

Durante el periodo estival

Cómo el déficit hídrico afecta diferencialmente Frambuesos Remontantes y No Remontantes

- ▶ **Carmen Gloria Morales A.**
Ingeniera Agrónoma M.Sc Horticultura
INIA - Raihuén
carmengloria.morales@inia.cl
- ▶ **María Teresa Pino Q.**
Ingeniera Agrónoma Ph.D
Fisiología & Genética Vegetal
INIA - La Platina
mtpino@inia.cl
- ▶ **Alejandro del Pozo L.**
Ph.D Fisiología de Cultivos
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad de Talca
adelpozo@utalca.cl

El frambueso (*Rubus idaeus L.*) es el segundo “berry” más importante del país, ocupando una superficie de 11.000 hectáreas (INE, 2010). Las plantaciones se distribuyen principalmente en la zona mediterránea de Chile central, en las regiones del Maule y Biobío. Sin embargo, existen plantaciones entre las regiones de Coquimbo y de Los Lagos, siendo las establecidas al norte del Maule las más susceptibles a sequía durante los meses estivales.

El frambueso es un arbusto frutal de hoja caduca y, según el hábito de producción, sus variedades se clasifican en remontantes y no remontantes. Las primeras son aquellas que florecen y fructifican dos veces en la misma temporada, mientras que las segundas fructifican sólo una vez en el mismo periodo, desde fines de primavera hasta inicios de verano.

El sistema radicular del frambueso es perenne y está constituido por la corona y las raíces. Estas últimas son finas, superficiales y fibrosas; concentrándose en los primeros 45 centímetros de suelo el 75% de las raíces. El hábito de crecimiento radicular y su limitada profundización, hacen a esta especie muy sensible a problemas de anegamiento y/o sequía; estreses que pueden afectar negativamente el rendimiento y calidad de la fruta. De hecho, el déficit hídrico puede afectar la fructificación, el crecimiento de cañas e incluso la producción de la siguiente temporada, razón por la cual se recomiendan riegos frecuentes y, preferentemente, por goteo. A continuación, se dará a conocer cómo se afectan la fenología, el intercambio gaseoso y la producción de dos variedades de frambueso, al ser sometidas a déficit hídrico controlado.



1. Plantas de frambueso de las variedades Heritage y Meeker sometidas a estrés hídrico, mostraron diferencias en el contenido de agua disponible a nivel de suelo. ◀

Dos variedades de frambueso fueron sometidas a estrés hídrico controlado: una variedad remontante (Heritage) y otra variedad no remontante (Meeker). El estudio, financiado por MINAGRI, se realizó en plantas de dos años, obtenidas a partir de brote etiolado en vivero certificado (según Norma Chilena). Las plantas fueron establecidas en macetas de 25 litros de capacidad, en una mezcla de sustrato Sunshine Mix N°6, compost y arena de río (3:3:1). El experimento se realizó en invernadero, bajo condiciones controladas de temperatura ($25 \pm 3^\circ\text{C}$) y fotoperiodo (18/6 horas luz día/noche) en INIA La Platina ($33^\circ 34'$ Lat.S; $70^\circ 38'$ Long.O).

Basados en que el periodo de déficit hídrico en esta especie ocurre frecuentemente a inicios de verano, el tiempo de evaluación se extendió entre el 4 de enero y el 8 de marzo durante la temporada. El efecto del déficit hídrico en este plazo se evaluó a través de dos tratamientos: sin déficit hídrico (T1), esto es con 100% de reposición de la tasa de evapotranspiración; y con

déficit hídrico (T2), que se realizó mediante un periodo de suspensión del riego de 28 días, seguido por 7 días de recuperación con riego; y luego, un segundo periodo sin riego de 28 días. El diseño experimental consistió en bloques completamente al azar, con 3 repeticiones por tratamiento y variedad. La unidad experimental estuvo compuesta por cinco plantas.

Para ambas variedades de frambuesos, Heritage y Meeker, el contenido de agua en el suelo (θ) en las plantas no sometidas a estrés hídrico (T1) se mantuvo cerca del 50% durante todo el periodo de evaluación (Figura 1). Mientras que bajo sequía (T2), θ disminuyó hasta un 16% y 35% en las variedades Heritage y Meeker, respectivamente. Luego del tiempo de recuperación, θ volvió al valor inicial (50%) en ambas variedades. Con el segundo periodo de estrés, θ llegó a 28% y 34% en Heritage y Meeker, respectivamente. Meeker presentó mayor contenido de agua disponible en el suelo en los dos periodos de sequía, lo que se explicaría por la mayor demanda de agua de Heritage durante este plazo, por estar en plena etapa de floración y fructificación.

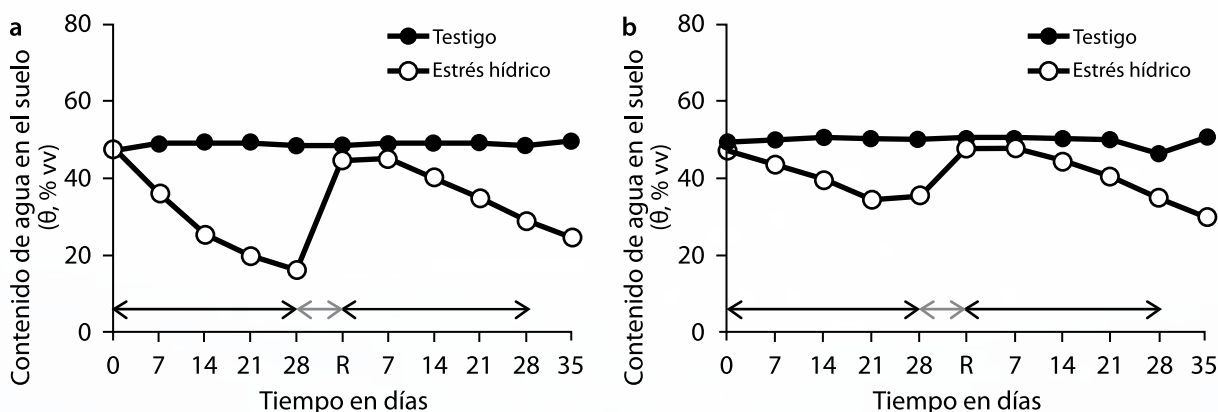


Figura 1. Evolución del contenido de agua en el suelo (%) en plantas de frambueso de las variedades Heritage (a) y Meeker (b), establecidas en macetas en condiciones de invernadero ($25^\circ\text{C} \pm 3$). El contenido de agua fue expresado como la relación entre el volumen total de agua en el suelo con el volumen total del suelo.



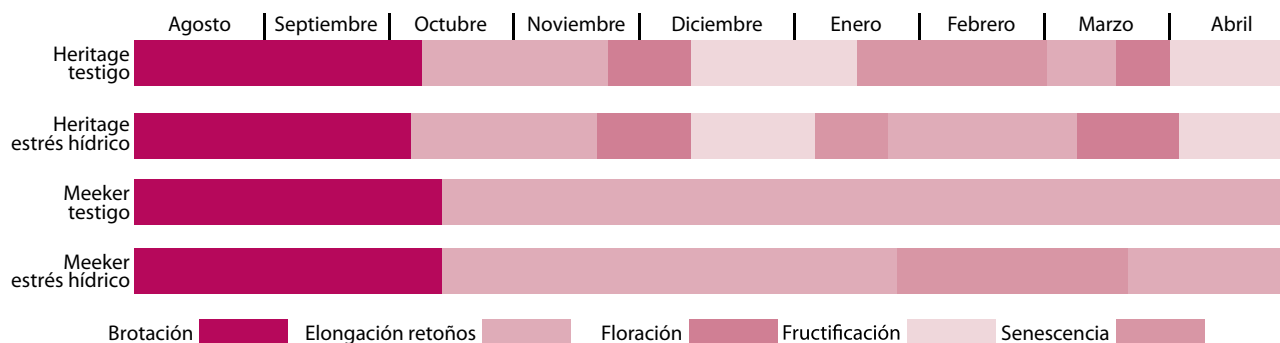
2. Plantas de las variedades Heritage y Meeker mostraron diferencias en su fenología en respuesta a sequía. ◀

En relación a la fenología, ésta fue registrada durante toda la temporada. Las plantas Heritage bajo sequía, florecieron y fructificaron antes que las plantas regadas normalmente (Figura 2). Durante el primer periodo de estrés por sequía, se aceleró la floración, cuaja y desarrollo de frutos. Sin embargo, los frutos no fueron capaces de llegar a pinta ni madurar. Iniciado el segundo periodo de déficit hídrico, la totalidad de las plantas de Heritage mostraron hojas con síntomas de desecamiento y pérdida de color verde a nivel de caña. Cabe destacar que luego del riego de recuperación, las yemas se reactivaron, iniciando un nuevo ciclo de desarrollo.

En relación al comportamiento fenológico de la variedad Meeker frente al estrés por sequía, en el primer periodo no se visualizaron síntomas severos de deshidratación a nivel foliar. Luego de 15 días bajo sequía, se observaron ramilletes de hojas con desecamiento a nivel basal. Luego del riego de recuperación y del segundo periodo de estrés, se observó principalmente alargamiento de laterales, pero las hojas nuevas a nivel apical mostraron pérdida de turgencia. En Meeker fue posible visualizar abundante aparición de hojas, que en el segundo periodo de estrés mostraron desecamiento a nivel basal y hojas nuevas poco turgentes en la parte superior de la planta, a diferencia de las plantas bien regadas, que principalmente mostraron desarrollo de retoños y alargamiento de laterales.



En variedades remontantes, se repiten los estados H a N.

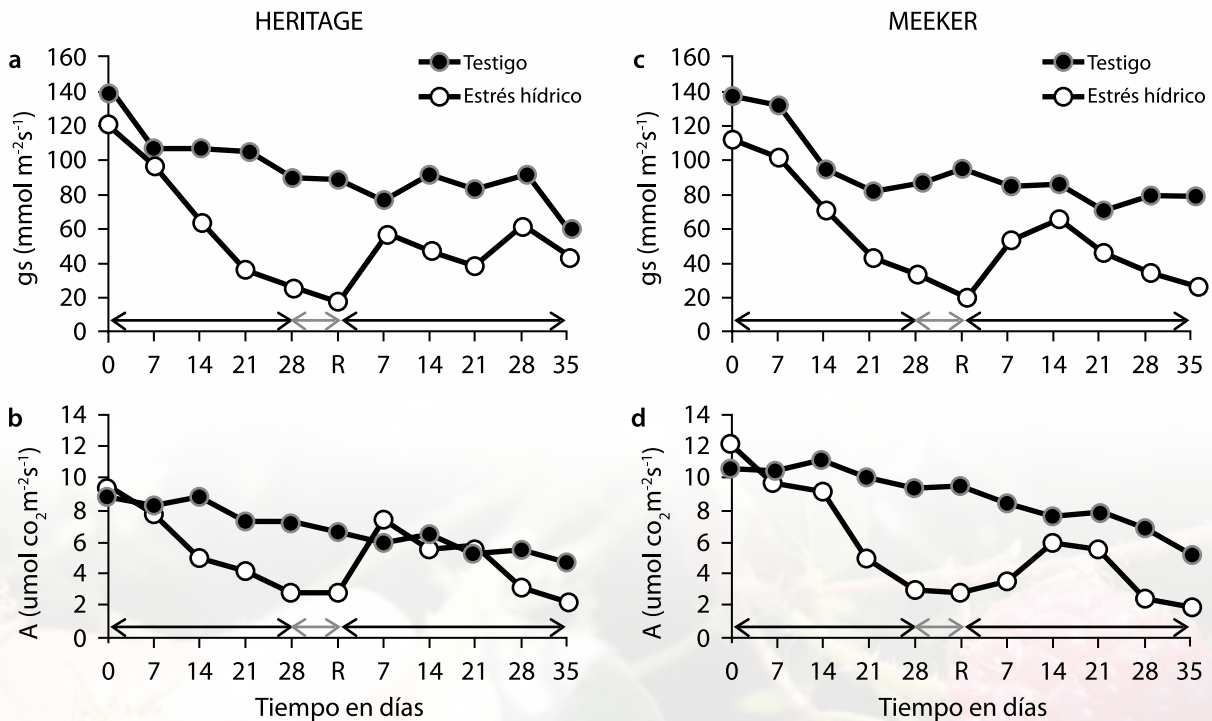


► **Figura 2.** Estados fenológicos de frambueso cv. Heritage y Meeker bajo dos periodos de estrés hídrico progresivo. Los datos se colectaron cada dos días entre los meses de Agosto 2009 a Abril de 2010, en plantas establecidas en macetas en condiciones de invernadero (25°C±3). Se utilizó protocolo descrito por Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et des Fruits et Légumes, Francia.

3. Las variedades Heritage y Meeker mostraron diferencias en el intercambio gaseoso y fotosíntesis frente al estrés hídrico. ◀

En ambas variedades (Heritage y Meeker), la conductancia estomática (gs) disminuyó a medida que avanzó el primer periodo de sequía, hasta un 21% y 39% respectivamente (Figura 3). Tras el riego de recuperación, ambas variedades alcanzaron tasas similares a las registradas en plantas bien regadas, pero en Meeker la recuperación fue más lenta. La fotosíntesis fue seriamente afectada con la sequía, lo que tiene directa relación en la capacidad de las plantas para fructificar y en la calidad del fruto.

En plantas Heritage bajo sequía, la fotosíntesis bajó un 67% mientras que en Meeker disminuyó un 75%. Luego del riego de recuperación, la tasa fotosintética aumentó notoriamente más en Heritage que en Meeker tras una semana (Figura 3). Es importante destacar la respuesta de Heritage a la rehidratación a los 7 días respecto Meeker, siendo esta última más lenta en alcanzar valores similares a Heritage en intercambio gaseoso.

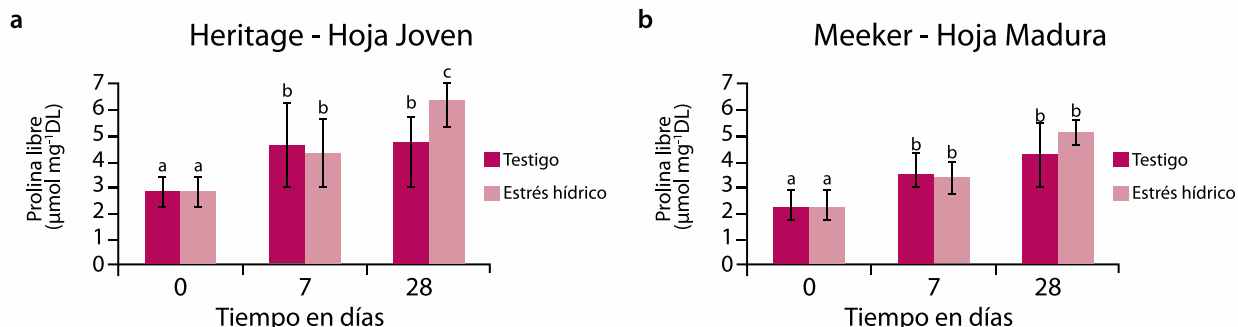


► **Figura 3.** Comparación fisiológica de conductancia estomática y fotosíntesis para plantas de frambueso cv. Heritage (a y b) y cv. Meeker (c y d), bajo estrés hídrico establecidas en macetas en condiciones de invernadero ($25^{\circ}\text{C}\pm 3$). Las mediciones fueron realizadas durante 70 días de experimento, en dos periodos de estrés hídrico progresivo.

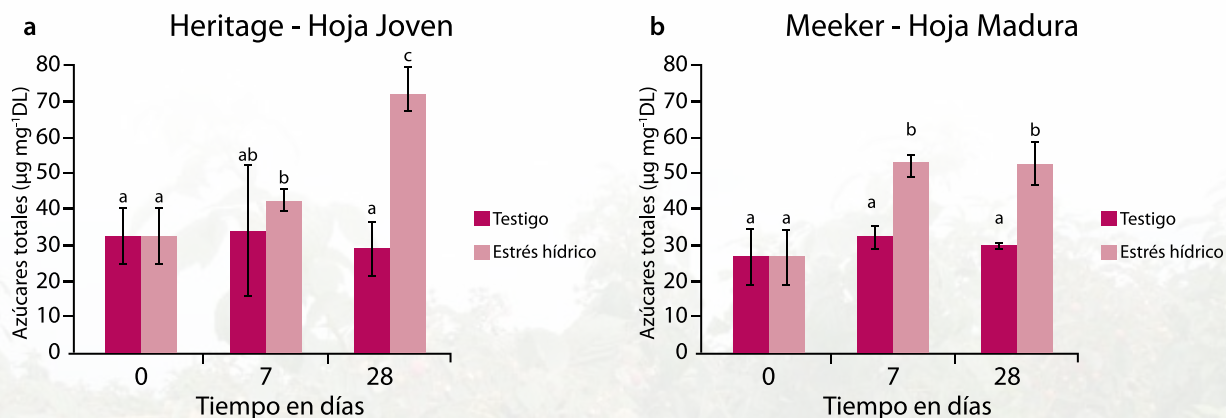
4. Tanto en Heritage como en Meeker, el contenido de prolina y azúcares solubles totales en hojas aumentó con la sequía. ◀

En varias especies de plantas, la síntesis de solutos compatibles, como azúcares solubles totales, prolina y glycine-betaina, entre otros, ha sido asociada a estreses de tipo ambiental, como sequía, salinidad, temperaturas extremas y radiación UV. Estos cumplirían una función osmoprotectora a nivel celular, impidiendo la deshidratación y permitiendo la estabilidad de las membranas celulares. Aun cuando es un tema en discusión y bajo

estudio, existe evidencia que algún rol cumpliría frente a estreses como la sequía. En frambueso, y en la medida que las plantas fueron sometidas a sequía, el contenido de prolina y azúcares solubles totales, fue aumentando tanto en Meeker como en Heritage, particularmente luego de 4 semanas de iniciado el periodo de sequía (Figuras 4 y 5). La acumulación de prolina fue levemente superior en hojas de plantas Heritage bajo sequía.



► **Figura 4.** Contenido de prolina ($\mu\text{g}/\text{mg}$ hoja seca) en hojas jóvenes y maduras de plantas de frambueso de cv. Heritage y Meeker, registrado a los 0, 7 y 28 días de iniciado estrés hídrico, en plantas establecidas en macetas bajo condiciones de invernadero ($25^{\circ}\text{C}\pm 3$). Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0.05$) de acuerdo con la prueba de Duncan.



► **Figura 5.** Contenido de azúcares solubles ($\mu\text{g}/\text{gr}$ de peso seco) en hojas jóvenes y maduras de plantas de frambueso cv. Heritage y Meeker, registrado a los 0, 7 y 28 días de experimento, en plantas establecidas en macetas bajo condiciones de invernadero ($25^{\circ}\text{C}\pm 3$). Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0.05$) de acuerdo con la prueba de Duncan.



5. La sequía en ambas variedades de frambueso afectó la producción de la próxima temporada. ◀

El efecto de la sequía en la calidad de la fruta es complejo e impredecible. Una de las respuestas más comunes, es la reducción en el tamaño de la fruta debido a que la falta de agua inhibe el crecimiento tanto a nivel celular como de la planta en general. Estudios previos en plantas de frambueso Heritage, comparando diferentes métodos de riego, mostraron que el riego por goteo incrementó significativamente la producción y número de frutos totales de calidad comercial. En este estudio se observó que la falta de agua durante los meses estivales, junto con reducir la producción y tamaño del fruto, estuvo asociada también a frutos deformados. Además, afectó la producción de la

siguiente temporada en ambas variedades de frambueso, remontantes y no remontantes. En ambas variedades, el rendimiento en plantas bien regadas alcanzó las 12 ton/ha, en aquellas plantas sometidas a sequía en la temporada anterior. El rendimiento alcanzó un 65% en Meeker, y un 60% en Heritage (Tabla 1), lo que indica que si las plantas de frambuesos son afectadas por sequía estival, junto con alterar su ciclo fenológico, el intercambio gaseoso de la planta y la fructificación en ese periodo, también afectarían la producción de la próxima temporada.

► **Tabla 1.** Rendimientos (ton/ha) para las variedades Heritage y Meeker obtenidos durante la segunda temporada de producción.

Variedad	Control (ton/ha)	Con estrés (ton/ha)
Heritage	12,54a	7,40b
Meeker	12,04a	7,90b
CV (%)	9,18	

CV: Coeficiente de variación. Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0.05$) de acuerdo con la prueba de Duncan.

