

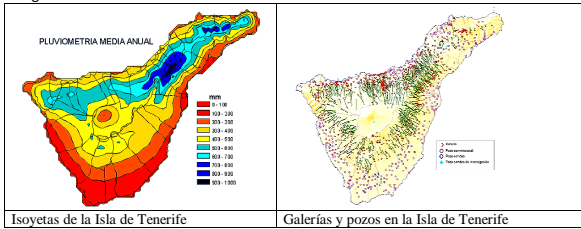
RECOMENDACIONES DE RIEGO EN TENERIFE.

Clemente Méndez Hernández.

Agente Especialista en Subtropicales. Cabildo Insular de Tenerife.

La Isla de Tenerife es la mayor del Archipiélago Canario, con una extensión de 2.034,38 Km² y un perímetro de 342 Km. De forma triangular, con una elevación casi central de 3.718 m. (El Teide) y dos cordilleras centrales (las dorsales) que separan claramente el norte del sur.

Debido a los vientos alisios, la humedad se suele concentrar en la franja norte de la Isla entre los 600 y 1.800 m, formando un mar de brumas característico, mientras que la vertiente sur suele estar despejada. Las lluvias acontecen de finales de otoño a mediados de primavera. La pluviometría es muy variable dependiendo de la zona geográfica (norte-sur) y la cota, pudiendo variar desde los 1.400 a los 100 mm anuales. No existen cursos de agua naturales debido a la gran porosidad del material volcánico, que hace que el agua se infiltre y quede retenida en el interior de la Isla, generalmente a grandes presiones. Para obtener tan preciado elemento, la forma más normal es la construcción de minas (galerías) con una ligera pendiente ascendente cada vez que se profundiza. En la actualidad, existen unas 1.047 galerías con una longitud superior a los 1.621 Km; además de 437 pozos con una profundidad media de 120 m. Desde los puntos de alumbramiento hasta los de consumo, el agua se distribuye por una red de canales cerrados, existiendo unas 1.300 conducciones con más de 4.000 Km de longitud.



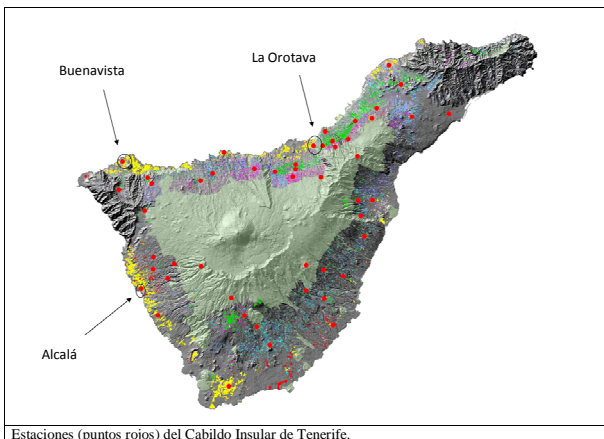
A diferencia del resto de España, en Tenerife la titularidad del agua y la red de distribución de ésta es privada, oscilando el precio entre 0,50 a 0,90 €/m³. La procedencia del agua la podemos ver en la siguiente tabla 1.

Tabla 1. Procedencia y evolución del agua en Tenerife. (Plan Hidrológico Insular de 2004 y 2013)

Procedencia del agua	1991, hm ³	2010, hm ³
Superficiales	1	2,03
Subterráneas	211	164,96
Regeneradas	0	9,31
Desaladas	0	21,46
TOTAL	212	197,46

El hecho de cambiar la estructura de riego de manta a aspersión hizo que la Isla ahorrase mucha agua; mientras que el paso a goteo, aunque ha disminuido el consumo hídrico de la platanera, ha sido casi obligado por los pocos recursos que dispone Tenerife y el ahorro que supone para los agricultores el disminuir el coste del agua. Además, esta bajada en los consumos unitarios no ha mermado la producción de la Isla ya que de los datos de ASPROCAN de la fruta comercializada y la superficie sembrada de platanera facilitada por la Secretaría Técnica de Estadística (Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación del Gobierno Autónomo de Canarias) no se observa disminución de la producción por unidad de superficie en Tenerife.

Debido a que la agricultura consumía tantos recursos y que la Isla no los producía, era necesaria una racionalización del consumo de los mismos. Por tal motivo, en el año 1996 se inició la instalación de una red de estaciones agrometeorológicas que transmitiesen los datos desde las fincas hasta la Unidad Central del Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife. Inicialmente se instalaron tres estaciones para platanera (Buenavista, La Orotava y Playa San Juan) y



Estaciones (puntos rojos) del Cabildo Insular de Tenerife. Los datos para el cultivo del tomate (Guía de Isora y Llanos de San Juan). En la actualidad la red está compuesta por un total de 53 estaciones. Todas ellas pueden calcular la ETO necesaria para determinar dotaciones de riego, aunque sólo se utilizan unas pocas para este fin debido a que los cultivos que realmente consumen agua están en cotas bajas.

El sistema está diseñado para que los datos de toda las estaciones se reciban vía GSM en una estación de trabajo de desde donde se exportan desde una base de datos Mevis a SQL-SERVER. Desde aquí se le aplica el programa Agrometeo, desarrollado por el Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural, con el que se validan los datos

A pesar de disponer de menos recursos hídricos en el 2010 que en 1991, se ha hecho necesario de posibilitar fuentes de abastecimiento no convencionales (regeneradas y desaladas) ya que las aguas subterráneas no pueden abastecer el consumo y se ha comenzado a explotar las reservas de las mismas, por lo que es de prever que la situación actual se irá agravando con el tiempo.

El consumo de este recurso se puede apreciar en la tabla 2.

Tabla 2. Usos del agua en Tenerife. (Plan Hidrológico Insular de 2004 y 2013)

Usos del agua	1991, hm ³	2010, hm ³
Agrícolas	109,2	86,69
Urbano	62,7	74,88
Turístico	14,1	18,10
Industrial	5,3	2,56
No usados: pérdidas, rechazos	16,0	10,95
TOTAL	207,3	197,48

Nota: en el año 2010 en consumos agrícolas están incluidos 4,4 hm³ de riegos de campos de golf. El consumo agrícola ha pasado del 53 al 42% del total de los recursos. No sólo ha disminuido la cantidad de agua destinada a la agricultura sino que el porcentaje que se destina a la agricultura es menor.

En Tenerife (Secretaría Técnica de Estadística de la Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación del Gobierno Autónomo de Canarias) las estadísticas de 2012 indican que la superficie agrícola se estima en unas 16.549 ha., de las que un 61% son de riego. Dentro de los cultivos regados, el plátano (4.060,9 ha.) representa el 40% de la superficie regada, seguido por la viña (1.476,2 ha.), papas (1.030,4 ha.) aguacates (378,1 ha.) y cítricos (358,4). Sin embargo, a pesar de representar el plátano el 40% de la superficie regada, consume un 60% del agua disponible para agricultura, con un consumo estimado de 12.375 m³/ha. año.

En el año 2005 se realizó el Estudio de los Consumos Hídricos en la Isla de Tenerife por una empresa de reconocido prestigio para el Cabildo Insular de Tenerife. Los resultados se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Consumos unitarios m³/ha y año por zonas y números de fincas () con las que se obtuvieron los datos para riego a manta M, aspersión A, y, goteo G.

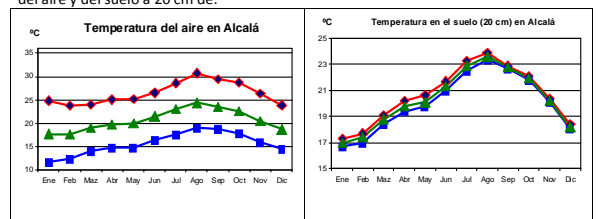
		NO1	NO2	N	NE	SE	S	SO
M	Al	12.544 (1)	13.350 (1)	18.186 (9)	14.265 (4)	-	-	-
	In	-	-	-	8.603 (2)	-	13.672 (7)	14.211 (3)
A	Al	10.927 (2)	13.072 (3)	12.637 (8)	12.790 (3)	-	15.610 (4)	14.169 (18)
	In	10.844 (10)	10.265 (3)	-	8.964 (8)	11.725 (9)	11.818 (33)	12.654 (34)
G	Al	11.066 (55)	8.975 (6)	8.544 (28)	10.696 (10)	7.941 (1)	11.099 (6)	14.577 (30)

Nota: NO1 corresponde de Buenavista a Garachico (casco), NO2 de Garachico a San Juan de La Rambla, N al Valle de La Orotava, NE a Valle de Guerra a La Punta, SE al Valle de Guimar, S a Las Galletas y SO desde las Américas a Santiago del Teide.

(eliminando o corrigiendo datos "erróneos") y se procede a realizar las exportaciones a las páginas web www.agrocabildo.org y www.tenerife.es Además, el programa contiene los módulos de recomendación de riego, informes y gráficas. El proceso de validación es muy importante ya que dependiendo del dato climático la ecuación de Penman Motheith FAO56 para el cálculo de la evapotranspiración de referencia (ETO) varía tanto o más como la variación del dato en cuestión. Por tanto, la red obliga a una constante supervisión de las estaciones con chequeos periódicos de los sensores y del data-logger de cada estación.

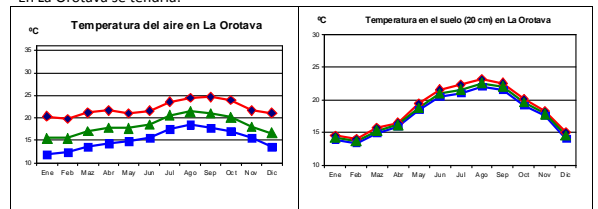
Para poder aplicar en Tenerife lo citado por los conferenciantes anteriores se procede a tomar como ejemplos la estación situada en la zona más cálida (Alcalá) y fría (La Orotava). La estación de Buenavista será tomada como ejemplo para estudiar el riego al ser la primera en funcionar.

Tomando los diez últimos años de la estación de Alcalá tendríamos una temperatura del aire y del suelo a 20 cm de:



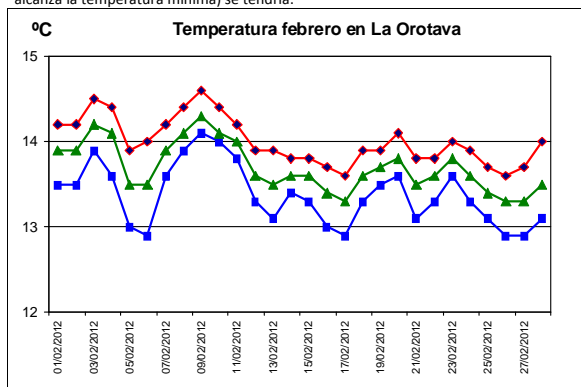
En este caso, la temperatura no es limitante para el desarrollo fenológico aéreo ni radicular. No se alcanzan temperaturas medias más bajas de 17°C (en Sudáfrica se llega a 10°C y menos en Israel) por lo que la emisión de hojas se reduce en invierno pero siempre hay nuevas hojas. En cuanto a la temperatura del suelo se observa que es muy superior a los 10°C de mínima, por lo que siempre habrá crecimiento radicular. Es decir, la temperatura no es limitante en las condiciones de costa de la comarca de Guía de Isora.

En La Orotava se tendría:

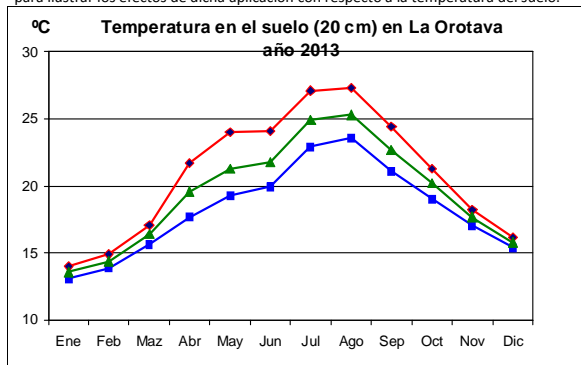


La temperatura del aire se acerca al punto de no crecimiento foliar en los meses de enero y febrero, hecho que se debería de tener en cuenta en ciertas labores culturales

como el abonado. Sin embargo, la temperatura mínima del suelo disminuye enormemente en el mes de febrero. Si viésemos el mes de febrero (que es cuando se alcanza la temperatura mínima) se tendría:



Como se observa en la gráfica, la temperatura mínima en el suelo a 20 cm en el mes de febrero es en general mayor a 13°C (salvo seis días), por lo que también habrá crecimiento de raíces aunque en menor medida que en Alcalá. Como quiera que en el año 2013 el agricultor utilizó una materia orgánica proveniente de ganado vacuno y aplicada de forma líquida en el mes de enero, se presenta la gráfica en el año 2013 para ilustrar los efectos de dicha aplicación con respecto a la temperatura del suelo.



Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
7,49	7,67	7,16	5,97	5,23	5,41	6,98	7,53	10,1	15,2	12,3	9,06
0,49	0,56	0,77	0,94	1,08	1,21	1,21	1,13	1,11	1,01	0,81	0,56
0,04	0,04	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11	0,15	0,10	0,05

Sumando todos los coeficientes obtenidos, se obtendría un Kc de 0,9. Esta operación se realizó para las distintas zonas plataneras de la Isla, obteniendo los siguientes coeficientes:

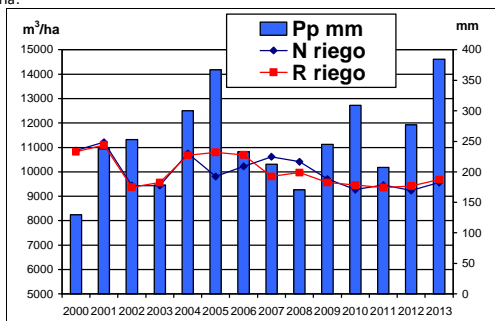
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Buenavista	0,93	0,89	0,85	0,83	0,83	0,83	0,86	0,9	0,93	0,95	0,97	0,98
La Orotava	0,97	0,93	0,89	0,84	0,82	0,81	0,83	0,88	0,93	0,97	1,00	1,00
Las Galletas	0,83	0,77	0,76	0,79	0,85	0,93	0,99	1,03	1,04	1,02	0,97	0,9
Guía de Isora	0,76	0,74	0,77	0,84	0,93	1,01	1,05	1,06	1,03	0,97	0,89	0,82

A vez que se dispone de la ETC, calcular las necesidades de riego (NR) es relativamente fácil. Para ello empleamos dos ecuaciones dependiendo de la conductividad eléctrica del agua de la comarca y que se estudia periódicamente. Para ello, el Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife (STAyDR) emplea las siguientes ecuaciones:

$NR = (ETc - Pef) / (CU * (1 - RL))$, si la CE del agua media de la zona es mayor de 1,2 dS/m. Además, del Estudio de Regadíos en la Isla de Tenerife se disponen de los coeficientes de uniformidad de riego (CU) y se aplica para $RL = CEw / 8$; siendo CEw la CE media de la zona en dS/m.

$NR = (ETc - Pef) / FM$ si la CEw es menor o igual a 1,2 dS/m. Siendo FM el factor de manejo que se estableció en el 15%.

A través de las distintas Oficinas de Extensión Agraria repartidas por toda la geografía insular, en numerosas ocasiones se han realizado ajustes particulares para cada finca. La gran diferencia de las recomendaciones en la Isla de Tenerife y el resto de España (a través de la red SIAR) es que en nuestro caso las fincas en cada comarca donde se instala una estación, se controla el consumo por parte del agricultor y de la humedad en el suelo por medio de tensiómetros. Ello permite saber si las recomendaciones han sido apropiadas o por el contrario se ha errado, pudiendo corregir en la siguiente semana el desfase. Tomando Buenavista, por ser la primera estación instalada se tendría:



Como se puede ver en la anterior gráfica comparándola con la existente para la media de los diez años anteriores en la misma localidad, la temperatura del suelo es mucho mayor en cada mes que se aplicó el estiércol líquido desde febrero hasta agosto, igualándose ambas gráficas a partir de septiembre.

Para el cálculo de las necesidades de riego se sigue la ecuación de Penman-Montheith FAO 56. Los datos necesarios para realizar el complejo cálculo son tomados de las estaciones y mediante el programa del Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife se calculan con facilidad y se cuelgan los lunes, miércoles y viernes de cada semana. No obstante, entendiendo que pueden ser interesante para algún alumno/a de este curso se entrega una hoja Excel para su fácil cálculo. A partir de la Evapotranspiración de referencia (ET0) se procede a calcular la Evapotranspiración de cultivo (ETc) multiplicando ET0 por el coeficiente de cultivo (Kc). Para determinar el Kc se tomaron los obtenidos por la Dra. Carmen Luisa Suárez en el Norte y Sur de Tenerife en los lisímetros de sonda de neutrón propiedad del Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA). Estos fueron:



Estación tipo al aire libre en plantanera.

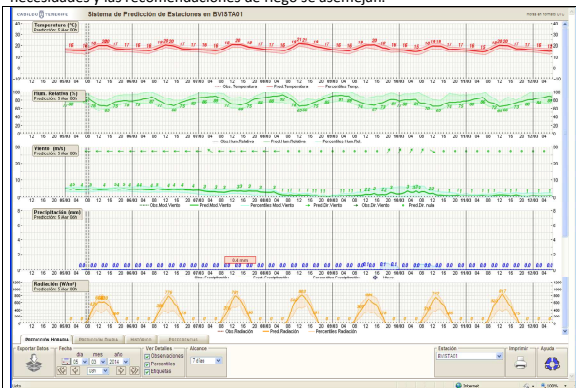
	Kc
Enero	1,11
Febrero	1,01
Marzo	0,81
Abril	0,56
Mayo	0,49
Junio	0,56
Julio	0,77
Agosto	0,94
Septiembre	1,08
Octubre	1,21
Noviembre	1,21
Diciembre	1,13

Obviamente, los anteriores Kc se refieren a unas parcelas sembradas en un mismo instante y durante los cuatro primeros años de cultivo. Ello implica que las plantas estaban todas en un mismo estado de desarrollo fenológico. Esto en la realidad es muy difícil y lo normal es que en una finca o parcela existan plantas en todos los estados fenológicos. Para poder dar recomendaciones de forma general fue necesario disponer de los racimos procesados por los empacquetados en cada comarca, de forma que se pudiese estimar las épocas de parición y calcular los racimos que parían en cada mes en tanto por uno. A partir de aquí se procedía a multiplicar el anterior porcentaje por cada coeficiente de cultivo que le correspondía, teniendo en cuenta que el mes de parición corresponde con el segundo valor más alto de los anteriores Kc. A modo de ejemplo, supongamos una finca con una distribución en % de racimos recolectados mensualmente de:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
7,49	7,67	7,16	5,97	5,23	5,41	6,98	7,53	10,1	15,2	12,3	9,06

Ahora supongamos que estamos en el mes de julio, por lo que el Kc de ese mes sería el de noviembre, ya que los racimos que paren en ese mes tendrán ese coeficiente y el resto de las plantas estarán en distintos estados fenológicos pero siempre siguiendo el del estudio de los Kc, de tal manera que si se multiplicara la primera fila por la segunda (se divide por 100 al estar dado los porcentajes en %) se tendría:

En la anterior gráfica se ha representado la lluvia de cada año desde el 2000 al 2013. La cantidad total anual no suele indicar demasiado a que es posible es que casi toda la lluvia caiga en un mes. Por ejemplo en el año 2013 de los 385 mm medidos, 285 mm lo fueron en el mes de diciembre, lo que indica que el resto de los meses fueron secos, sin embargo es el año más lluvioso de la serie. Hasta el año 2004 las recomendaciones se hacían desde las Oficinas de Extensión Agraria correspondientes y las necesidades de riego (con los datos reales transcurrido un tiempo) coincidían con las recomendaciones (previsión de riego futuras). A partir de 2005 esto deja de ser así y las recomendaciones se comienzan a realizar desde la Unidad Central del STAyDR y se observa que existe un desfase entre las recomendaciones y las necesidades reales. Esto se debía a no disponer de la previsión meteorológica adecuada. A partir de 2010 se contrata con una empresa el servicio de previsión meteorológica en el cual nos indican las principales variables climáticas y calculan la ET0 prevista para la siguiente semana. Con estos datos, previsión y realidad se han acercado y por tanto las necesidades y las recomendaciones de riego se asemejan.



Estas previsiones se reciben diariamente en el Cabildo Insular de Tenerife e indican cual será el tiempo a nivel de hora en cada estación de riego.

Como se ha indicado anteriormente, esto se hace en una finca piloto. Ello nos permite saber qué es lo que está haciendo el agricultor y si nos sigue o no nuestra recomendación de riego. Así, si comparamos el agua real empleada por el agricultor se observa cómo es muy superior a las recomendaciones hasta el año 2006. A partir de ahí se va ajustando a las recomendaciones, siendo la diferencia a partir de 2008 menor a un 10%. El ahorro en agua se puede cifrar de 14.000 m³/ha hasta unos 10.000 m³/ha. Hay que indicar que la producción y las épocas de corte no se han visto mermadas, por lo que consideramos que se están cumpliendo los objetivos previstos cuando se inició el desarrollo de las estaciones y las recomendaciones de riego.

Como curiosidad hay que indicar que cuando se realizó el estudio de consumo hídricos en la Isla de Tenerife (año 2005) se obtuvo un consumo medio en plantanera en la Isla

Baja de unos 11.000 m³/ha, lo cual coincide con las recomendaciones de riego de ese año.

