



Capítulo X

Programación y control del manejo del riego en zarzaparrilla

Autor:

Raúl Ferreyra E.
Ingeniero Agrónomo M.Sc.
INIA La Cruz

Gabriel Sellés Van Sch.
Ingeniero Agrónomo Dr.
INIA La Platina

Alejandro Ojeda G.
Ingeniero Agropecuario
INIA Kampenaike

INTRODUCCIÓN.

Requerimientos hídricos.

Los requerimientos de riego se establecen comparando la demanda hídrica de los cultivos con las precipitaciones. Si estas últimas son inferiores a la demanda hídrica del cultivo, entonces la diferencia debe ser suplida con riego. En Puerto Natales, al analizar las precipitaciones y la evapotranspiración de referencia (ET_o), se observa que las lluvias no alcanzan a suplir la demanda del cultivo durante el período de desarrollo de la

Zarzaparrilla (Gráficos 3 y 4). Por lo tanto, es necesario suplir la precipitaciones con agua de riego, a lo menos entre los meses de octubre a marzo (Cuadro 25 y 26). En el cuadro 25 se observa que la evapotranspiración de la Zarzaparrilla (ETc) en la región de Magallanes alcanza valores cercanos a los 6.500 m³/ha. La demanda máxima (ETc max) se presenta entre los meses de diciembre y enero, alcanzando los 170 mm/mes (1.700 m³/mes/ha). Ello corresponde a una demanda bruta expresada en caudal continuo de 0,63 l/s/ha.

Lo anterior significa que para regar una hectárea mediante riego por goteo, se requiere que la fuente de agua entregue, en estos meses, un caudal continuo (permanente) de a lo menos 0,63 l/s.

Cuadro 25. Requerimientos hídricos en Zarzaparrilla adultas Puerto Natales al aire libre.

Puerto Natales

Mes	ETo	Kc	ETc	Pp	Pp efec.	NN	Efa	NB	AFA	FR	IPP	TR	TR
Unidad	mm/mes	-	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	%100	mm/mes	mm	días	mm/h	horas/día	horas/riesgo
Oct	96,2	0,55	52,9	26	15,6	37,3	0,9	41,5	8	6	1,60	0,8	5,0
Nov	128,6	1	128,6	23,6	14,2	114,4	0,9	127,2	8	2	1,60	2,6	5,1
Dic	150,1	1,2	180,1	39,6	23,8	156,4	0,9	173,7	8	1	1,60	3,5	3,5
Ene	139,7	1,2	167,6	28	16,8	150,8	0,9	167,6	8	1	1,60	3,4	3,4
Feb	95,8	0,9	86,2	27,6	16,6	69,7	0,9	77,4	8	3	1,60	1,6	4,7
Mar	73,0	0,55	40,2	26,3	15,8	24,4	0,9	27,1	8	10	1,60	0,5	5,5
Total								614,4					

Cuadro 26. Requerimientos hídricos en Zarzaparrilla adultas en Comuna San Gregorio al aire libre.

San Gregorio

Mes	ETo	Kc	ETc	Pp	Pp efec.	NN	Efa	NB	AFA	FR	IPP	TR	TR
Unidad	mm/mes	-	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	%100	mm/mes	mm	días	mm/h	horas/día	horas/riesgo
Oct	96,4	0,55	53,0	14,4	8,6	44,4	0,9	49,3	8	5	1,60	1,0	5,0
Nov	130,4	1	130,4	26	15,6	114,8	0,9	127,6	8	2	1,60	2,6	5,1
Dic	134,2	1,2	161,0	46	27,6	133,4	0,9	148,3	8	1	1,60	3,0	3,0
Ene	134,2	1,2	161,0	22,1	13,3	147,8	0,9	164,2	8	1	1,60	3,3	3,3
Feb	138,7	0,9	124,8	23,3	14,0	110,9	0,9	123,2	8	2	1,60	2,5	5,0
Mar	102,5	0,55	56,4	26,3	15,8	40,6	0,9	45,1	8	6	1,60	0,9	5,5
Total								657,6					

ETo = Evapotranspiración potencial; Kc = Coeficiente de cultivo; ETc = Evapotranspiración del cultivo; Pp = Precipitación; Pp efec. = Precipitación efectiva;

NN = Necesidades Netas; Efa = Eficiencia de aplicación; NB = Necesidades brutas; AFA = agua fácilmente aprovechable, suelo franco a franco arcilloso 1,3 mm/cm; FR = frecuencia de riego (cada cuanto regar); IPP = intensidad de precipitación del equipo; TR (horas/riego)= Tiempo de riego (Por cada riego cuanto tiempo).

Fuente: Elaboración propia

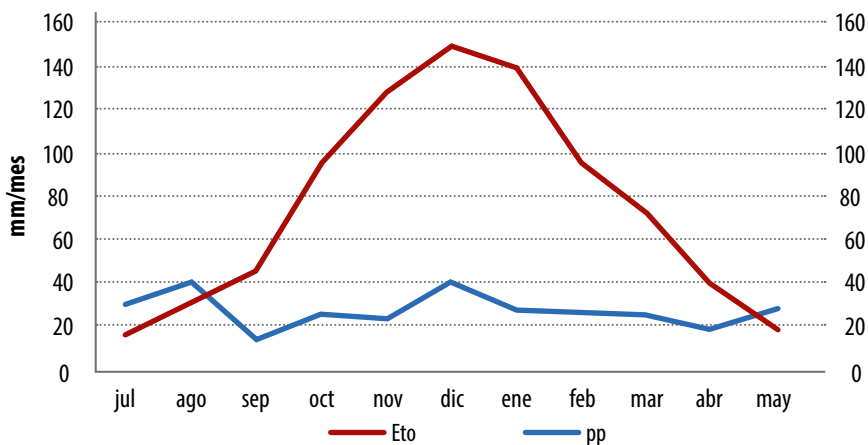


Gráfico 3. Balance hídrico precipitación, Evapotranspiración de referencia (Eto) en Puerto Natales. Fuente: Elaboración propia

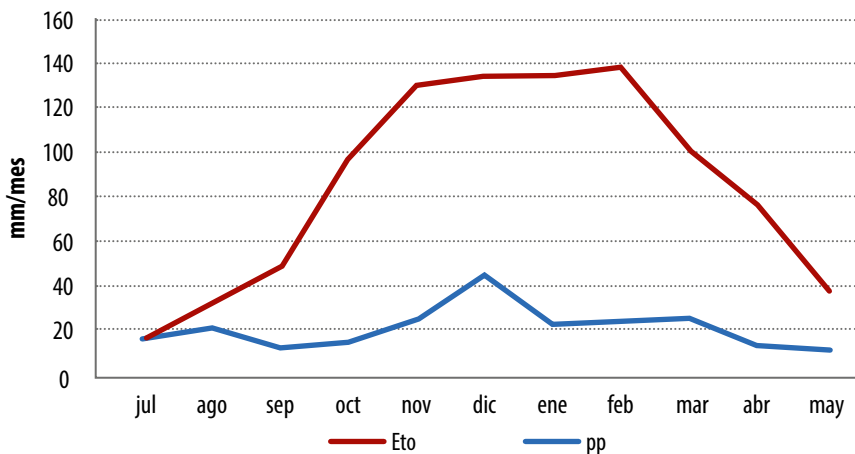


Gráfico 4. Balance hídrico precipitación, Evapotranspiración de referencia (Eto), en Comuna San Gregorio.

Fuente: Elaboración propia

Programación del riego.

La programación del riego localizado se realiza a partir de la estimación de las necesidades hídricas de la planta, para lo cual se considera la evapotranspiración referencia (E_{To}); el coeficiente de cultivo (K_c) del período vegetativo correspondiente y la eficiencia del método de riego (E_{fa}).

Existen varios métodos que permiten estimar E_{To} . Entre ellos se cuentan la bandeja de evaporación clase A (Figura 38), y los modelos matemáticos de variables climáticas tales como el de Pennam – Monteith, que utilizan las estaciones meteorológicas automáticas. El método más usado y más simple es el de la bandeja de evaporación clase A; en éste, un coeficiente conocido como coeficiente de bandeja (K_p), permite relacionar la evaporación desde la superficie de agua libre en la bandeja (E_b) y la E_{To} . Este valor de K_p varía según las condiciones de viento de la zona, humedad relativa y la distancia de la bandeja a una superficie cultivada. Normalmente se utiliza un valor de 0,8 como promedio ($E_{To} = E_b \times K_p$).

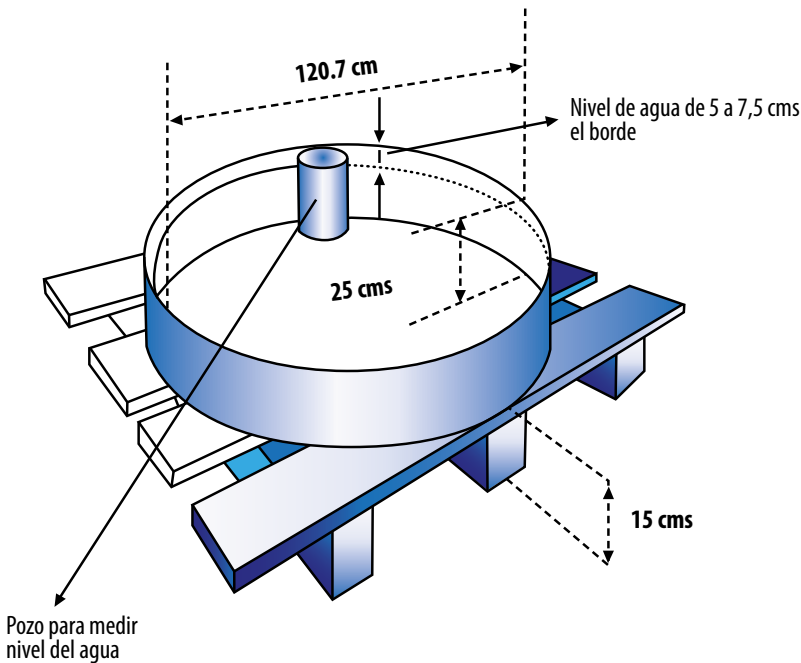


Figura 44. Bandeja de evaporación clase A.

La evapotranspiración de un cultivo (ET_c), no sólo depende de la demanda de la atmósfera, sino que es altamente dependiente del estado de desarrollo del cultivo. Es necesario entonces, contar con un factor (K_c), que relacione la demanda evaporativa de la atmósfera (ET_o), con la evapotranspiración máxima de la Zarpaparrilla (ET_c), en los diferentes períodos fenológicos ($ET_c = ET_o \times K_c$).

Seleccionar el valor K_c que debe utilizarse en un momento determinado es una pregunta que no resulta fácil de responder, pues el coeficiente K_c varía de acuerdo al estado de desarrollo de las plantas y de las condiciones de viento. También afectan las densidades de plantación y los sistemas de conducción, porque alteran tanto el área foliar como las características aerodinámicas del cultivo (Figura 45).



Figura 45. Cultivo de zarpaparrillas bajo plástico con una densidad de 480 plantas por túnel con marco de plantación de 0,5 m SH y de 1,2 m EH.

Dicho lo anterior, en el gráfico 5, se presenta los coeficientes de cultivos que pueden ser utilizados en la programación de riego de la zarzaparrilla.

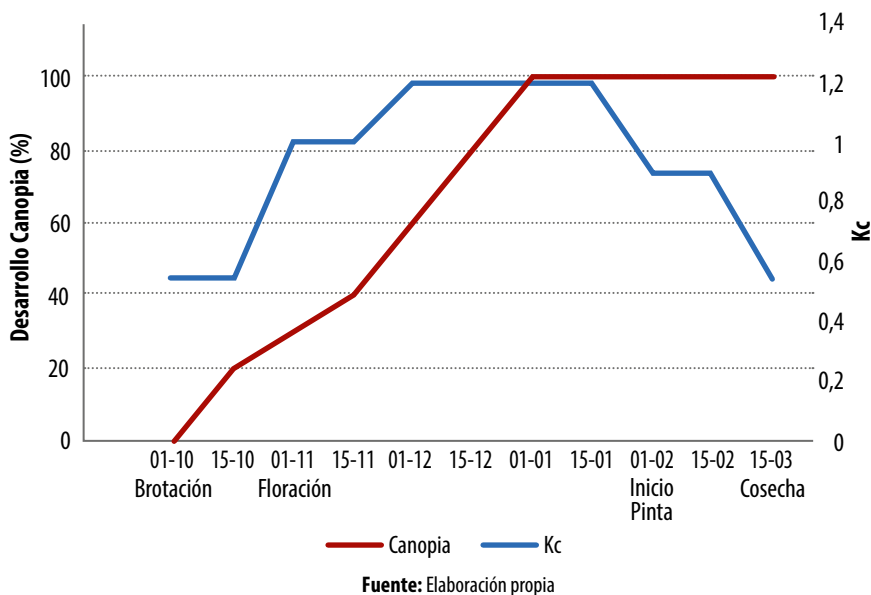


Gráfico 5. Coeficiente de cultivo de la zarzaparrilla.

Frecuencia de Riego:

En frutales, hasta hace algunos años atrás, los programas de riego localizados, sólo consideraban altas frecuencias (riegos diarios) para reponer el agua evapotranspirada por el cultivo, independiente del tipo de suelo. Actualmente, la experiencia ha mostrado que los riegos de alta frecuencia son más apropiados para aquellos suelos de baja capacidad de retención de humedad, de texturas medias a gruesas y de una alta macroporosidad. En suelos más pesados, de mayor capacidad de retención de humedad y de baja macroporosidad los riegos de baja frecuencia se han mostrado más promisorios. Las aplicaciones diarias de agua en este tipo de suelo pueden presentar problemas desde el punto de vista de la aireación de suelo y del desarrollo de ciertas enfermedades. Para definir la frecuencia de riego más apropiada es necesario: disponer de antecedentes que permitan determinar la capacidad de retención de humedad del suelo, el umbral de riego y el porcentaje de suelo mojado por los emisores. Como referencia, se puede indicar que es recomendable agotar solamente un 30 a 40% la humedad

aprovechable antes de volver a regar, de forma de no afectar el desarrollo de la planta por falta de agua, mejorando el contenido de oxígeno en el suelo.

La frecuencia de riego se puede calcular a través de la siguiente relación:

$$\mathbf{F.R \text{ (días)} = AFA / NN}$$

En donde:

AFA: Agua fácilmente aprovechable (mm)

NN: Necesidades Netas (mm/día)

Tiempo de riego:

El tiempo de riego requerido para suplir los requerimientos de riego del cultivo, debe considerar: la evapotranspiración del cultivo, la precipitación efectiva y la intensidad de precipitación del equipo de riego de acuerdo a la siguiente relación:

$$\mathbf{T.R = NB / IPP}$$

En donde:

Tr = tiempo de riego (horas/día)

NB = necesidades brutas (mm/día)

NB = $(ET_c - p_{ef}) / (K)$

P_{ef} = precipitación efectiva

K = E_{fa} (eficiencia de aplicación de método de riego)

IPP = Intensidad de precipitación de equipo (mm/h)

IPP = $q_a \times N_e / 10000$

q_a = caudal emisor (l/h)

N_e = número de emisores por hectárea.

A modo de ejemplo, en el Cuadro 27, podemos calcular la frecuencia y tiempo de riego para un productor de Puerto Natales que posee un cultivo de zarzaparrillas bajo plástico con las siguientes características:

- Invernadero tipo túnel de 360 m²
- 480 plantas por túnel
- Cuatro hileras por túnel de 60 m de largo cada una
- Dos líneas de goteo por hilera con goteros cada 30 cm de 2 L/h (1600 goteros/360 m²)

Debemos tener presente que la evapotranspiración de referencia (ET_o), dentro de invernadero es menor, producto de que no existe viento, aumenta la humedad relativa y la temperatura. Por tanto, la ET_o puede llegar a ser un 30 a un 40% menor que la registrada al aire libre. Por otra parte, las precipitaciones no aportan agua a las plantas que están bajo plástico.

Como no se dispone de evapotranspiración de referencia (ET_o), dentro del invernadero, para ajustar el programa de riego, es imprescindible mantener monitoreos permanentes de la humedad del suelo, a través de los métodos que se detallan más adelante.

Cuadro 27. Frecuencias y tiempos de riego para un cultivo de zarzaparrillas bajo plástico en Puerto Natales, con un ET_o 35% menos y Precipitación efectiva cero.

Zarzaparrillas bajo plástico Puerto Natales

Mes	ET _o (-35%)	Kc	ETc	Pp	Pp efec.	NN	Efa	NB	AFA	FR	IPP	TR	TR
Unidad	mm/mes	-	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	%100	mm/mes	mm	días	mm/h	horas/día	horas/riego
Oct	62,5	0,55	34,4	26	0,0	34,4	0,9	38,2	8	7	8,89	0,1	1,0
Nov	83,6	1	83,6	23,6	0,0	83,6	0,9	92,9	8	2	8,89	0,3	0,7
Dic	97,6	1,2	117,1	39,6	0,0	117,1	0,9	130,1	8	2	8,89	0,5	1,0
Ene	90,8	1,2	109,0	28	0,0	109,0	0,9	121,1	8	2	8,89	0,5	0,9
Feb	62,3	0,9	56,0	27,6	0,0	56,0	0,9	62,3	8	4	8,89	0,2	0,9
Mar	47,5	0,55	26,1	26,3	0,0	26,1	0,9	29,0	8	9	8,89	0,11	1,0
Total								473,5					

Fuente: Elaboración propia

Del Cuadro 27 se desprende que para el mes de octubre, se deben realizar riegos cada siete días (FR) y cada riego debe ser de una hora (TR horas/riego); para el mes de noviembre, cada dos días de 0,7 horas (42 minutos); y así sucesivamente para los otros meses.

Así como los programas fitosanitarios se apoyan en el monitoreo de plagas, o en los programas de fertilización se realizan análisis foliares y de suelo, el programa de riego también debe ser controlado, para poder ajustar el riego a las necesidades específicas del cultivo.

Los programas de riego que se realizan a través de un registro de evapotranspiración no aseguran por sí solos que estos se estén cumpliendo en la realidad. Es posible también que éstos estén subestimando o sobrestimando la evaporación del cultivo. Debido a lo anterior, es recomendable contar con mecanismos de control de riego.

Control del riego:

Para controlar el riego a través del estado hídrico del suelo es necesario conocer cómo se distribuyen en el suelo las raíces del cultivo, de forma de medir el contenido de humedad en la zona de mayor actividad radicular.

La disponibilidad y suministro de agua tienen un significativo efecto en el rendimiento de la Zarzaparrilla porque posee un sistema radicular superficial 30 a 50 cm (Figura 46).



Figura 46. Sistema radicular de la Zarzaparrilla.

Por lo indicado anteriormente, en Zarzaparrilla, debemos controlar la humedad en los primeros 30 a 50 cm de suelo. Esto permite conocer la profundidad del riego; cómo se agota la humedad en los diferentes horizontes y determinar si el contenido de humedad es excesivo o deficitario. En el caso de riegos localizados, permite además definir y conocer el comportamiento del bulbo húmedo que generan los emisores.

Independiente del sistema de medición de humedad que se utilice, es necesario tener presente la variabilidad espacial de la distribución de humedad que se produce tanto al interior del bulbo húmedo generado por el gotero o microaspersor, como entre los diferentes sectores del campo. Ello, para definir la posición y el número de puntos de observación por cada sector de riego. Para controlar la humedad en el suelo se pueden utilizar calicatas, tensiómetros y sondas FDR (Frequency Domain Reflectometry), entre otros.

La estimación de si la humedad del suelo es adecuada o no para el desarrollo de la planta, se puede realizar en forma cualitativa, de manera sensorial, al tomar un fracción de suelo y evaluarla al tacto. En las siguientes figuras se entrega una pauta que puede ayudar para tener una interpretación adecuada de la humedad del suelo al tacto, al igual que el Cuadro 28, donde se detallan las texturas de suelo, su contenido de humedad y descripción.

Figura 47. Determinación práctica de contenido de humedad de suelo.



Suelo con 0-25 % humedad



Suelo con 25-50 % de humedad



Suelo con 50 a 75 % de humedad

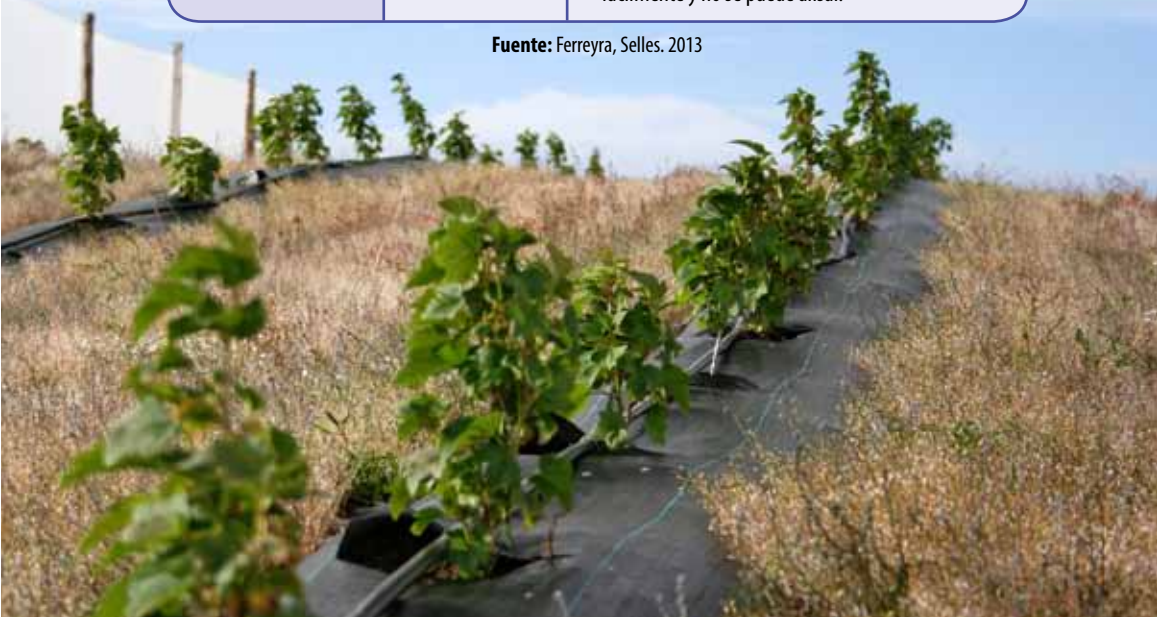


Suelo con 75 a 100 % de humedad

Cuadro 28. Estimación del contenido de humedad del suelo en forma cualitativa.

Textura	% de humedad	Descripción
Franco – Arcilloso	0-25	Se desmorona con facilidad y no es posible formar una bola.
	25-50	No se desmorona, tiene un grado elevado de consistencia y se hace una bola bajo presión.
	50-75	Se forma una bola rápidamente, brota entre los dedos índice y pulgar. Algo aceitoso al tacto.
	75-100	Se forma una bola rápidamente, brota entre los dedos índice y pulgar. Algo aceitoso al tacto.
Franco	0-25	Se desmorona fácilmente pero tiende a compactarse al apretarlo con la mano.
	25-50	Se desmorona algo, Se mantiene consistente con la presión.
	50-75	Se hace una bola fácilmente y bajo presión puede alisarse ligeramente.
	75-100	Se hace una bola fácilmente, es bastante moldeable y se alisa fácilmente.
Arenoso	0-25	Seco y suelto, tiende a fluir entre los dedos.
	25-50	Tiene apariencia seca, no forma bola con la presión.
	50-75	Bajo presión forma bola poco consistente, no se mantiene unido al soltar la mano.
	75-100	Se forma bola de poca consistencia que se rompe fácilmente y no se puede alisar.

Fuente: Ferreyra, Selles. 2013



Por su parte, los instrumentos que pueden cuantificar ya sea la energía de retención del agua en el suelo o bien el contenido de humedad volumétrica del suelo. Ambos parámetros están relacionados, pues a medida que disminuye el contenido de agua del suelo, aumenta la energía de retención del agua por parte de la matriz del suelo, la cual varía dependiendo de la textura y estructura del mismo.



Figura 48. Tensiómetro.



Figura 49. Sensor e instrumento Watermark.

En el cuadro siguiente se presentan los rangos utilizados para evaluar el estado del agua en el suelo.

Cuadro 29. Rangos utilizados para evaluar el contenido de humedad a través de los tensiómetros e instrumentos Watermark.

Lectura en centibares	Estado del agua en el suelo
0-10	Suelo saturado.
30-40	Valor al que se debe regar en sistemas de riego localizado.
40-50	Valor al que se debe regar en sistemas de riego superficiales.
60-100	Rango de suelo seco.
100-200	Rango de suelo muy seco.

Fuente: Ferreyra, Selles. 2013.

Por último, tenemos las sondas capacitivas, o FDR. Estas consisten en un capacitor que consta de dos placas de un material conductor que están separadas entre sí. Cuando el material entre las placas es aire, el capacitor mide 1. La mayoría de los materiales del suelo, tales como la arena, arcilla y material orgánico poseen una constante dieléctrica de 2 a 4. El agua tiene una constante de 78. Por tanto, variaciones del contenido de agua del suelo hacen variar la constante dieléctrica.



Figura 50. Sondas capacitivas FDR (Frequency Domaine Refractometry).

Periodo crítico de la Zarzaparrilla en relación con el riego.

El riego es un factor determinante en el buen desarrollo de la zarzaparrilla, porque posee un sistema radicular superficial, de poca extensión, restringiendo así su capacidad de absorción. El riego oportuno permite obtener un desarrollo máximo de la fruta logrando, además un crecimiento de los tejidos vegetativos que aseguren la producción en la siguiente temporada. La sequía, en cualquier momento del periodo del crecimiento, afecta adversamente el crecimiento vegetativo.

Existen varios periodos durante el año en que el agua es especialmente crítica para las plantas de zarzaparrilla. El periodo más sensible a la falta de agua es el momento de la floración, donde en Puerto Natales como en San Gregorio, se requiere suplir la demanda hídrica con riego. Un déficit hídrico en este periodo afecta el número de frutos. Un déficit hídrico durante el desarrollo de las bayas (Gráfico 6), puede afectar el calibre de estas. Durante este tiempo el manejo adecuado del riego reduce la caída de fruta e incrementa el tamaño final del fruto.



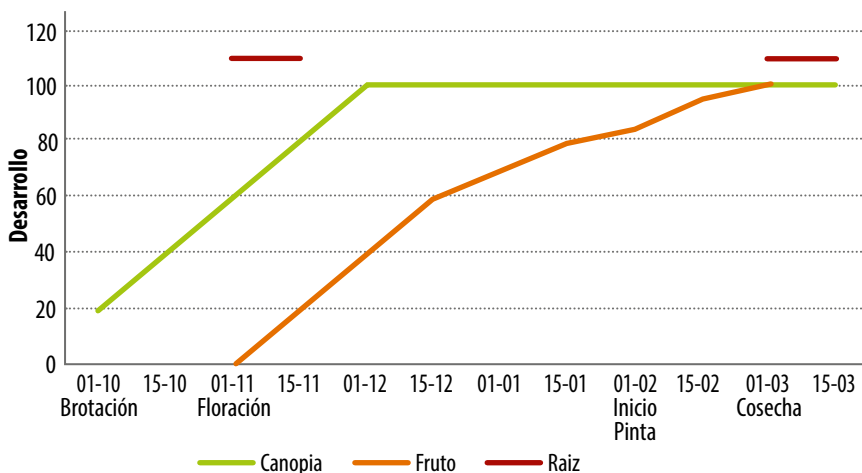


Gráfico 6. Desarrollo estimado de una planta de zarzaparrilla roja por temporada.

El manejo del riego debe ser muy controlado en los periodos críticos. Como se comentó anteriormente, en el primero, durante floración y en el segundo, corresponden al crecimiento de la fruta, división celular y elongación celular.

REFERENCIAS.

Ferreira, R. y Sellés, G. 2013. Manejo de Riego para Especies Frutales: uso eficiente del agua de riego y estrategias para enfrentar periodos de escasez. Santiago, Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N° 278. 319 p.