

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
Departamento de Agronomía



TRABAJO DE INTENSIFICACIÓN:
CARACTERIZACION AGRO-CLIMATICA Y POTENCIAL DEL
SECTOR OLIVICOLA EN CORONEL DORREGO Y RIO
COLORADO

NATALIA CONTRERAS AZANZA



Docente tutor:

Ing. Agr. Inés Mormeneo

Docentes consejeros:

Ing. Agr. Alicia Morant

Ing. Agr. Oscar Bravo

Bahía Blanca, Marzo 2009

PREFACIO

Este Trabajo ha sido presentado como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Ingeniera Agrónoma, de la Universidad Nacional del Sur.

El mismo contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en la Finca olivícola Rumaroli de Coronel Dorrego y un análisis de las condiciones bioclimáticas de Río Colorado, bajo la dirección de la Ingeniera Agrónoma Inés Mormeneo, docente de la Cátedra de Agrometeorología del Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional de Sur.

Natalia Contreras Azanza
Bahía Blanca, 27 de marzo de 2009

AGRADECIMIENTOS:

A mis padres por darme la oportunidad de estudiar y por todo su apoyo.

A mis hermanos por su contención, por su ayuda, por todo lo vivido en estos últimos años...este es su logro.

A mi Tutora Ing. Agr. Inés Mormeneo, por su tiempo dedicado, por su paciencia, por la enseñanza y por ayudarme en esta última etapa de carrera.

A mis Consejeros Ing. Agr. Alicia Morant e Ing. Agr. Oscar Bravo, por las facilidades y colaboración brindadas.

A los Srs. Rubén Diez y Pedro Nomdedeu por las facilidades brindadas en el desarrollo de las actividades a campo en la Finca Rumaroli.

A la Universidad Nacional del Sur y al Departamento de Agronomía por la enseñanza recibida a lo largo de la carrera.

A mis amigos por todos los momentos compartidos y estar siempre.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	pág
Prefacio	II
Agradecimientos	III
Lista de cuadros y tablas	V
Lista de figuras	VI
Resumen	VII
Introducción	1
Objetivos	5
Materiales y métodos	6
Lugar de estudio	6
Coronel Dorrego	6
Finca Rumaroli	6
Río Colorado	7
Estación Meteorológica	8
Variables y parámetros agrometeorológicos estudiados	9
Fenología	9
Caracterización climática	12
Resultados y discusión	14
Conclusiones	24
Bibliografía	25
Apéndice	29

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación del período mensual en función de la precipitación 12 según el rango de valores esperados para niveles de probabilidad prefijados.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Temperaturas: media anual, media estival y media invernal. 16
Tabla 2. Período de heladas. 16
Tabla 3. Humedad relativa. 17
Tabla 4. Precipitaciones. 17
Tabla 5. Dirección de los vientos. 18

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de Coronel Dorrego.....	6
Figura 2. Distribución de las variedades de olivo en la plantación de la Finca Rumaroli.	7
Figura 3. Ubicación geográfica de Río Colorado.....	8
Figura 4. Estación meteorológica automática.	9
Figura 5. Representación para los estados tipo de la fenología del olivo.	10
Figura 6. Evolución de la fenología período 2006-2008. B: yema movida; F: flor abierta; horas de frío; sumas térmicas.	15
Figura 7. Temperaturas máximas, medias y mínimas. a) Coronel Dorrego; b) Río Colorado.	18
Figura 8. Humedad relativa media.	19
Figura 9. Balance Hídrico Climático. a) Coronel Dorrego; b) Río Colorado.....	20
Figura 10. Distribución mensual de las precipitaciones y ETP. a) Coronel Dorrego (1949-2005); b) Río Colorado (1956-2007).	21
Figura 11. Distribución anual de la precipitación.	22
Figura 12. Distribución anual de la evapotranspiración.	22
Figura 13. Distribución de la precipitación de los años 2004 y 2005 comparativamente a los valores mensuales esperados según datos de Cuadro 1. a) Coronel Dorrego; b) Río Colorado.	23

RESUMEN

El olivo es un árbol que se caracteriza por su gran tolerancia a la sequía, ya que dispone de una serie de mecanismos morfológicos para tal fin. Por otra parte, el objetivo de la explotación de los olivares, en la zona de Coronel Dorrego, debería buscar obtener una producción de aceite de altísima calidad. Las etapas fenológicas del olivo pueden presentar efectos causados por el estrés hídrico, alterando la producción y la calidad del aceite del olivar. Uno de los objetivos de este trabajo fue analizar las condiciones ambientales para determinar los requerimientos bioclimáticos del olivo en Coronel Dorrego y su relación comparativa con la localidad de Río Colorado.

Se llevó a cabo un relevamiento biometeorológico en las mencionadas localidades, trabajando con la información agrometeorológica y climática disponible en ambas localidades.

En Coronel Dorrego se trabajó en la finca olivícola Rumaroli, una plantación de olivos jóvenes donde se evaluó el comportamiento de tres variedades de olivo: Arbequina, Nevadillo y Frantoio. Las comparaciones de la evolución del cultivo se realizaron únicamente para Arbequina, porque si bien se evaluaron las tres variedades, las dos últimas son más tardías, requieren más tiempo para entrar en producción, por lo tanto no se encuentran en un estado de desarrollo adecuado para analizarlas a los fines de este trabajo. Se utilizó un diseño completamente al azar, trabajando con 10 plantas como unidades experimentales en todos los casos.

Con respecto a las variedades evaluadas en esta primera experiencia, los resultados demostraron que la variedad Arbequina tuvo un desarrollo general anticipado y mayor rendimiento de aceitunas y aceite, comparado con Nevadillo y Frantoio. En cuanto a su fenología, se presentaron variaciones en las fechas de comienzo de floración en las tres variedades. En el caso de la variedad Arbequina la fecha media de floración fue el 14 de noviembre ($\pm 4,6$ días) considerando los tres años de estudio.

Los resultados obtenidos de la comparación climática entre Coronel Dorrego y Río Colorado, indicarían que la producción del olivo podría adaptarse a las condiciones edafo-climáticas de la zona, presentándose como una alternativa de producción para Río Colorado, si bien allí la precipitación media anual es 45% menor, la evapotranspiración media anual es 7% mayor y aún teniendo en cuenta que las temperaturas reinantes en primavera-verano presentan valores más elevados que en Coronel Dorrego. Este mayor déficit hídrico que presenta Río Colorado podría compensarse con la aplicación de riego complementario, ya que si bien el olivo tolera la sequía, responde favorablemente a la mayor disponibilidad hídrica. La humedad relativa media es mayor para Cnel. Dorrego en todos los meses, excepto en el período entre abril-julio. Las horas de frío en Río Colorado se satisfacen antes que en Coronel Dorrego, al igual que las sumas térmicas, aunque esta diferencia es pequeña. Esto podría provocar un adelanto en las fases productivas en Río Colorado y por ende, un mayor riesgo de daños por heladas tardías en años más rigurosos. Por otra parte, en la zona de influencia de Río Colorado se debería considerar la probabilidad de ocurrencia de fuertes heladas, lo cual sumado a que si el terreno se presenta con desniveles importantes, puede ocasionar microclimas adversos a la producción de olivos. La frecuencia media de días con heladas en Río Colorado fue de 32 días mientras que en los tres años analizados en Coronel Dorrego las heladas se presentaron con una frecuencia de 19 días. La predominancia de los vientos fue del cuadrante NW en ambas localidades.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del olivo ha disfrutado de un notable desarrollo en las tres últimas décadas, impulsado no sólo por la aparición de nuevas técnicas de cultivo, sino por el interés que sus productos, especialmente el aceite, han despertado en el consumidor. La provincia de Buenos Aires dispone de áreas agroecológicas aptas para el olivo (www.infocampo.com.ar, 2008). En el partido de Coronel Dorrego, el olivo se presenta como una alternativa de producción que ha generado gran interés a partir de las experiencias en BiOlive S.A. Esta empresa posee una gran extensión en producción y cuenta con una moderna planta extractora de aceite que además, procesa para terceros.

En la zona de influencia de Coronel Dorrego el olivo está en una fase de expansión, al igual que en Río Colorado, por ser un cultivo innovativo y atractivo (www.diarioc.com.ar, 2008). En Coronel Dorrego se están incorporando nuevas fincas con sus correspondientes plantas extractoras, dadas las excelentes expectativas en la zona. La capacidad industrial actualmente es muy baja, y está en franco crecimiento.

Una de las variedades de olivo más plantadas en la zona de Coronel Dorrego es Arbequina. Esta variedad es originaria de España, de propósito aceitero, rica en poli fenoles, muy inestable en climas calurosos. Posee 20% de aceite y tiene muy buena aceptación en los nuevos mercados, no habituados al consumo de aceite de oliva. Arbequina es un árbol de poco vigor en la región de origen (Arbeca Lérida), en Argentina es de crecimiento medio. Es autofértil, con bastante resistencia a la caída del fruto, lo que permite en algún momento atrasarse en la cosecha (Guerrero García, 2003).

A pesar de la resistencia a la sequía, la productividad del olivo responde negativamente a la falta de agua (Barranco *et al.*, 2008). El clima es uno de los factores más importantes que determinan las pérdidas de agua por evapotranspiración (Doorenbos y Kassam, 1980). La mayoría de los métodos para estimar los requerimientos de agua de los cultivos incluyen un sistema de manejo basado en la planificación de la irrigación sobre los requisitos de agua del cultivo y la evapotranspiración potencial. Existen diversos métodos para su cuantificación, que utilizan datos meteorológicos representativos de la zona en estudio. Un procedimiento general conocido como el método FAO usado desde

mucho tiempo (Doorenbos y Pruitt, 1977; Allen *et al.*, 1994; 1998) sigue siendo aún el más conveniente y práctico para el manejo de la irrigación en todo el mundo. Por otra parte, es reconocida la influencia que tiene la humedad en el suelo en los sistemas agrícolas. El crecimiento de las plantas y la productividad de los cultivos tal vez están más próximamente relacionados con la humedad del suelo que cualquier otro elemento meteorológico aislado, incluso la lluvia (Baier y Robertson, 1968). Por lo tanto otro método para planificar el riego es medir o monitorear el contenido de humedad en el suelo, u orientarlo hacia un balance hídrico que utiliza la evapotranspiración de referencia calculada por fórmulas (Thornthwaite, 1957).

Como ya se mencionó, en el manejo y en el control del riego es importante determinar la humedad en el suelo en la zona radicular. Sin embargo más apropiado aun es evaluar el estado hídrico de las plantas a través de mediciones del potencial hídrico mediante el empleo de la cámara de presión (Mccutchan y Shackel, 1992; Shakel *et al.* 1997; Shakel, 2000; Shakel, 2001). Este potencial hídrico puede considerarse como una integración entre la demanda evaporativa de la atmósfera y la disponibilidad de agua en el conjunto del suelo que está siendo explorado por el sistema radicular de las plantas. A su vez, midiendo el potencial hídrico se puede manejar la magnitud del estrés hídrico de las plantas siempre con el objetivo de obtener un producto de alta calidad.

En la producción de aceite de oliva se debe tener claro cuál es el objetivo del producto final, porque esta definición establece muchos de los criterios de manejo del olivar. Es muy importante resaltar, que bajo un sistema de producción de alta calidad, la zonificación es un criterio que define las aptitudes, ya que hay zonas que tienen mejores condiciones que otras y que pueden generar calidades de aceites diferentes, en relación al color del aceite e intensidad de aromas (www.prochile.cl, 2004).

Las actividades de investigación en el olivar, enriquecen sustancialmente los conocimientos que se tiene de la explotación del olivo. En el año 2006 docentes investigadores de la UNS, iniciaron diversas actividades de investigación, validación y transferencia en distintas fincas olivícolas en la zona de Coronel Dorrego, Pcia. de Buenos Aires (Mormeneo *et al.*, 2007; Mormeneo, 2007; Mormeneo 2008). Su objetivo principal es generar información relevante para la toma de decisiones de empresarios y productores locales para el cultivo y la

producción de aceite de oliva. Estas experiencias y otras representan una importante fuente de información para el presente estudio.

Situación actual

El presente del olivar es excepcional debido a su gran demanda y alta rentabilidad, exhibe un futuro alentador y una superficie de cultivo creciente (www.bolsamza.com.ar, 2008).

Actualmente el país que más olivos tiene es España, seguido por Italia, Grecia, Túnez, Turquía y Siria (www.oleohispana.com, 2008).

Argentina comercializa aproximadamente 10.000 toneladas anuales de aceite de oliva y 50.000 toneladas por año de aceitunas de mesa. El 85% de esta producción se exporta al gran mercado latinoamericano de Brasil y a los Estados Unidos de Norte América. Son 29 los países a los que se exportan aceitunas de mesa. Cuenta en la actualidad con más de 80 almazaras y está prevista, dado el crecimiento de su producción y de la fuerte demanda internacional, la construcción de 40 nuevas plantas de elaboración de aceite de oliva y de aceitunas de mesa. Aunque no se realiza la clasificación organoléptica como en los principales países productores, el aceite de oliva elaborado en Argentina es de excelente calidad (Informe Frutihortícola, 2008).

El rendimiento nacional promedio de aceituna es de 8 toneladas por hectárea, superando a las 5/6 ton. por hectárea que alcanza la producción mundial. Las principales provincias productoras son Mendoza, San Juan y Córdoba. En los últimos años, aumentó la superficie implantada en Catamarca, La Rioja y San Juan.

Si bien tradicionalmente la industria molía aceitunas de diferentes variedades, las nuevas plantaciones permitirán elaborar aceites varietales (Arbequina, Picual y Frantoio) muy cotizados en el mercado internacional.

En cuanto al mercado oleícola, existe la posibilidad de satisfacer la demanda exterior, ya que hay grandes consumidores como el caso de Brasil, quienes por condiciones climáticas no tienen la posibilidad de producir esta drupa. Es importante recalcar que este es un mercado muy exigente debido a la presencia de grandes países productores, como el caso de España e Italia.

Argentina es uno de los futuros grandes países productores de aceitunas y de aceites de oliva, pese a sus factores climáticos y territoriales limitantes, entre los

que contamos el gran desarrollo de las plantas; un fin de invierno y comienzo de primavera con fuertes heladas que ponen en serios riesgos las grandes extensiones plantadas y las elevadas temperaturas reinantes durante la maduración del fruto.

OBJETIVOS

Los objetivos del Trabajo fueron:

- ❖ Aportar información relacionada con la fenología del olivo en Coronel Dorrego
- ❖ Estudiar las disponibilidades bioclimáticas de Coronel Dorrego
- ❖ Investigar el condicionamiento climático de una zona de Río Colorado comparativamente con la de Coronel Dorrego respecto de su capacidad productiva para el olivo

MATERIALES Y MÉTODOS

• Lugar de estudio

a) Coronel Dorrego

El trabajo se realizó sobre un olivar perteneciente a la Finca Olivícola Rumaroli, en la localidad de Coronel Dorrego, sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Figura 1). El clima que presenta la localidad es del tipo templado con estaciones bien marcadas (www.hcddorrego.gov.ar/, 2008).



Figura 1. Ubicación geográfica de Coronel Dorrego.

Finca Rumaroli

Ubicada en la intersección de las rutas nacional N° 3 y provincial N° 72, a 38° 21' Lat. Sur; 61° 17' Long. W, 104 m s/n/m, distante 30 km de la costa. La plantación, de 80 has, está dividida en ocho parcelas, en las que sólo se han plantado tres variedades de olivo: Arbequina, Frantoio y Nevadillo (Figura 2).

El olivar cuenta con un sistema de riego por goteo para complementar las necesidades de agua (Ferrerres, 1981; Inglese, Barone y Gullo, 1996).

Los suelos presentan textura media y buen desarrollo de la estructura, con contenidos de materia orgánica entre 4 a 3 % en superficie. Las determinaciones realizadas en los suelos del predio permiten clasificar los suelos como Paleudoles petrocálcicos, franco finos, mixtos, térmicos (Soil Survey Staff, 2004), con profundidad efectiva de exploración entre 80 y 120 cm (Gatti y González, 2009).

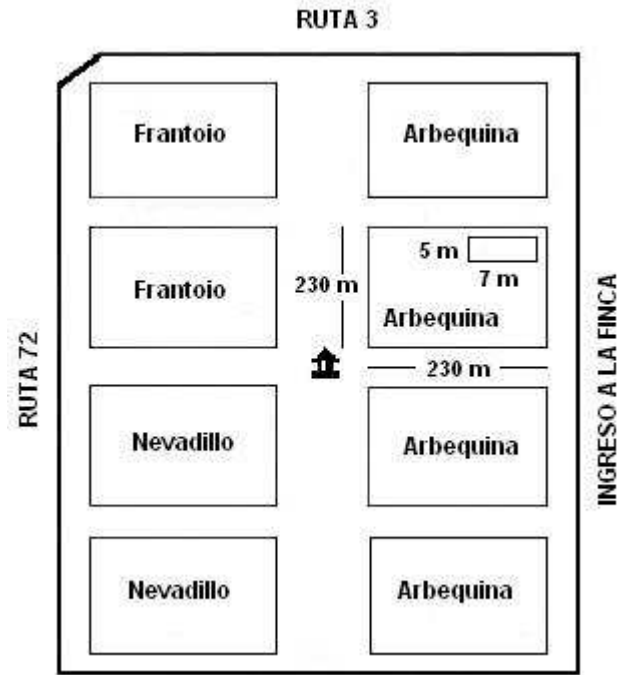


Figura 2. Distribución de las variedades de olivo en la plantación de la Finca Rumaroli.

b) Río Colorado

La localidad se encuentra ubicada a los 39° latitud sur y a los 64° 03´ longitud Oeste. Pertenece a la Pcia. de Río Negro y es la capital del Departamento de Pichi Mahuida, el cual se encuentra ubicado en el extremo noreste de la provincia. (Figura 3). La extensión departamental alcanza una superficie total de 1.538.700 has. Las extensiones de las Colonias suman unas 19.840 has del total, representando la Colonia Juliá y Echarren un 25,2 % de esa superficie (5.000 has).

La zona está sistematizada con una red de riego y una de drenaje, con su fuente de provisión que es el río Colorado y una descarga aguas abajo del citado río.



Figura 3. Ubicación geográfica de Río Colorado.

Se caracteriza al clima del Valle del Colorado como continental, templado y árido. Los suelos del valle medio del río Colorado son típicamente azonales aluviales. En términos generales, los suelos de costa de río así como los de la “costa del monte” (límite exterior de la zona de producción), presentan texturas medias a gruesas.

En terrenos con años de fruticultura se verifican tenores de materia orgánica relativamente altos para la zona (entre el 1 y 2 %). En cambio, en suelos con escasos o nulos antecedentes de cultivos frutihortícolas, estos valores normalmente son menores al 1 % (CFI, 2002).

• **Estación meteorológica**

Junto a la plantación de Coronel Dorrego se instaló una estación meteorológica automática (Figura 4), modelo Wizard III marca Davis Instruments (USA). De esta manera se midieron la temperatura del aire, velocidad y dirección del viento y las precipitaciones. Esto permitió la cuantificación de parámetros agrometeorológicos como horas de frío, sumas térmicas, entre otros. Para el procesamiento de la información se utilizaron diferentes programas en ambiente Excel (Mormeneo, 2003).

A su vez, se realizó un relevamiento meteorológico en la zona de Río Colorado con el objetivo de comparar su condicionamiento bioclimático respecto del crecimiento y desarrollo del olivo, con lo observado en Coronel Dorrego.



Figura 4. Estación meteorológica automática.

• **Variables y parámetros agrometeorológicos estudiados**

- Temperatura y Humedad relativa del aire
- Sumas térmicas
- Horas de frío
- Heladas
- Precipitación
- Evapotranspiración

• **Fenología**

En el relevamiento agro-fenológico, los datos colectados fueron registrados bajo un protocolo operativo, a fin de que resulten homogéneos, significativos y comparables. Se seleccionaron sitios representativos del área en estudio. También se adoptó una metodología estándar a fin de evitar la apreciación subjetiva del observador (Mormeneo, 2007).

En la Finca Rumaroli de Coronel Dorrego, se trabajó con una parcela para cada variedad y en cada una se marcaron 10 plantas al azar. A las mismas se les realizó un estudio fenológico según la metodología mencionada por Sáenz Laín *et al.* (2003) y analizada por Escobar (1982), que consiste en determinar las fechas de ocurrencia de las fases (Figura 5).

Las observaciones de campo se realizaron anotando los estados fenológicos según la metodología indicada en Mormeneo, (2007) utilizando una planilla

semanal (ver Planilla en APÉNDICE I). A partir de la fase de “yema movida” las observaciones se hicieron a escala semanal hasta la fase de “envero”, maduración y cosecha, es decir durante el período comprendido entre septiembre y abril. Después de esta fase se continuó a escala quincenal hasta la sucesiva fase de “yema movida”. Las fases fenológicas del olivo consideradas en este estudio se esquematizan en la Figura 5.

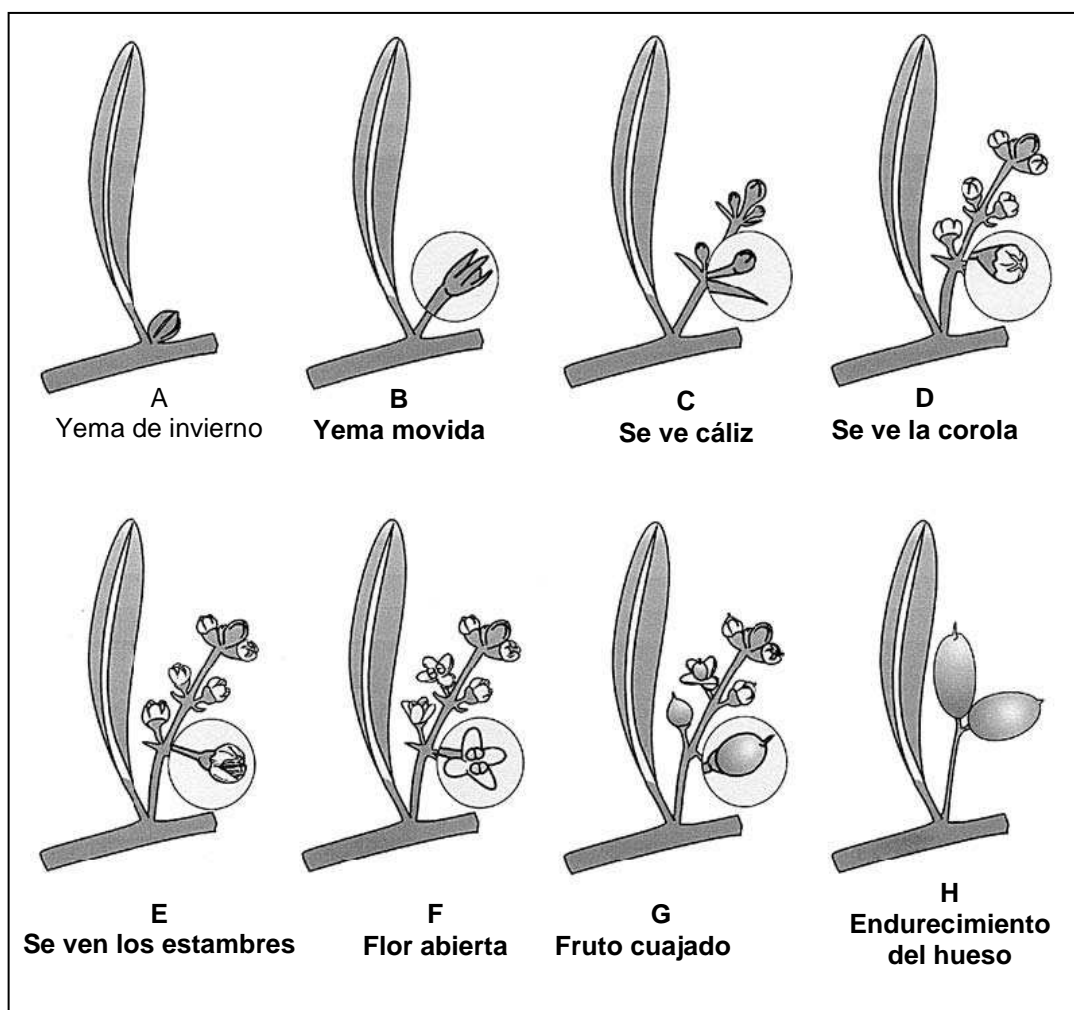


Figura 5. Representación para los estados tipo de la fenología del olivo (Saéñz Lanin et al. 2003). Dibujo, J. Pizarro.

A. Yema de invierno. Caracteriza el estado de reposo del árbol; las yemas tienen el pedúnculo corto, son agudas y completamente cerradas.

B. Yema movida. El pedúnculo se alarga y la yema de flor se engruesa hasta la formación del racimo floral.

C. Se ve el cáliz. El racimo floral queda totalmente formado, y al final las brácteas se abren y dejan ver el cáliz.

D. Se ve la corola. Se forma y predomina la corola. El botón floral se hincha, el cáliz se abre y empieza a verse la corola, que llega a ser mayor que el cáliz, hasta que cambia de color pasando del verde al blanco amarillento.

E. Se aprecian los estambres. El botón floral continúa hinchándose y al empezar a abrirse la corola pueden verse los estambres en el fondo.

F. Flor abierta. Inicia la floración. Las primeras flores empiezan a abrirse. La fase se inicia al abrirse completamente la primera flor. La plena floración es cuando la mayoría de las flores están abiertas y hay abundante polen en el ambiente

G. Fruto cuajado. El ovario fecundado se agranda y aparece claramente la aceituna cuajada. Los pétalos se marchitan y caen. Luego comienza el crecimiento del fruto. El estado de la fase se encuentra en el momento en que el ovario comienza a agrandarse en forma evidente.

H. Endurecimiento del hueso. El fruto tierno crece y próximo a la mitad de su tamaño, el hueso comienza a lignificarse y presenta resistencia a su corte. La fase puede ser individualizada efectuando un seccionamiento del fruto y registrando la resistencia al corte del hueso respecto del pericarpio

I. Envero. El fruto alcanza su tamaño normal y, sobre el epicarpio empieza a distinguirse el cambio del color por partes, del verde al rojo violáceo o morado. Este fenómeno afecta al menos a la mitad de la superficie del fruto, extendiéndose luego hasta tener todo el fruto el mismo color. (esta fase no se agrega en la Figura 5)

J. Maduración del fruto. El fruto ha tomado una coloración rojo violácea uniforme, tanto en el epicarpio como en la pulpa hasta la plena madurez, llegando a ser casi negra o de la coloración típica de la variedad para esta fase. Ahora puede ya desprenderse el pedúnculo. Empieza el reposo invernal. (esta fase no se agrega en la Figura 5).

Sobre cada planta se individualizó la fase fenológica predominante, es decir, aquella que se presentó al menos en el 50% de los órganos interesados. Una vez individualizada la fase se atribuyó la clase de frecuencia de toda la muestra. Esta frecuencia representa en valor porcentual, el número de plantas respecto al total de la muestra que presentan la fase fenológica ya individualizada según se explicó anteriormente. De esta manera se clasifican en:

Clase 1: la fase fenológica está presente en la muestra en menos del 25%.

Clase 2: la fase fenológica está presente en la muestra entre el 25 y 50%.

Clase 3: la fase fenológica está presente en la muestra en más del 50%.

• **Caracterización climática**

Para realizar el análisis de la variabilidad de las lluvias en la región de Coronel Dorrego, se utilizaron series pluviométricas de distintos lugares de la zona: Aeródromo Cnel. Dorrego, Cooperativa Aparicio-Flia Hollender, Vivero Municipal, campo Flia. Morales y campo Flia. Hansen.

A las series climatológicas mensuales de Coronel Dorrego y Río Colorado se les aplicó la transformación gamma incompleta (ver APÉNDICE II), con cuatro niveles de probabilidad (10, 25, 75 y 90 %). En base a ello se calcularon los valores de los deciles y cuartiles para la precipitación en cada mes. Esta metodología permite obtener las precipitaciones esperadas con diferentes niveles de probabilidad. También permite conocer la probabilidad de que una precipitación sea menor o igual a una cantidad de lluvia prefijada. Trabajando con los cuatro niveles de probabilidades mencionados, se puede caracterizar la precipitación de un lugar de acuerdo al Cuadro 1 (Mormeneo y Díaz, 2003) Esta función tiene aplicación también en la caracterización de la marcha reciente o pasada de las precipitaciones.

Cuadro 1. Clasificación del período mensual en función de la precipitación según el rango de valores esperados para niveles de probabilidad prefijados.

Clase	Rango de niveles de probabilidad de ocurrencia de lluvias, en %
Muy húmedo	> 90
Húmedo	75 - 90
Normal	25 - 75
Seco	10 - 25
Muy seco	< 10

Para el desarrollo del Balance Hídrico Climático (BHC), se utilizó la metodología de Thornthwaite (ver APÉNDICE III).

Para el cálculo de las horas de frío del olivo en Coronel Dorrego, se trabajó con los valores horarios de la temperatura, teniendo en cuenta un límite inferior de 0°C y uno superior de 12,5°C, (Mormeneo, 2008; Ring *et al*, 1983). La acumulación de horas de frío comienza terminando el verano o cuando las temperaturas comienzan a descender por debajo de 12,5°C y se acumulan hasta la hinchazón de las yemas florales. Luego, la acumulación media de horas de frío, se utiliza en la predicción del comienzo de la fase "B" en futuros años.

Las sumas térmicas del cultivo, se calcularon considerando las temperaturas medias diarias con una temperatura base de 12,5 °C para los años considerados. Los valores medios de sumas térmicas y horas de frío se analizaron con el desvío estándar y el coeficiente de variación (Mormeneo, 2008).

En la estimación de las horas de frío normales para Cnel. Dorrego y Río Colorado se trabajó con la metodología de Damario (1968), la cual utiliza el valor promedio de las temperaturas mínimas medias mensuales correspondientes a los 5 meses más fríos y el valor climático de la temperatura mínima media anual. Luego mediante el uso del diagrama de este autor, se obtiene la acumulación mensual de horas de frío para cada mes.

Para el cálculo de sumas térmicas normales, a las temperaturas medias se les resta la temperatura base (12,5) y se las multiplica por el número de días del mes. Esto se hizo para los meses de septiembre, octubre y noviembre.

Para realizar la caracterización climática de la localidad de Río Colorado, se utilizaron datos obtenidos directamente en la zona de producción frutihortícola de Colonia Juliá y Echarren y de la Estación Agrometeorológica del INTA Río Colorado.

Para el análisis estadístico de la precipitación se aplicó ANOVA y test de Tukey para comparación de medias ($p \leq 0.05$), utilizando el programa estadístico SPSS (1994).

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Fenología

Las fechas de ocurrencia de las fenofases, resultan afectadas por la variación interanual. Factores como largos e intensos períodos de sequía, e inviernos con bajas temperaturas, juegan un rol importante en la determinación de la sincronización del desarrollo de las plantas. El momento del año en que ocurren las fases fenológicas de primavera está principalmente influenciado por la temperatura, después de ocurrida la dormancia.

La fecha media de floración de la variedad Arbequina en este ensayo fue el 14 de noviembre con un desvío de 4,6 días (n=3 años) (Figura 6).

En el año 2006 el cambio de fase de “yema de invierno” a “yema movida” fue más tardío que para los otros dos años, siendo el 2008 el de mayor precocidad. Esto se debe a que existe una relación directa entre acumulación de horas de frío por debajo de 12,5°C y cambio de fase, por lo tanto pueden haber ocurrido temperaturas más altas en el 2006, atrasando la fecha de cambio de fase. En el 2007 el cambio se produjo antes y con una acumulación mayor de horas de frío, reafirmando lo explicado anteriormente. Lo que se observa en el 2008, es un adelanto aún mayor que para el 2007, pero con un acumulo menor, y es por eso que se mantuvo más estacionada esta etapa hasta acumular la cantidad de horas de frío necesarias para el cambio de fase a floración.

A partir de “yema movida” se observa un comportamiento similar en los tres años evaluados, si bien hay una pequeña variación en las fechas de floración. Esta diferencia también podría adjudicarse a las temperaturas que reinaron en cada año, correspondiendo en este caso a las sumas térmicas requeridas por el cultivo para pasar de “yema movida” a “flor abierta”.

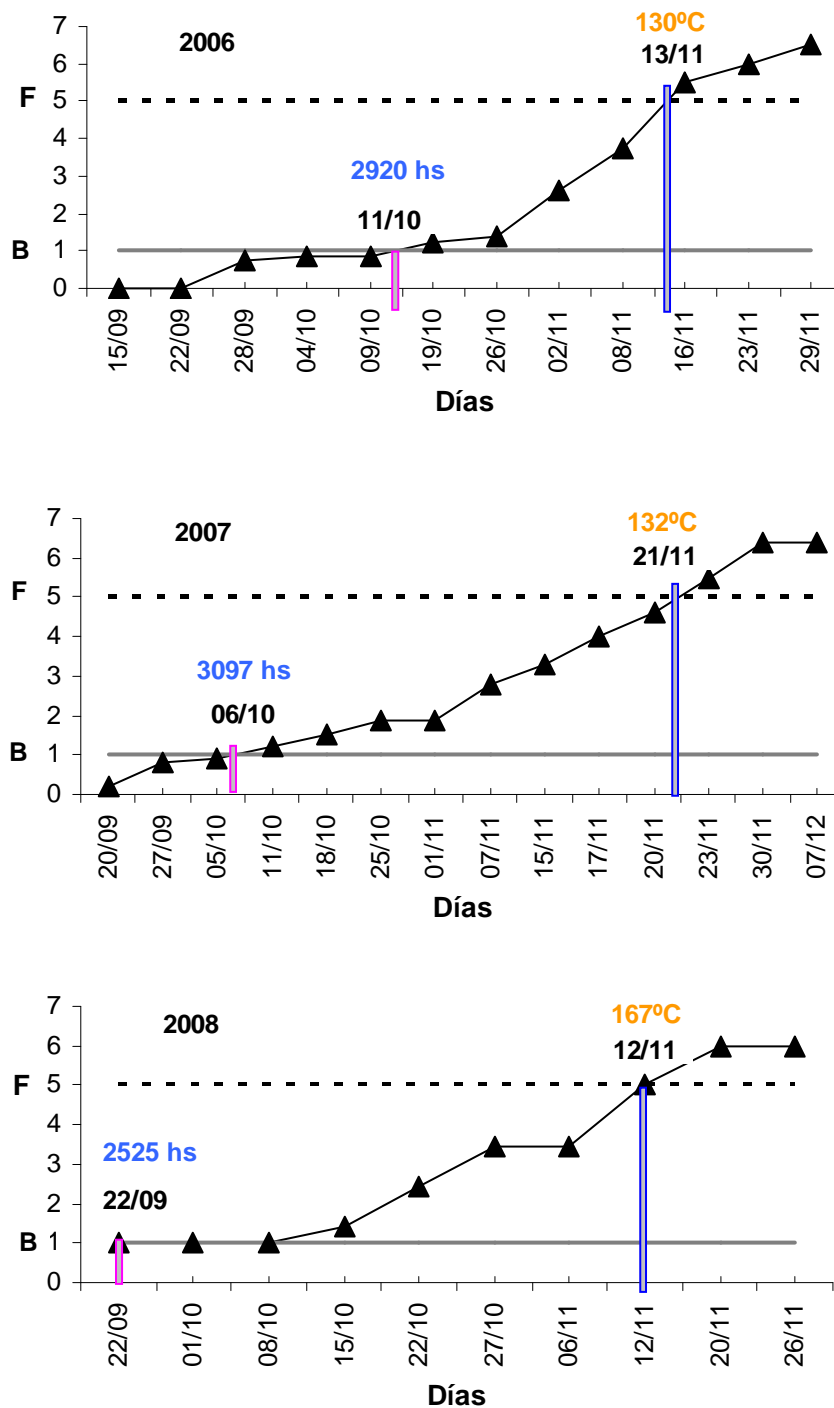


Figura 6. Evolución de la fenología período 2006-2008. B: yema movida; F: flor abierta; horas de frío; sumas térmicas

Caracterización climática

Al analizar las variables agrometeorológicas de Cnel. Dorrego, se define a la localidad como adecuada en cuanto a disponibilidades climáticas para la producción de olivos, siempre contando con la posibilidad de cubrir mediante riego complementario, los meses con déficits hídricos. Las variedades utilizadas

adaptan su fenología correctamente, lo cual explica el desarrollo actual de los olivares.

Al realizar la comparación de estas variables con las de Río Colorado, se determina que esta localidad también presenta potencial para la producción del olivo, aún teniendo en cuenta las temperaturas más elevadas en primavera-verano y menores precipitaciones. Se debe tener en cuenta además que es una especie muy rústica, que tolera las más variadas condiciones climáticas y edáficas, de fácil cultivo, por lo que se puede cultivar en terrenos marginales.

Esta zona presenta la ventaja de contar con la sistematización del riego para cubrir las menores precipitaciones y con la desventaja de presentar probabilidad de ocurrencia de fuertes heladas, lo cual sumado a que el terreno se presenta con desniveles importantes, puede ocasionar microclimas adversos a la producción de olivos, como ya ha ocurrido en un establecimiento de la zona. Por lo tanto se deberá tener en cuenta algún método de lucha contra las mismas.

Tabla 1. Temperaturas: media anual, media estival y media invernal.

Localidad	T media anual (°C)	T media estival (°C)	T media invernal (°C)	Sumas térmicas	Horas de frío
Cnel. Dorrego	14,6	22,3	7,4	297,3	1315
Río Colorado	15,8	22,5	6,7	324,4	1355

Como puede observarse en Tabla 1, las diferencias en los valores de las temperaturas entre localidades no superaron el 8%. Las horas de frío acumuladas en los cinco meses más fríos (mayo-septiembre) fueron similares en ambas localidades. En cuanto a las sumas térmicas para los meses septiembre-noviembre, resultaron superiores en Río Colorado, lo cual podría indicar un adelanto en la floración.

Tabla 2. Período de heladas.

Localidad	Período de heladas	Nº días con heladas
Cnel. Dorrego	Mayo-Septiembre	19
Río Colorado	Febrero-Octubre	32

Con respecto al período de heladas, en Cnel. Dorrego se inicia normalmente a fines de mayo y concluye a principios de septiembre, mientras que Río Colorado

presenta un rango mayor, desde febrero hasta octubre. Río Colorado superó a Cnel. Dorrego en el número de días con heladas en un 41% (Tabla 2).

Tabla 3. Humedad relativa.

Localidad	HR (%) mes más húmedo	HR (%)mes más seco
Cnel. Dorrego	90	60
Río Colorado	73	49

Cnel. Dorrego presenta una humedad relativa elevada, siendo junio el mes más húmedo con 90% y diciembre el más seco con 60% en promedio, mientras que en Río Colorado esos valores fueron del 73% y 49% respectivamente. Por lo que esta variable resultó un 23 % mayor en Coronel Dorrego (Tabla 3).

Tabla 4. Precipitaciones.

Localidad	Prec. media anual (mm)
Cnel. Dorrego	718
Río Colorado	470

La pluviometría media anual en Cnel. Dorrego es de 718mm y en Río Colorado es de 470 mm, 45% mayor en Cnel. Dorrego (Tabla 4). La distribución de las precipitaciones en ambas localidades es irregular, siendo los meses de enero, marzo y abril los de mayor precipitación media y los meses de junio, julio y agosto los de menores registros. Sin embargo la época de mayor volumen de agua almacenada en el suelo es el invierno, en el verano se registran deficiencias críticas, pues a pesar de ser la época de mayor pluviosidad, también es la de mayor demanda por evapotranspiración.

Al analizar la variabilidad de las precipitaciones disponibles de los diferentes campos en Coronel Dorrego, no se observaron diferencias significativas en los promedios anuales ($P \leq 0,05$). Si se observaron diferencias significativas, al mismo nivel de probabilidad, cuando se incluyeron los valores de Río Colorado.

Tabla 5. Dirección de los vientos.

Localidad	Dirección
Cnel. Dorrego	NW
Río Colorado	NW

En cuanto a la dirección de los vientos (Tabla 5), predominan del cuadrante noroeste en ambas localidades. Con respecto a las temperaturas (Figura 7) se observa que Río Colorado presenta una temperatura media y temperatura máxima mayor que Cnel. Dorrego, mientras que la temperatura mínima es similar a lo largo del año en ambas localidades.

Se observa que las curvas no están tan estabilizadas en Cnel. Dorrego como en Río Colorado, debido a que se utilizó un período de sólo 3 años, única información disponible en Cnel. Dorrego, mientras que en Río Colorado se contó con una serie de 30 años de temperaturas medias mensuales.

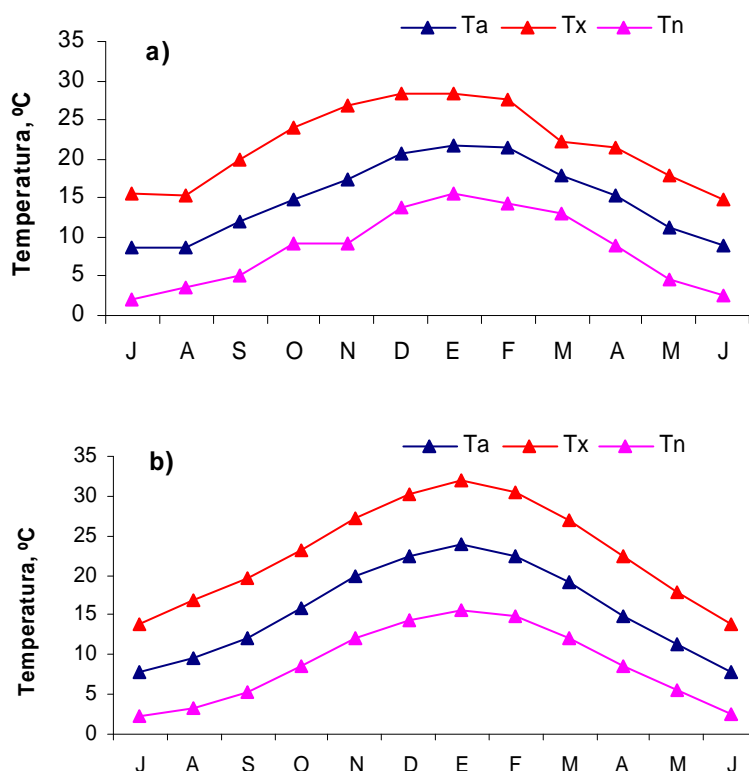


Figura 7. Temperaturas máximas, medias y mínimas. a) Coronel Dorrego; b) Río Colorado.

La humedad relativa media (Figura 8) es mayor para Cnel. Dorrego en todos los meses excepto en el período abril-julio. Esto indicaría que en Río Colorado las temperaturas son más bajas durante ese período.

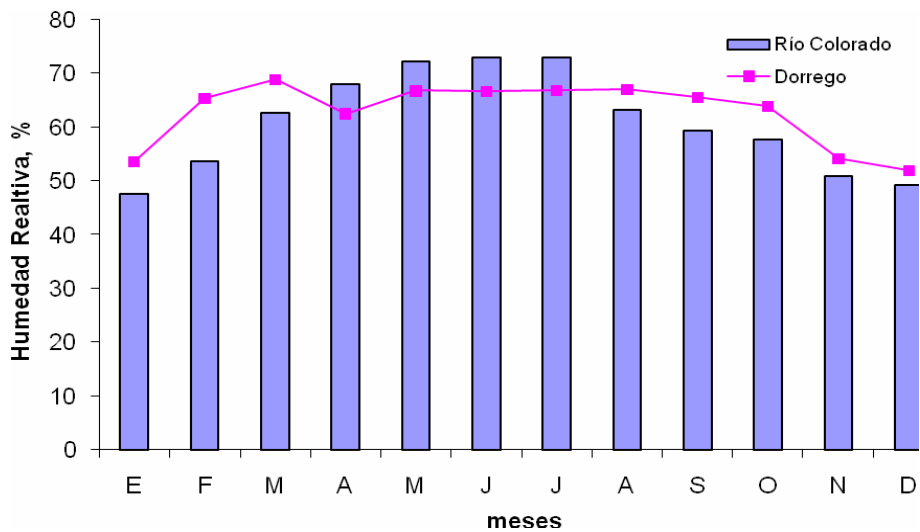


Figura 8. Humedad relativa media.

El BHC (Figura 9), demuestra que Cnel. Dorrego presenta valores más altos de precipitaciones que Río Colorado, mientras que este último presenta valores de evapotranspiración mayores que Cnel. Dorrego, por lo que el déficit hídrico es mayor en Río Colorado al igual que su período de ocurrencia: septiembre-mayo vs. Noviembre-marzo en Cnel. Dorrego. Río Colorado no presenta excesos, en cambio en Cnel. Dorrego si se observan meses con balance positivo.

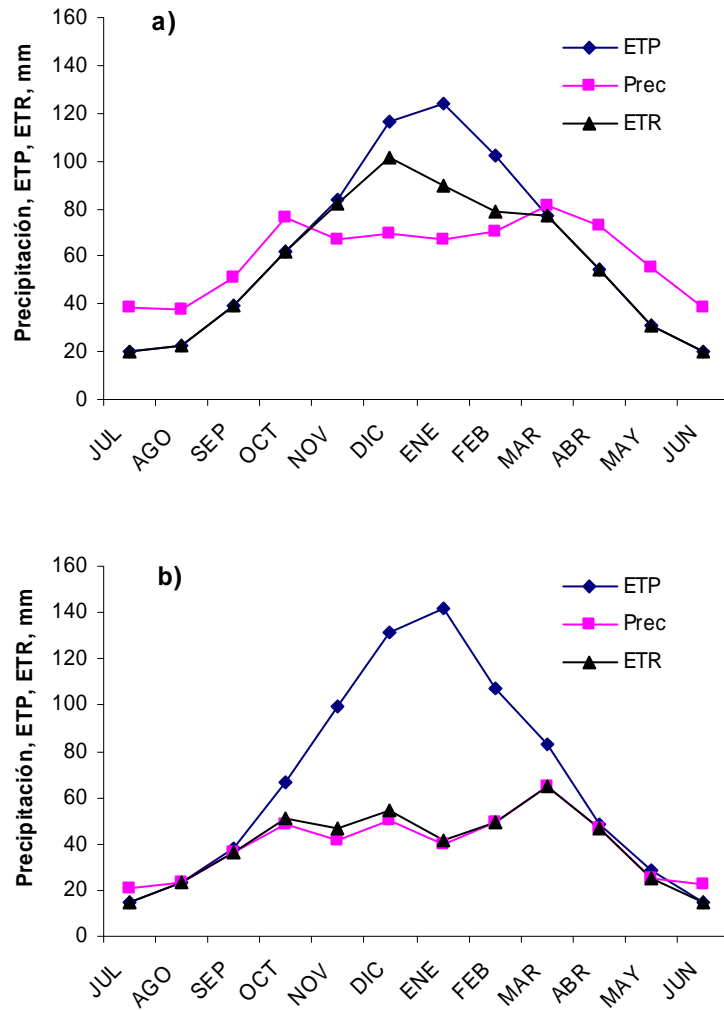


Figura 9. Balance Hídrico Climático. a) Coronel Dorrego; b) Río Colorado.

La evapotranspiración supera a la precipitación en el período de mayor requerimiento de agua (septiembre-febrero) en 128 mm en Cnel. Dorrego y en 319 mm en Río Colorado (Figura 10). Dicho de otra manera en Cnel. Dorrego la evapotranspiración anual supera en un 4% a la precipitación, pero si se consideran sólo los meses de mayor demanda hídrica por parte del cultivo este porcentaje aumenta a 24%. Esos valores para Río Colorado son 41% y 55% respectivamente. De ello se desprende que el aporte de agua por medio del riego en Río Colorado será significativamente superior al requerido en Cnel. Dorrego. En caso de utilizarse la metodología FAO para la cuantificación de los requerimientos hídricos, al aplicar el factor del cultivo (K_c), el volumen de agua a aportar mediante el riego disminuiría respecto de los valores mencionados de la

evapotranspiración. Los valores del Kc calculados para Cnel. Dorrego oscilaron entre 0,55 y 0,75 (Mormeneo, 2008).

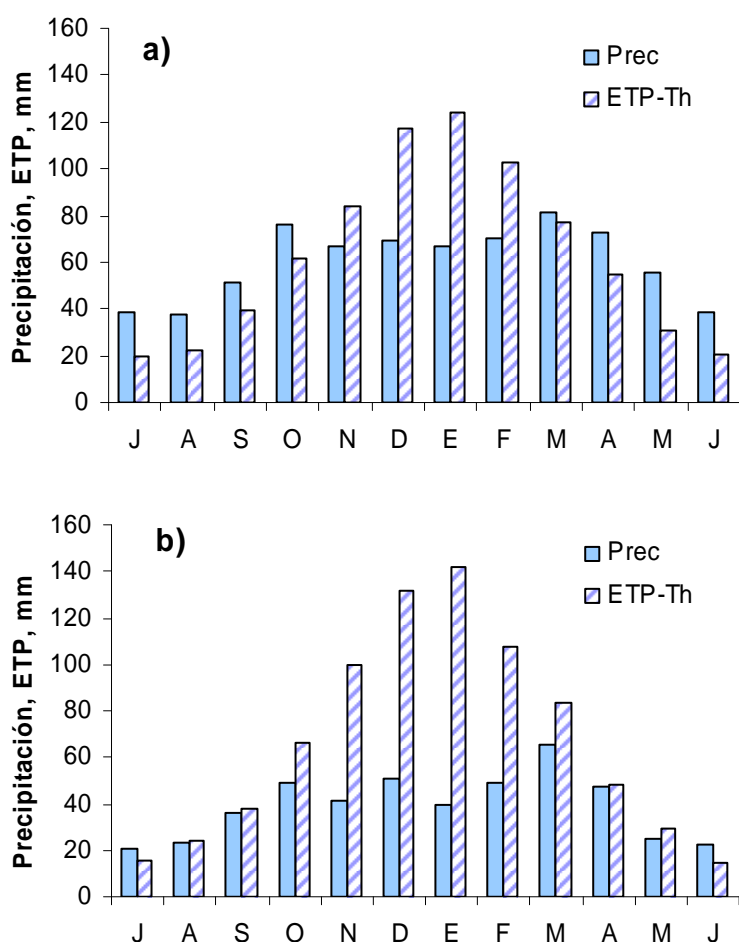


Figura 10. Distribución mensual de las precipitaciones y ETP en a) Coronel Dorrego (1949-2005); b) Río Colorado (1956-2007).

La distribución anual de las precipitaciones (Figura 11), muestra que ambas localidades presentan similar variación a lo largo del año, siendo los valores de Río Colorado menores para todos los meses. Presentan la misma tendencia, las precipitaciones aumentan o disminuyen según el mes en ambas localidades.

En cuanto a la evapotranspiración (Figura 12), se observa la misma distribución anual, pero los valores son menores para Coronel Dorrego en un 7 %.

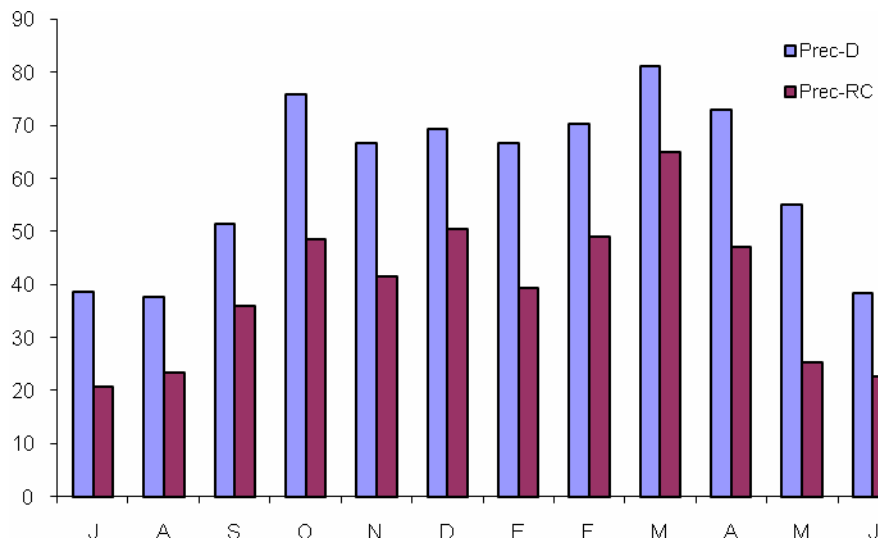


Figura 11. Distribución anual de la precipitación.

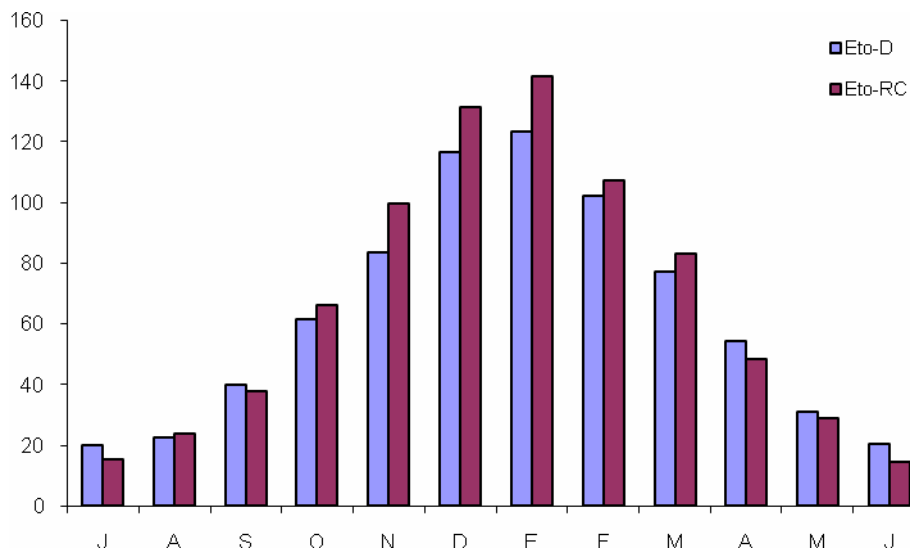


Figura 12. Distribución anual de la evapotranspiración.

Como una aplicación de los valores de precipitación esperados mediante la utilización de la función Gamma Incompleta para ambas localidades, se compararon las lluvias ocurridas en los años 2004 y 2005, como muestra la Figura 13, la cual se puede utilizar como una figura "patrón" para clasificar la precipitación de una década, una serie de años o un año en particular, para saber cómo se comportaron las precipitaciones de ese período con respecto a los valores esperados según la serie climatológica.

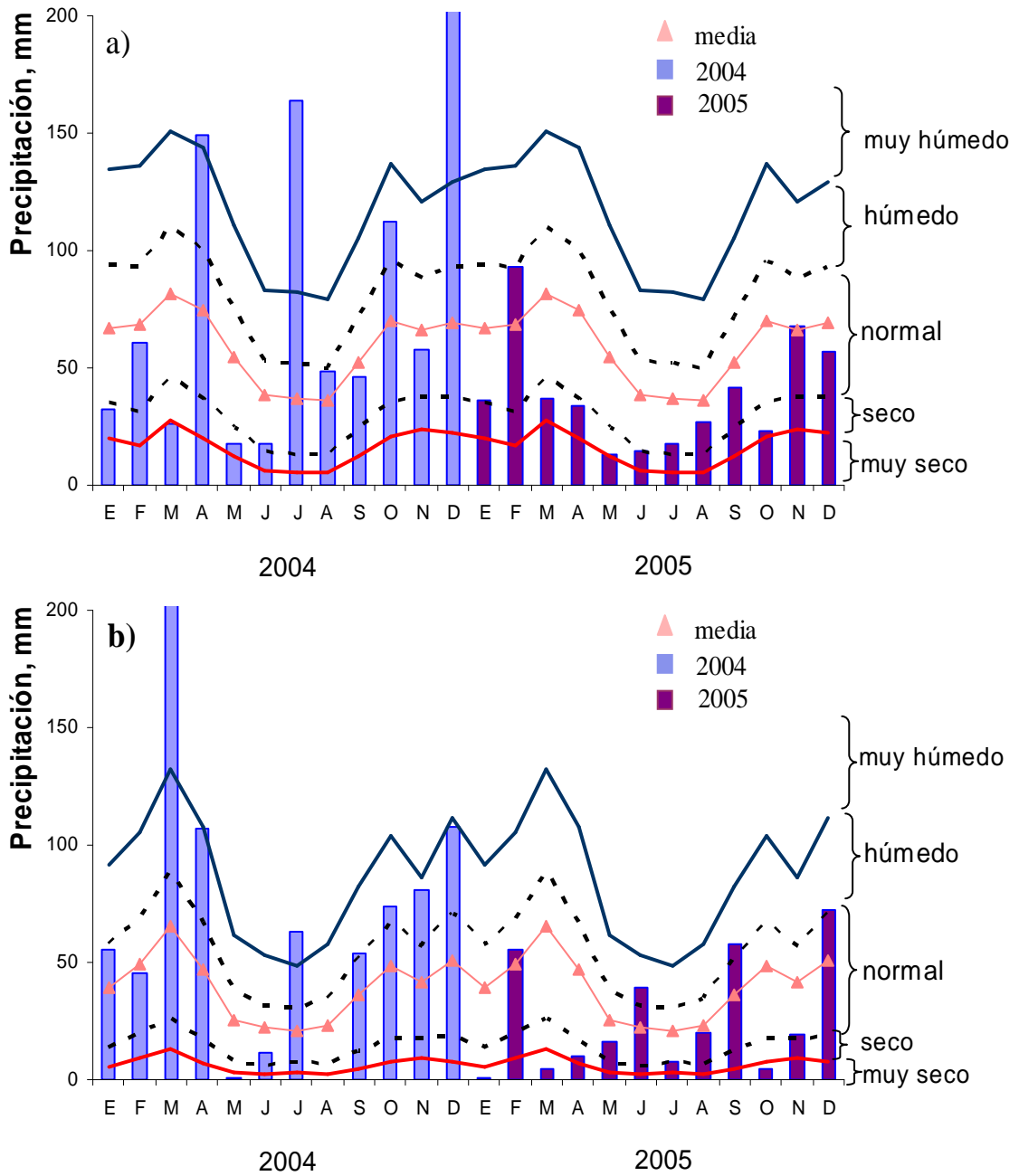


Figura 13. Distribución de la precipitación de los años 2004 y 2005 comparativamente a los valores mensuales esperados según datos de Cuadro 1. a) Coronel Dorrego; b) Río Colorado.

Se observa para las dos localidades, que la precipitación ocurrida en esos dos años tuvo una similar distribución, detectándose más períodos “muy húmedos” en Cnel. Dorrego y “muy secos” en Río Colorado. Estos resultados siguen confirmando una mayor necesidad de riego para Río Colorado.

CONCLUSIONES

- Los estudios fenológicos en Cnel. Dorrego concluyen que las fases determinantes para el cultivo se desarrollaron adecuadamente. Se debe tener en cuenta además que es una especie muy rústica, de fácil cultivo, que tolera las más variadas condiciones, entre ellas, las propias de terrenos marginales.
- El clima de Cnel. Dorrego resulta apropiado por presentar temperatura, precipitación, humedad relativa y condiciones edáficas aptas para la producción de aceite de oliva de alta calidad.
- La comparación del ambiente edafo-climático entre ambas localidades, determina que la zona de Río Colorado presenta potencial para la producción del olivo, aún teniendo en cuenta las temperaturas más elevadas en primavera-verano y riegos de ocurrencia de fuertes heladas, y las menores precipitaciones. Por lo tanto, el olivo se presenta como una alternativa de producción para Río Colorado.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, R.G, Smith.M, Pereira.L.S, Perrier. A. 1994: An update for the calculation of reference evapotranspiration. ICID Bull. 43 (2), 129.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. United Nations Food and Agriculture Organization, Irrigation and Drainage Paper 56, Rome, Italy, 300 pp
- Baier, W.; Robertson, G.W. 1968. The performance of soil moisture estimated and compared with the direct use of climatological data for estimating crop yields. Agricultural Meteorology, Amsterdam, v5, pp. 1631. p. 1731.
- Barranco, D., Fernández Escobar, R., Rallo, L., 2008. En: El cultivo del olivo. Junta de Andalucía; MundiPrensa. 6ª ed.
- CFI, 2002. Estudio de diversificación productiva para Río Colorado, Río Negro. INTA Río Colorado. Hoja Informativa .
- Damario, E. A. 1968. Carta estimada de horas de frío en la República Argentina. Revista de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires, 17 (2): 2538. 1968.
- Damario, E.A.; Pascale, A.J. Nueva carta agroclimática de “Horas de Frío” en la Argentina. Revista de la Facultad de Agronomía, Univ. de Bs. As, 15 (23): 219225. 1995.
- Doorenbos, J; Kassam, A. 1980. Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio FAO: Riego y drenaje N°33. Roma, FAO. 212p
- Doorenbos, J; Pruitt, WO. 1977. Guidelines for predicting crop water requirements.
- Escobar, H. 1982. Fenología del olivo del valle de Azapa. En: Primeras Jornadas Olivícolas Nacionales. Universidad de Tarapacá.
- FAO. Irrigation and Drainage Paper N° 24. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fereres, E. 1981. Drip irrigation management. Division of agricultural Sciencies. University of California. Leaflet 21259.
- Gatti M.G. ; González L.A., 2009. Caracterización de un suelo del partido de Coronel Dorrego. Comparación de dos perfiles bajo un mismo cultivo y manejo de suelos. Trabajo Final de la Carrera de Técnico Superior Agrario en Suelos y Aguas. 81 pág.
- Guerrero García, A. 2003. Nueva olivicultura. MundiPrensa. 5°ed.

- Hargreaves, G.H.; Samani, Z.A. 1985. Reference crop evapotranspiration from temperature.
- Informe frutihortícola. Enero 2008. Nº 271, pág.23.
- Inglese, P.; Barone, P. and Gullo, G. 1996. The effect of complementary irrigation on fruit growth, ripening pattern and oil characteristics of olive (*Olea europea* L.) cv Carolea.
- Mccutchan and Shackel, K 1992. Stemwater potential as a sensitive indicator of water stress in prune trees (*Prunus domestica* L. Cv. French). *Jornal of the American Society for Horticultural Science* 117(4):607611.
- Monteith, J.L y Unsworth, M.H. 1992. *Principles of Environmental physics*.
- Mormeneo, I., 2003. Planillas en ambiente Excel para el procesamiento de variables desde bases de datos de estaciones meteorológicas automáticas. Nota técnica. *Anais XIII Congresso Brasileiro de Agrometeorología*, Vol. 2, pág. 777778. Santa María (Br).
- Mormeneo, I.; Díaz, R. A. 2003. Método para Clasificar la Anomalía de Lluvias. *Revista Brasileira de Agrometeorología*. V.11 (1): 159167. (Br). ISSN: 01041347.
- Mormeneo, I.; Aguirre, M.E.; Roncoroni, J.; Santamaría, R. 2007. Efecto de enmiendas orgánicas en mezclas con suelos sobre la pérdida de agua por evaporación. *Revista Brasileira de Agrometeorología*. V.15 (1):5968 (Br). ISSN: 01041347.
- Mormeneo, I. 2007. "Manual para observaciones agrofenológicas en el olivo", 23 Págs. (inédito).
- Mormeneo, I. 2008. Horas de frío y sumas térmicas en la predicción del inicio de la etapa reproductiva en plantas de olivo (*Olea europea* L.). *Actas V Jornadas Interdisciplinarias del Sudoeste Bonaerense*. Bahía Blanca. (Ar).
- Mormeneo, I. 2008. Requerimientos de agua de un monte de olivos jóvenes: determinación del coeficiente del cultivo para la planificación del riego. *Actas XII Reunión Argentina de Agrometeorología*. 1ª ed. San Salvador de Jujuy Universitaria de Jujuy: Univ. Nacional de Jujuy: Fac. de Ciencias Agrarias 2008. CDROM ISBN: 9789507213205 (Ar).
- Ring, B.R.; Harris, M.K.; Hakmann, J.K.; Mesón, J.L. 1983. "A Fortran computer program for determining start date and base temperature for degree-day models". *Bull MP1537*. Texas Agric. Exp. St. Texas Univ. Systems, College

- Station TX. Routledge, Chapman and Hall, Inc. New York. ISBN 071312931X., 287 pág.
- Sáenz Laín, C., M. Gutiérrez Bustillo & V. Alcolado SánchezMateos. 2003. Fenología, aerobiología y producción del olivar en Almodóvar del Campo (CastillaLa Mancha). Anales Jard. Bot. Madrid 60(1): 7381.
- Shakel K 2000. Using the pressure chamber to Monitor and Manage irrigation in Prunes. Fruit nut research information center. Crop Information <http://fruitsandnuts.ucdavis.edu/prunepressure.html>
- Shakel K 2001. The Pressure Chamber, a.k.a. "The Bomb". Fruit nut research information center. Crop information <http://fruitsandnuts.ucdavis.edu/pressurechamber.html>.
- Shakel K et al. 1997. Plant water status as an index of irrigation need in deciduous fruit trees. Hort Technology 7(1):2329.
- Soil Survey Staff, 2004 En: Gatti M.G. ; González L.A., 2009. Caracterización de un suelo del partido de Coronel Dorrego. Comparación de dos perfiles bajo un mismo cultivo y manejo de suelos. Trabajo Final de la Carrera de Técnico Superior Agrario en Suelos y Aguas. 81 pp
- SPSS. 1994. Programa estadístico, versión 6.1 para Windows.
- Thorntwaite, C. W and Matter, J.R. 1957. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. Drexel Institute of Technology. Climatology. 10(3):185311.
- Zanetti M. Noviembre 2007. "Plantación Superintensiva de olivos: La nueva tendencia", INFORME FRUTIHORTÍCOLA. Revista mensual especializada N° 269, pág. 2223.

Páginas web:

- www.prochile.cl/doc.2.php?file=aceite_oliva_rojas_2004.pdf
- www.oleohispana.com/historia.htm, 2008
- www.infocampo.com.ar/infocampo-semanario/11892-olivares-en-el-sur-bonaerense/, 2008
- www.hcddorrego.gov.ar/, 2008
- <http://www.diarioc.com.ar/produccion/id/39575>, 2008
- www.bolsamza.com.ar/mercados/olivicola/aceitunasconserva/cultivo.pdf, 2008

APÉNDICE

I. Planilla agro- fenológica semanal utilizada para volcar los resultados de las observaciones fenológicas (Mormeneo, 2007).

FICHA SEMANAL N°

Parcela N°

Observador

1. Identificación de la explotación

fecha observación / /

Establecimiento:

Variedad aptitud: de aceite de mesa doble

2. Fases fenológicas

Fase	Clase			Fase	Clase			Fase	Clase		
	1	2	3		1	2	3		1	2	3
reposo vegetativo			<input type="checkbox"/>	ven estambres	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	crec. fruto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
yema movida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	flor abierta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	endur. hueso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
se ve el cáliz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	plena florac.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	envero	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
se ve la corola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	fruto cuajado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	maduración	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

II. Transformación Gamma Incompleta

$$G(x) = \frac{1}{\beta^\delta \sqrt{(\delta)}} x^{\delta-1} e^{-\frac{x}{\beta}} \quad \text{siendo } \delta > 0 \text{ y } \beta > 0$$

β es un parámetro de escala y δ es de forma.

$$F(x) = \int_0^x G(x) dx$$

III. Thornthwaite

$$ET_0 = 16 \left(\frac{10Ta}{I} \right)^a f_c \quad \text{donde,} \quad I = \sum_{j=1}^{12} i_j \quad e \quad i = \begin{cases} \left(\frac{Ta}{5} \right)^{1.514} & \text{si } Ta > 0 \\ 0 & \text{si } Ta \leq 0 \end{cases}$$

donde,

ET_0 : Evapotranspiración potencial de referencia (mm mes⁻¹).

T : temperatura media mensual del aire (°C)

I : Índice calórico anual

i : Índice calórico mensual

a : función cúbica de I

$$a = 675 \cdot 10^{-9} \cdot I^3 - 771 \cdot 10^{-7} \cdot I^2 + 1792 \cdot 10^{-5} \cdot I + 0,49239$$

Al final del cálculo, se realiza una corrección con un factor de ponderación que tiene en cuenta la latitud y época del año. Se puede calcular utilizando fórmulas o tablas. La ETo para un mes de N días y de una duración media de luz solar, d (expresada en horas), obtenida mediante la Ec. 2, se corrige de acuerdo a la siguiente expresión:

$$fc = \left(\frac{d}{12} \right) \left(\frac{N}{30} \right)$$