

MANEJO DEL RIEGO DEL AGUACATE MEDIANTE EL USO DE DENDROMETROS

D. Medina ¹, R. Gómez ¹ y Jimmy Windler ²

¹ **Departamento Técnico de Agro trapiche. Apdo. correos nº38 29.700 Vélez-Málaga. Málaga. España. Correo Electrónico: agrotapiche@yahoo.es**

² **Departamento Técnico de Phytech Ltd. Yad Mordechai, 79145 Israel. E-Mail: windler@attglobal.net**

RESUMEN

Los dendrómetros son modernos sensores que miden las microvariaciones del diámetro del tronco y tallos de las plantas.

Puesto que el diámetro de estos órganos depende de dos componentes, el propio crecimiento de estos y de la pérdida de agua, existen unas variaciones continuas a lo largo del día, encontrándonos cada 24 horas con un máximo y un mínimo de grosor, a esta variación se le llama contracción, y las contracciones anormales nos indican un estrés del árbol.

La experiencia de varios años en plantaciones de aguacates en Israel, y las llevadas a cabo durante los últimos meses en varias plantaciones en la Axarquía, nos llevan a pensar que este es un excelente sistema para evitar que el árbol sufra estrés hídrico por falta de agua y al mismo tiempo no realizar aportes excesivos cuando estos no mejoren el estado hídrico de la planta. En definitiva a regar óptimamente.

Al mismo tiempo hemos llegado a la conclusión de que con este sistema no se pueden obtener parámetros concretos a mantener, sino que es la propia evolución de la planta la que nos indicará si las contracciones son normales o existen variaciones atípicas.

Palabras Clave: Dendrómetro, contracción diaria, concentrador, modem GSM

INTRODUCCION

Las privilegiadas condiciones climáticas y edafológicas de la comarca de la axarquía permiten el desarrollo adecuado del cultivo del aguacate. Este se extiende en la franja costera de la zona oriental de la provincia de Málaga, desde el nivel del mar hasta los 140 de altitud.

Siendo este uno de los cultivos con mayores necesidades hídricas de los implantados en la comarca, y estando cada vez mas limitados los recursos hídricos, que de una parte proceden de acuíferos muy esquilados situados en los cauces fluviales y el resto, y en mayor importancia del embalse de la Viñuela, que provee a todo el Plan de Riegos del Río Guaro y parte de las necesidades de agua para consumo humano del litoral de la provincia de Málaga. Así, en competencia con el alto desarrollo demográfico que se da actualmente, hacen que el buen manejo del riego se convierta en unas de las prioridades técnicas para los próximos años, máxime, sabedores de que otro periodo de sequías como los acaecidos recientemente, pueden dar al traste con las inversiones realizadas en todas estas explotaciones tropicales.

El fitomonitor nos permite manejar simultáneamente sensores que recogen datos in situ del estado hídrico de la planta y sensores que registran las variaciones de los factores que lo afectan, como pueden ser los climáticos y de suelo, midiendo y registrando en tiempo real y en continuo todos estos parámetros para ayudarnos a manejar de forma óptima el riego.

La incorporación de la telemetría o captación de información a distancia (vía GSM o GPRS) a las técnicas del fitomonitorio, proporcionan al técnico un método en la gestión hídrica del cultivo totalmente diferente, adaptando las recomendaciones a las condiciones particulares de su parcela y variándolas de forma continúa en función de los cambios del cultivo.

Esta información recibida y gestionada a través del moderno Software creado por Phyttech, nos dan una visión real y con absoluta fiabilidad de las condiciones hídricas de la planta así como de las condiciones de clima y el suelo que la rodean. Todos estos datos almacenados y gestionados correctamente nos permite crear un historial de la finca, registrando todas aquellas incidencias que influyen en la productividad y en la medida de lo posible corregirlas de forma anticipada. A la vez que al realizar cualquier modificación de manejo, se puede comprobar los efectos de manera inmediata.

MATERIALES Y METODOS

Este primer ensayo de fitomonitorio con la tecnología de Phyttech y transmisión de datos vía modem GSM se realiza en la finca “La Isla” situada en el Término Municipal de Vélez-Málaga, en la comarca de la Axarquía, ubicada en las coordenadas 36º y 48’ Lat. Norte y 4º y 8’ Long. Oeste, a una altitud de 45 m. sobre el nivel del mar. Cuenta con una superficie de 30 Ha de aguacates en su mayoría de la variedad Hass. En las primeras semanas del trabajo se instalaron algunos sensores en una finca cercana “Rancho Antillano”, para comprobar la fiabilidad de los datos contrastando los propios de la parcela con los de otra finca adyacente, en este caso y por la cercanía de ambas fincas (menos de 1km), se pudo aprovechar el equipo de recepción de datos por modem para las dos fincas.

La finca “La Isla” tiene un suelo de aluvión fluvial con un porcentaje de arena de alrededor del 75%, pero con capas a diferentes profundidades con un alto contenido de limo, esta estratificación del suelo hace que se produzcan movimientos horizontales del agua, creando problemas de drenaje que ocasionan asfixia radicular e inciden negativamente en la aparición y desarrollo de hongos fitoparásitos. El agua es de buena calidad, tanto la procedente del embalse de la Viñuela, con una CE de 0,4 mhos, como las captaciones subterráneas en la propia finca con una CE de 0,9 mhos, si bien con algo más de Ca y Mg.

MATERIAL DE CAMPO:

Para el control del estado hídrico de la planta se instalaron dendrómetros, que registran el crecimiento y contracción del diámetro del tronco. Por otro lado se han instalado sensores para fitomonitorar el crecimiento del fruto. De la comparación de datos se observó como muestra la figura 1, que las fluctuaciones en el fruto están estrechas y positivamente correlacionadas con las fluctuaciones del dendrómetro. (Fig. 1)

Con el objeto de monitorear y controlar la humedad en suelo y evitar así las pérdidas por lixiviación, con el consiguiente ahorro de agua y fertilizantes, se instalaron sensores de humedad de suelo a diferentes profundidades (foto 1). Y por último para el control de clima se instaló un sensor de temperatura y otro de humedad ambiente.

Todos estos sensores recogen y almacenan los datos cada treinta minutos (este tiempo es programable), y dos o tres veces al día (esta frecuencia también se puede programar) los envían vía radio a una consola central de recogida de datos (Foto 2). A esta consola nos podemos conectar directamente por cable a nuestro PC, o mediante una llamada por el modem descargando los datos a nuestro ordenador.



Foto 1 Sensores humedad suelo

Foto 2 Consola con MODEM

Foto 3 Radio transmisores.

MATERIAL DE OFICINA:

Estos datos recogidos y almacenados en el programa PhytoGraph de Phyttech, son manejados según nuestras necesidades para visualizarlos y graficarlos de forma rápida y eficaz, pudiendo hacerlo de modo individual o colectivo e interrelacionando los datos entre ellos. Pudiendo presentar informes que previamente hemos configurado con los parámetros y periodos que deseemos, obteniendo una visión panorámica de la situación real de la parcela y el cultivo.

METODO:

El primer ensayo que se realizó consistía en comprobar que los sensores recogen y envían los parámetros de forma correcta, con absoluta fiabilidad y precisión. Para ello instalamos los sensores de la siguiente forma.

Finca "La Isla" en la Parcela nº9, se escogen dos árboles situados a 20 m. de distancia, con condiciones de riego, suelo y estado de la planta muy similares, en cada uno de ellos se instalan sensores de crecimiento del fruto, uno por árbol, dos sensores de humedad de suelo a 25 y 50 cm.

de profundidad respectivamente, un dendrómetro por árbol muestreado, y por último un sensor de temperatura y humedad ambiente. En la finca “Rancho Antillano” no se elige un árbol al azar, sino que instalamos los sensores, en este caso un dendrómetro en un árbol privilegiado de la finca que se caracteriza por su alta productividad y la gran calidad de fruta que produce.

El segundo tratamiento consistió en demostrar que la medición de las micro variaciones diarias del tallo del aguacate puede ser un vehículo válido para dosificar la frecuencia y duración del riego. Para ello, y una vez comprobado la fiabilidad de los sensores y la eficacia de la transmisión de los datos, instalamos los mismos sensores de forma distinta:

Se eligen dos parcelas con regímenes de agua distintos y se instalan los sensores en árboles con un aspecto similar. Como hicimos anteriormente, en cada árbol un sensor de diámetro de fruto, un dendrómetro y sensores de humedad a 25 y 50 cm. de profundidad. El sensor de humedad y temperatura ambiente siguió instalado en el mismo árbol en el interior de la finca. Los regímenes hídricos aportados en los dos casos fueron de aproximadamente un 40% de la cantidad que se suministraba en años anteriores. En una de las parcelas contamos con riego por goteo con 6 microtubos de aproximadamente 12 l. /hora, y en la otra, riego con microaspersores con 2 aspersores de 45 l/hora por árbol. Se puede trabajar con parcelas tan dispares porque los resultados no son comparativos entre ambas, sino que estudiaremos las gráficas y los datos recogidos a lo largo del tiempo y sacaremos conclusiones de lo acaecido día a día.

RESULTADOS

Con respecto al primer experimento, las gráficas de la figura nº 2 muestran como la contracción diaria es mucho menor, prácticamente no supera las 100 micras en el árbol excepcional de la finca “Rancho Antillano”, así como el incremento del grosor del tronco también es mucho mayor. Por otro lado, las variaciones registradas en las gráficas de los dendrómetros de los árboles de la Parcela nº9 se manifiestan muy similares, tanto en el incremento total del tronco como en las contracciones diarias, que se sitúan alrededor de 200 micras, prácticamente el doble que en el árbol de la finca “Rancho Antillano”. Los sensores de humedad y temperatura son comprobados con aparatos convencionales, que registran datos similares. Los sensores de humedad de suelo también registran perfectamente las variaciones del porcentaje de agua en el punto donde se encuentran situados, manifestándonos los incrementos de humedad, y con picos perfectamente marcados los excesos por superación de la capacidad de campo y las consiguientes pérdidas por drenaje (Fig. nº3).

Durante el tiempo que llevan instalados los sensores (más de un año), hemos recogido más de 24.000 mediciones por cada sensor. Utilizando el programa “Phytograph”, todos estos datos se pueden visualizar en forma de gráficas de diferentes formatos y comparativas, las que nosotros mismos podemos definir y transformar ya sea interrelacionando los originales entre sí o importando datos de otras fuentes.

Hemos obtenido en este tiempo todo tipo de ejemplos que demuestran que el manejo combinado de los sensores y la tecnología de análisis de Phyttech, permite dirigir la marcha de una explotación de aguacates en lo referente a un tema tan importante para este tipo de árbol como es el riego. Principalmente se han estudiado los momentos y periodos de estrés del árbol, muy relacionados con el DPV (Déficit de Presión de Vapor).

En la mayoría de los casos una subida brusca del DPV (valor que se puede asociar al concepto de evapotranspiración potencial) inducida por una bajada de la Humedad Ambiental y aumento de la Temperatura, provocan un incremento de la contracción en los troncos de los árboles. Si bien este parámetro (DPV), no siempre lo podemos controlar en una explotación al aire libre, hemos puesto

aprueba todos los medios para paliarlo, entre ellos el incrementar los aportes de agua, en este caso las respuestas han sido inmediatas cuando la demanda transpirativa está en unos niveles que podemos considerar normales para esta especie frutal. En caso de llegar a unos valores de DPV muy altos, las respuestas al aumento de riego no siempre han sido satisfactorias (figura nº4), ni aún llegando a aportes varias veces superiores a las necesidades teóricas del cultivo. En todos los casos y debido a los datos recogidos por los sensores de humedad, instalados en los horizontes de suelo profundo (prácticamente no existen raíces), los incrementos hídricos se han conseguido aumentando la frecuencia de riego, evitando así las pérdidas por drenaje. Se ha observado al mismo tiempo, que en la parcela con riego por microaspersión, durante el tiempo que dura el riego se notaba una mejoría en el estado de estrés de la planta, (resta aun valorar la importancia económica de estas leves mejoras).

En otras ocasiones y como es normal, el estrés hídrico se produce por una bajada de la humedad de suelo, que normalmente no ocurre de forma brusca sino que se manifiesta en un incremento progresivo de la contracción del árbol, en estos casos el aumento de las dotaciones de agua de forma escalonada provocan una mejoría de la planta (figura nº 5)

Otra serie de datos son ilustrativos de la importancia del conocimiento del estado de la planta a través de los dendrómetros, tal fue el caso que nos ocurrió al inicio del verano del 2002 cuando una importante subida de conductividad en el suelo de la finca, se manifestó como un estrés hídrico normal, es decir con un cierre estomático, el consecuente aumento de la contracción del tronco e incluso con la disminución del diámetro del mismo. Esta observación nos llevo a subir la dotación de agua, pero al cabo de varios días la mejoría fue nulo, al comprobar que la demanda transpirativa era normal (similar a otras fechas que no se manifestó estrés) se procedió a un estudio pormenorizado de la situación, realizando entre otras pruebas, un análisis del extracto saturado del suelo, comprobando que la conductividad eléctrica del suelo había subido hasta 16 ms/cm. Resultando ser esta subida de salinidad la que provocaba el estrés hídrico.

Otro ejemplo significativo, fué la recogida de datos tras las primeras lluvias de otoño. De todos es sabido los efectos negativos de estas lluvias, sobre todo cuando se deja de regar y la concentración salina que se encuentra fuera del bulbo húmedo entra en este, provocando un aumento de la conductividad eléctrica a nivel radicular. La sintomatología que manifiestan las plantas con este hecho, son las típicas quemaduras de las puntas de las hojas por exceso de salinidad y aunque todos sabemos que este hecho perjudica al árbol y se suele recomendar que no se cambie el régimen de riegos después de estas lluvias, la verdad es que el agricultor tras un verano donde los gastos de agua se llevan la mayor parte del costo de producción, aprovecha cualquier lluvia como excusa para dejar de regar. En la figura 6 se pone de manifiesto lo perjudicial que puede llegar a ser una modificación del régimen de riego al producirse estas primeras lluvias, llegando a perderse hasta un 10% de peso de fruto en una semana (un 5% de pérdidas reales, más un 5% que podría haber ganado en circunstancias normales).

CONCLUSIONES

La gráfica de la variación del diámetro del tronco a lo largo de un periodo de tiempo nos indica el crecimiento de este. Existen sin embargo variaciones diarias, con un máximo que se alcanza cuando la hidratación de los órganos es mayor y un mínimo a las horas de mayor deshidratación, la diferencia entre ambos valores se llama contracción, y representa la pérdida máxima de agua que experimenta la planta por la transpiración. Una contracción diurna anormal nos indica un estrés hídrico de la planta, y esto puede usarse para establecer los límites de riego. (Goldhamer et. Al.)

Durante la presente experiencia hemos comprobado que aunque se mantenga una buena dotación de agua existen factores que pueden hacer aumentar drásticamente la contracción diaria (por

ejemplo una alta concentración salina en el suelo o un elevado déficit de presión de vapor). Por esto recomendamos manejar conjuntamente los datos de humedad y temperatura ambientales, (DPV) y humedad de suelo, para sacar conclusiones rápidamente de la causa principal del déficit hídrico de la planta.

La gran heterogeneidad de las explotaciones tropicales de la Axarquía, tanto por los tipos de suelo, los sistemas de riego y el manejo de los mismos, así como del gran anarquismo y falta de criterio de la mayoría de los productores. Nos lleva a pensar que es difícil instaurar un modelo único de riego, donde unas mismas dotaciones pueden ser escasas para algunas explotaciones y excesivas para otras.

Por último, pensamos que este sistema que se adapta a cada explotación de forma individual. Es fiable, ya que proporciona datos contrastados. Es de manejo cómodo, al no obligarnos a tomar datos de forma manual, nos evita las pérdidas que ocurre con otros sistemas por falta de constancia. Es el más completo, porque reúne la información de una gran cantidad de factores, los medioambientales y los propios de la planta. Por todo ello es la herramienta más indicada para que la persona responsable tome las decisiones más apropiadas de riego.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

COHEN, M., GOLDHAMER, D., FERERES, E., GIRONA, J., MATA, M. 2001; Assessment of peach tree responses to irrigation water deficits by continuous monitoring of trunk diameter changes. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* **76** 55-60.

GOLDHAMER, D., FERERES, E., GIRONA, J., MATA, M., COHEN, M., 1999. Sensitivity of continuous and discrete plant and soil water status monitoring in peach trees subjected to deficit irrigation. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124, 437-44.

SYVERTSEN, J., 1985. Integration of water stress in fruit trees. *HortScience*, **20** 1.039-43.

VALANCOGNE, C., NASR, Z. 1898. Measuring sap flow in the stem of small tree by a heat balance method. *HortScience* **24**, 383-5.

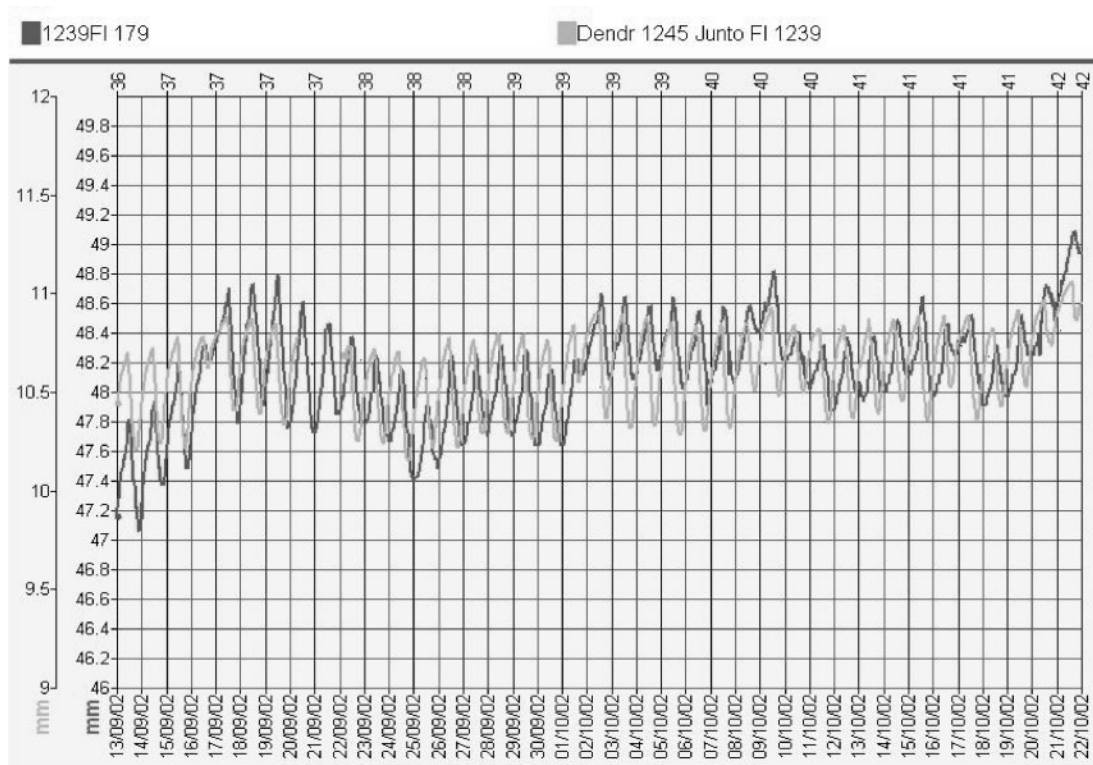


Figura 1: Fluctuaciones paralelas del dendrómetro y del diámetro del fruto.

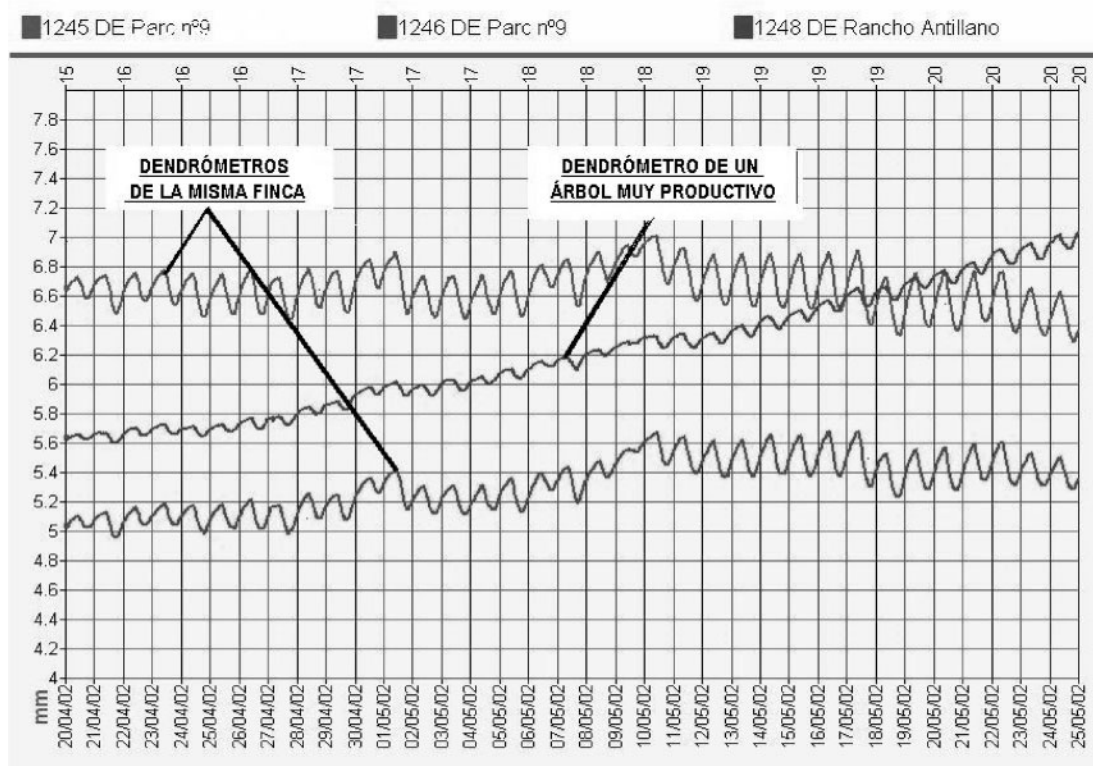


Figura 2. Gráficas de los diferentes dendrómetros

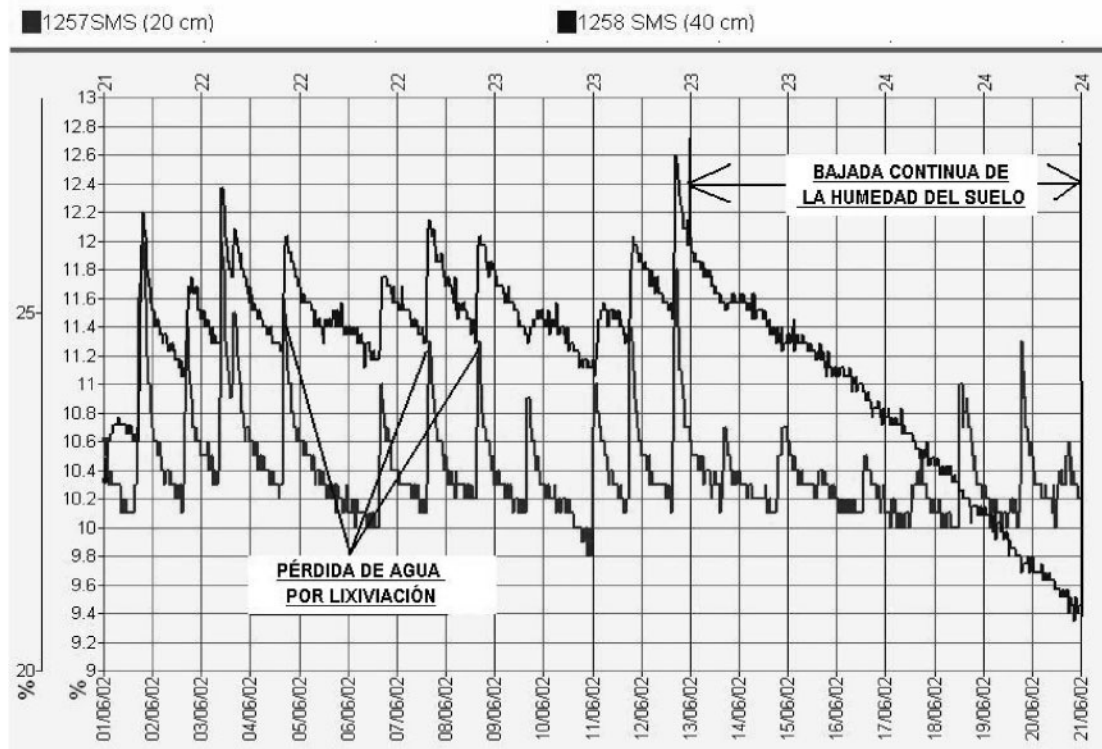


Figura nº3 Humedad de suelo a diferentes profundidades, con picos de drenaje.

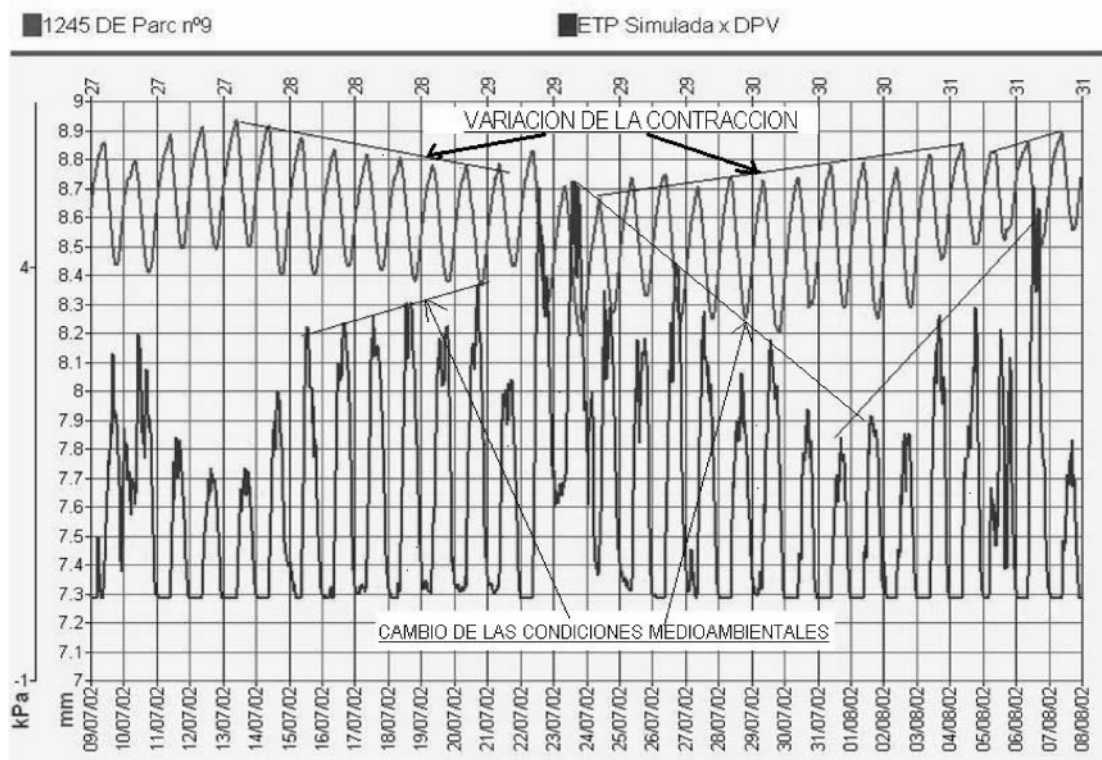


Figura nº4; en la primera parte de la gráfica no se ha podido controlar el estrés de la planta por la subida del DPV, pero a partir del 24 de julio la respuesta del árbol al régimen de riegos ha sido muy positiva.

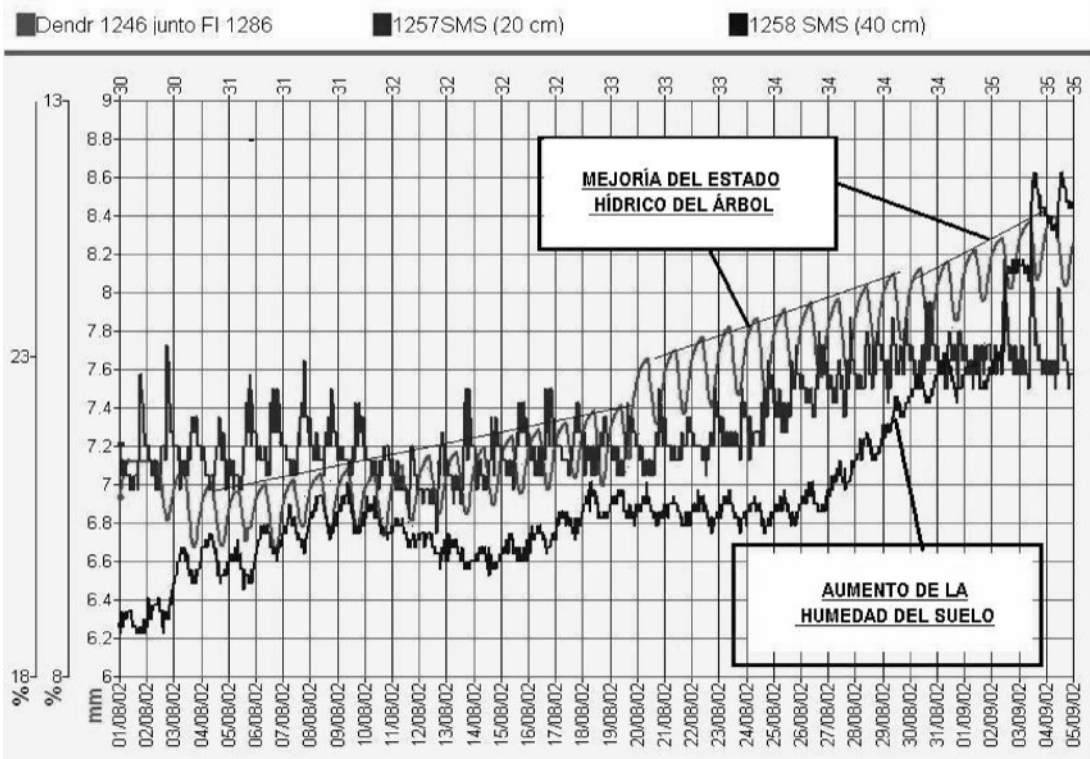


Figura nº5 Mejoría del estado hídrico de la planta, por un aumento de las dotaciones de agua.

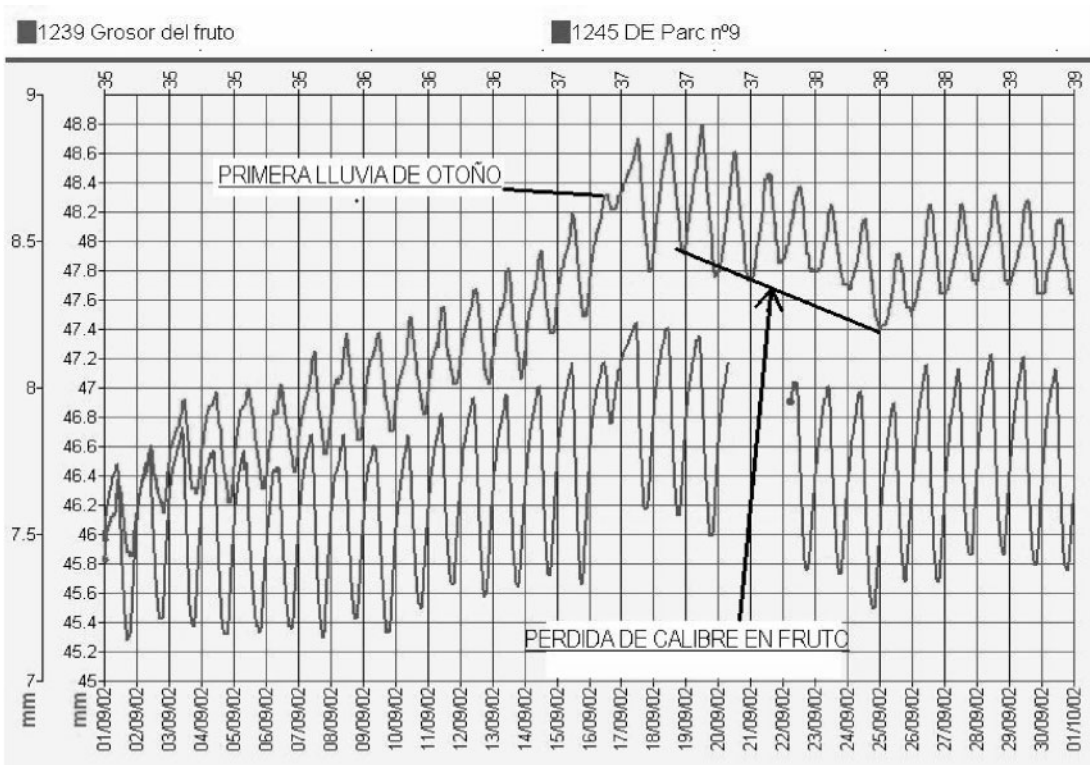


Fig. nº 6 Primer lluvia de otoño, DIA 16 de septiembre. Bajada en diámetro de tronco y grosor de fruto.