	0,1	1,0	4,4	5,3	6,6	7,9	7,0	4,5	3,2	1,8	
4	0,5	0,2	0,0	0,9	4,9	6,0	6,1	6,8	5,9	5,0	3,4	2,1	
5	0,3	0,1	0,0	0,9	4,3	6,3	6,3	7,4	6,4	5,2	3,4	1,7	
6	0,3	0,0	0,0	1,3	4,8	6,3	7,1	7,6	6,6	5,0	3,4	1,5	
7	0,3	0,0	0,1	0,9	4,6	6,8	6,0	7,0	6,5	4,9	3,4	1,2	
8	0,3	0,0	0,1	1,2	5,0	6,2	6,1	7,0	5,9	5,2	3,1	1,5	
9	0,2	0,1	0,1	1,2	4,9	6,6	6,1	6,8	5,9	5,5	3,6	1,4	
10	0,2	0,0	0,2	1,2	4,5	6,6	5,9	7,2	5,7	4,9	3,6	1,4	
11	0,2	0,0	0,2	1,5	4,8	6,7	6,6	7,4	5,8	5,4	3,3	1,4	
12	0,0	0,1	0,2	1,3	4,7	6,8	7,0	6,9	5,9	4,9	3,4	1,3	
13	0,1	0,0	0,3	1,7	4,8	7,0	7,2	7,1	5,4	5,0	3,5	0,6	
14	0,3	0,1	0,3	1,7	5,4	6,8	6,6	6,7	5,0	4,5	3,1	1,0	
15	0,3	0,1	0,4	1,6	4,9	6,0	8,0	7,3	4,8	4,6	3,2	1,0	
16	0,2	0,0	0,3	1,7	5,2	6,8	7,0	7,0	5,2	3,6	3,1	1,1	
17	0,1	0,0	0,3	1,6	5,0	7,8	7,4	7,3	4,9	3,8	3,1	1,0	
18	0,1	0,0	0,3	2,3	5,3	6,5	6,8	7,3	5,5	3,9	3,9	0,7	
19	0,0	0,0	0,2	2,9	5,2	7,0	5,6	6,8	5,8	4,2	2,9	0,8	
20	0,2	0,1	0,1	3,1	5,0	6,8	5,5	6,7	5,8	4,3	2,9	0,7	
21	0,3	0,0	0,2	3,4	6,0	7,1	7,0	6,2	6,0	3,6	2,5	0,5	
22	0,2	0,1	0,1	2,9	6,1	7,2	7,3	6,8	5,9	3,9	2,9	0,3	
23	0,3	0,1	0,0	2,9	5,8	6,8	6,8	6,5	5,7	3,7	2,7	0,3	
24	0,4	0,1	0,1	2,9	5,6	7,1	6,1	6,0	5,1	3,1	2,9	0,5	
25	0,3	0,1	0,1	2,2	6,8	6,2	7,0	6,9	5,6	3,8	2,8	0,3	
26	0,3	0,0	0,3	2,8	6,6	6,9	5,8	6,6	5,9	3,8	2,5	0,3	
27	0,0	0,0	0,6	3,0	6,2	7,3	6,6	6,2	5,4	3,7	2,5	0,2	
28	0,1	0,0	0,4	3,5	6,9	6,5	6,5	6,4	5,5	3,6	2,5	0,5	
29	0,1	0,0	0,8	3,4	6,1	5,2	7,3	6,1	5,4	3,8	1,9	0,4	
30	0,2	–	1,0	3,6	6,1	7,5	6,7	6,1	5,3	3,5	2,2	0,5	
31	0,2	–	0,9	–	6,4	–	6,6	6,4	–	3,1	–	0,2	
Sumatoria	6,8	1,4	8,0	60,5	163,7	196,3	201,8	210,8	170,2	133,1	90,3	30,0	1.273,1
Acum.	6,8	8,3	16,3	76,8	240,5	436,8	638,6	849,5	1.019,7	1.152,8	1.243,1	1.273,1	

y metabólicos que ocurren en las yemas, para que puedan brotar adecuadamente en primavera, se acumulan 772,6 HF para el período mayo-agosto, una cantidad media alta. Esto indicaría que se podrían cultivar especies frutales de hoja caduca con requerimientos de frío invernal de la misma magnitud. No obstante, esta cantidad por sí sola puede inducir a error, si no se conocen las condiciones particulares de la localidad, como son las altas temperaturas diurnas invernales (Tablas 2 y 3), que afectan negativamente la acumulación de frío invernal.

### Unidades frío positivas

Las unidades frío (Richardson *et al.*, 1974) son un modelo más preciso para la cuantificación de frío invernal, en el sentido de que consideran dos factores importantes. Por un lado, dejan de manifiesto que no todas las temperaturas contribuyen en la misma intensidad, con respecto a la efectividad del frío en las yemas; y por otro, que las temperaturas sobre el umbral de 7 °C, que es el límite utilizado en la cuantificación de HF, no solo pueden ser efectivas en alguna proporción, sino que también dependiendo de cuán altas son las temperaturas diarias, se contrarresta e incluso se anula el efecto. Así, este método es más aplicable en condiciones invernales cálidas, pero registra muchas UF negativas. Por ello se ha modificado, al considerar solo las UF positivas (UFP) según lo propuesto por Cesaraccio (2004), lo cual ha mejorado su aplicabilidad en condiciones de inviernos cálidos (Pérez *et al.*, 2008).

En el caso de las UFP, se presenta un promedio acumulado anual de 127,2, y en el período desde mayo hasta agosto totalizan 102,1 UFP, que son las unidades que se deben considerar, para cuantificar el frío invernal (Tabla 13). Esta baja acumulación evidencia el efecto negativo de las altas temperaturas, en la acumulación de frío invernal, en las condiciones de la Pampa del Tamarugal.

### Días grado promedio diarias

Los DG corresponden a la acumulación de calor por día, sobre un umbral base de crecimiento, cuyo requerimiento total para una especie o variedad permite que el fruto madure adecuadamente.

Los días grado promedio anuales acumulados son 3.209,4. Sin embargo, desde el punto de vista del período de crecimiento, como por ejemplo para una especie frutal, septiembre a marzo, totaliza 2.108 DG. Los meses de mayor acumulación se concentran desde enero hasta marzo y diciembre (Tabla 14).

### Precipitaciones

El promedio anual de precipitaciones para el período 1999 a 2021 es de 1,1 mm, lo cual significa un incremento, considerando que lo reportado es 0,6 mm año (Santibáñez *et al.*, 1982). El año 2019 es el que presentó mayor cantidad de precipitaciones acumuladas, con 5,8 mm año<sup>-1</sup>. Por otro lado, durante los años 2002, 2011 y 2020 se registran precipitaciones anuales superiores a 3 mm (Tabla 15). Sin embargo, es importante destacar que estas precipitaciones son erráticas en el tiempo, es decir, hay años con presencia y ausencia de ellas. Esto genera un efecto importante en los promedios y en las formas de cálculo, que normalmente se utilizan para determinar la condición de aridez (Di Castri y Hajek, 1976; Martone, 1923; Emberger, 1932).

En este sentido, además, es importante considerar en qué momento se presentan las precipitaciones, dado que aun siendo bajas, pueden causar daño, dependiendo del estado fenológico del cultivo, sumado a la alta temperatura predominante.

### Conclusiones

El ecosistema de la Pampa del Tamarugal, en el período de 1995 a 2021, registra un promedio de temperatura de 18,6 °C, que ha presentado un incremento inferior a 2 °C. La máxima temperatura promedio es de 31,7 °C. La temperatura mínima promedio es de 5,5 °C. La temperatura máxima absoluta detectada es de 42 °C y la mínima temperatura absoluta de -8,6 °C. La humedad relativa promedio es de 35,6%. La escasa acumulación de UFP denota la condición invernal cálida. La precipitación promedio anual es de 1,1 mm año<sup>-1</sup>, y si bien se ha incrementado, su ocurrencia es esporádica, con años en los cuales no hay precipitaciones. Estas condiciones caracterizan al desierto más árido del mundo.

Tabla 13. Unidades frío positivas, período 1995 a 2021. Estación Experimental Canchones, Pampa del Tamarugal.

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,5	0,4	1,2	0,5	0,0	0,0	
2	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1	0,7	0,6	0,3	0,5	0,5	0,0	0,0	
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	1,9	0,5	0,7	0,7	0,1	0,0	
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,0	2,5	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,9	0,9	0,2	0,2	0,0	0,0	
6	0,0	0,0	0,2	0,0	0,3	1,3	1,8	1,3	0,2	0,2	0,1	0,0	
7	0,1	0,0	0,2	0,0	0,3	0,8	1,3	0,2	0,1	0,2	0,0	0,0	
8	0,0	0,0	0,3	0,0	0,2	0,8	0,4	0,8	0,9	0,0	0,0	0,0	
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,5	0,9	0,9	1,1	0,1	0,0	0,0	
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	1,2	0,5	0,3	0,6	0,1	0,0	0,0	
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	1,0	0,6	0,9	0,2	0,2	0,0	0,0	
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,8	0,1	1,5	0,4	0,1	0,0	0,0	
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,7	1,1	0,9	0,6	0,1	0,0	0,0	
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	2,2	0,8	0,4	0,1	0,0	0,0	
15	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,7	1,5	1,1	0,1	0,3	0,0	0,0	
16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,8	0,4	0,0	0,8	0,1	0,0	
17	0,1	0,0	0,2	0,1	0,6	2,0	1,2	0,4	0,3	1,0	0,0	0,0	
18	0,1	0,0	0,0	0,0	1,2	1,9	0,9	1,3	0,0	0,4	0,0	0,0	
19	0,0	0,0	0,2	0,0	0,6	1,1	0,7	0,7	0,2	0,5	0,0	0,2	
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	1,2	0,2	0,8	0,0	0,3	0,0	0,0	
21	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	1,1	1,3	0,3	0,1	0,8	0,0	0,0	
22	0,0	0,0	0,2	0,1	1,0	1,2	2,1	0,7	0,2	0,4	0,0	0,0	
23	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	1,5	1,6	0,9	0,3	0,3	0,0	0,0	
24	0,0	0,0	0,2	0,1	0,4	1,5	1,1	0,6	0,0	0,7	0,0	0,0	
25	0,0	0,0	0,3	0,1	0,9	1,3	0,5	1,8	0,2	0,2	0,0	0,0	
26	0,0	0,0	0,4	0,0	0,3	1,9	0,8	1,0	0,3	0,2	0,0	0,0	
27	0,0	0,0	0,0	0,1	0,8	1,9	0,2	0,5	0,0	0,2	0,0	0,0	
28	0,0	0,0	0,0	0,1	0,9	2,1	0,7	0,2	0,3	0,1	0,0	0,0	
29	0,0	0,0	0,0	0,2	0,9	1,3	0,8	0,2	0,1	0,2	0,0	0,0	
30	0,0	-	0,3	0,4	1,2	0,2	0,6	0,3	0,1	0,4	0,0	0,0	
31	0,0	-	0,0	-	0,3	-	0,5	0,5	-	0,3	-	0,0	Total
Suma	0,4	-	2,5	1,8	16,4	32,1	31,9	21,7	9,7	10,1	0,3	0,3	127,2
Acum.	0,4	0,4	2,9	4,7	21,1	53,2	85,1	106,8	116,5	126,6	126,9	127,2	-

Tabla 14. Días grado promedio diarias, período 1995 a 2021. Estación Experimental Canchones, Pampa del Tamarugal.

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1	10,4	10,9	10,6	9,6	8,4	6,7	6,6	7,8	7,8	8,0	8,8	10,1	
2	10,6	11,1	10,9	9,8	8,6	6,8	6,8	7,8	7,9	8,5	9,2	10,1	
3	10,9	11,2	10,9	9,1	7,7	6,2	5,5	7,8	7,6	8,6	8,9	10,4	
4	10,5	11,2	10,6	9,1	7,7	6,0	5,7	7,7	7,8	9,0	9,1	10,1	
5	10,9	10,9	10,8	9,3	7,9	6,1	5,7	7,6	8,1	8,8	9,5	9,9	
6	10,9	11,4	10,2	9,4	7,8	6,0	5,4	7,2	8,1	8,6	9,4	9,9	
7	11,2	11,4	10,1	9,5	7,7	6,1	5,9	8,1	7,8	8,8	9,3	10,2	
8	11,3	11,9	10,4	9,3	7,6	6,2	5,9	8,1	7,4	8,9	9,2	10,1	
9	11,2	11,3	11,1	9,1	7,3	6,5	6,2	8,4	7,2	8,9	9,3	10,2	
10	11,1	11,3	11,2	8,8	6,7	6,2	6,1	8,3	7,1	8,8	9,3	10,4	
11	11,3	11,8	11,3	8,9	7,3	5,8	6,2	8,1	7,3	8,3	9,6	10,1	
12	11,4	11,7	11,5	8,9	7,1	6,2	6,4	7,6	7,5	8,3	9,7	10,3	
13	11,3	11,9	11,1	9,0	7,2	6,3	6,1	7,5	7,6	8,6	9,7	10,2	
14	11,2	11,4	10,9	9,1	7,2	6,4	5,7	7,9	8,1	8,7	9,5	9,7	
15	11,1	11,7	10,7	8,6	7,1	6,2	6,1	7,8	8,1	8,6	9,2	10,1	
16	11,3	11,9	10,7	8,9	7,5	6,1	6,2	8,0	8,4	8,6	9,3	10,4	
17	11,2	11,6	10,7	8,8	7,0	5,6	6,2	7,9	8,2	8,6	9,8	10,2	
18	11,2	11,5	10,6	8,5	6,6	5,9	6,2	7,7	8,3	8,3	9,8	10,6	
19	11,2	11,5	10,5	8,4	7,1	6,0	6,4	7,7	8,3	8,2	9,6	10,1	
20	11,2	11,5	10,1	8,4	6,9	6,0	6,2	8,5	8,4	7,8	10,0	9,8	
21	11,2	11,4	10,1	8,1	6,9	6,0	5,9	8,5	8,3	7,7	10,5	10,0	
22	11,0	11,6	9,6	8,1	6,6	5,8	5,6	8,2	8,2	8,0	10,3	9,9	
23	11,4	11,6	10,1	8,0	6,5	5,9	5,5	8,1	8,4	8,1	9,8	10,5	
24	11,3	11,7	10,0	8,0	6,8	5,9	6,0	7,9	8,5	8,4	9,6	10,7	
25	11,2	11,4	10,1	8,0	6,8	5,6	6,3	7,7	8,4	8,4	9,4	10,7	
26	11,6	11,4	9,5	8,0	6,8	5,4	6,1	8,3	8,2	8,4	9,3	10,9	
27	11,7	11,6	9,2	7,8	6,4	5,4	6,6	8,9	8,2	8,4	9,8	10,9	
28	11,4	10,5	9,8	7,9	6,4	5,6	6,5	8,9	8,4	8,1	9,9	10,8	
29	11,3	11,3	9,8	7,8	6,1	5,6	6,6	9,0	8,6	8,1	9,8	10,8	
30	11,6	-	9,7	7,5	6,3	5,8	6,6	9,1	8,5	7,8	9,8	11,1	
31	11,8	-	9,6	-	7,0	-	6,5	8,9	-	7,7	-	11,2	Total
Suma	347,0	332,0	322,0	260,0	221,0	180,0	190,0	251,0	241,0	260,0	286,0	320,0	3.209,4
Acum.	347,0	678,0	1.001,0	1.260,0	1.481,0	1.662,0	1.851,0	2.102,0	2.343,0	2.603,0	2.889,0	3.209,0	-

Tabla 15. Precipitaciones, período julio 1999 julio 2021. Estación Experimental Canchones, Pampa del Tamarugal.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1999	—	—	—	—	—	—	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2
2000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,4
2001	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
2002	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6
2003	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2004	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6
2005	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8
2006	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
2007	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
2008	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2009	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2010	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
2011	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2
2012	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
2013	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2014	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2015	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
2016	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
2018	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
2019	1,2	3,6	0,0	0,6	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	5,8
2020	3,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4
2021	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—
Suma	5,8	7,6	0,4	1,2	0,4	0,2	6,9	0,5	0,4	0,4	0,2	0,0	24,0
Prom.	0,3	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1

### Literatura citada

- Acevedo, E.; Ortiz, M.; Franck, N.; Sanguineti, P.  
2007. Relaciones hídricas de *Prosopis tamarugo* Phil. Uso de isótopos estables. Universidad de Chile. Serie Ciencias Agronómicas 14. 85 p.
- Cesaraccio, C.; Spano, D.; Snyder, R.; Duce, P.  
2004. Chilling and forcing model to predict bud-burst of crop and forest species. *Agricultural and Forest Meteorology*. 126. 1-13.
- De Martonne, E.  
1923. Aridité indices d'aridité. Académie des Sciences. *Comptes Rendus*. 182, 1935-1938.
- Di Castri, F.; Hajek, E.  
1976. Bioclimatología de Chile. Vicerrectoría Académica Universidad Católica de Chile. 163 p.
- Emberger, E.  
1932. Sur une formule climatique et ses applications en botanique. *La Météorologie*. 423-432.
- Fadón, E.; Fernández, E.; Behn, H.; Duedeling, E.  
2020. A conceptual framework for winter dormancy in deciduous trees. *Agronomy*, 10, 241; doi:10.3390/agronomy10020241.
- Novoa, R.; Villaseca, S.  
1989. Mapa Agroclimático de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. 216 p.
- Pérez, F.; Ormeño, J.; Reinaert, B.; Rubio, S.  
2008. Use of the dynamic model for the assessment of winter chilling in a temperate and a subtropical climatic zone of Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research* 68: 198-206.
- Poblete, I.; Lanino, M.; Rojas, G.  
2020. El descubrimiento de una sobreviviente, cepa vinífera Tamarugal. *Idesia* 38 (4): 47-58.
- Santibáñez, F.; Luzio, W.; Vera, W.; Etienne, M.; Lailhacar, S.  
1982. Análisis de los ecosistemas de la I Región. CORFO. Universidad de Chile. 195 p.