



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DELLA  
**Tuscia**

**DIBAF**

Dipartimento per la Innovazione nei sistemi  
Biologici, Agroalimentari e Forestali

## **EFICACIA DE LA REFRIGERACION EVAPORATIVA EN EL MANTENIMIENTO DE LA FUNCIONALIDAD DE LAS HOJAS Y DE LA CALIDAD DE LA UVA SAUVIGNON BLANC.**

PericlePaciello<sup>1</sup>,MassimilianoPasquini<sup>2</sup>,AndreaBellincontro<sup>1</sup>,SimoneBacc  
elloni<sup>1</sup>,Renzo Cotarella<sup>2</sup>,FabioMencarelli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>**Departamento para la Innovación de los Sistemas Biológicos,  
Agroalimentarios Forestales (DIBAF),** Universidad de la Tuscia,  
Viterbo

<sup>2</sup>Marchesi Antinori srl, Firenze

### **Introducción**

El andamio climático de los últimos años refleja lo que está convirtiéndose en una tendencia consuetudinaria en los últimos diez años, sobretodo en las fases de automaduración de la uva: después de un julio con días soleados, pero no excesivamente calurosos, sigue un agosto con temperaturas diarias bochornosas y noches sin excursiones térmicas significativas. Estas condiciones son susceptibles de provocar fenómenos de quemadura y desvanecimiento de los racimos, sobretodo a las variedades mas precoces, fenómenos en parte evitables a través de la justa cantidad de riego con la siguiente rapidez en nacer nuevas hojas.

Los efectos de estas condiciones sobre la calidad de los vinos son de una menor acidéz y una mayor gradación alcohólica en función de un mayor almacenamiento de azúcares:



**DIBAF**

Dipartimento per la Innovazione nei sistemi  
Biologici, Agroalimentari e Forestali

Los dos efectos parecen ir contra el gusto corriente del mercado que parece preferir siempre más vinos menos cálidos, con un mayor “apoyo ácido”.

El menor contenido de ácidos orgánicos determina, factor de primaria relevancia, un sobrenivel de pH y conectado a una mayor inestabilidad microbiológica de los vinos que resultan así menos de larga vida. Por si fuera poco el contenido aromático de los vinos resulta modificado, con una fuerte penalización de los aromas primarios que resultan de menor intensidad y de peor calidad, asumiendo declinaciones orientadas a las de los vinos de envejecimiento precoz poco queridos de el público de los consumidores.

El uso del riego como instrumento para “enfriar” el viñedo viste notable interés a la posibilidad de modificar el microclima y permitir la producción de uvas de calidad, aún en condiciones ambientales siempre más difíciles por el cambio climático en curso. El agua, en función de su capacidad de intercambiar calor con el ambiente alrededor, es un medio muy eficiente para modificar el microclima. En sus cambios de estado absorbe o libera energía en forma de calor: entonces un litro de agua evapora, más o menos, 510 kcal de energía, en forma de calor, el ambiente alrededor la absorbe consiguiendo un enfriamiento de la temperatura externa.

Experiencias hechas hace algunas décadas de años usando el riego a lluvia en la San Joaquin Valley en California, han dado resultados interesantes en la caída de la temperatura pero el gasto de agua resultó exagerado (Kliewer-Schultz, 1973; Alijbury et al., 1975).



## DIBAF

Dipartimento per la Innovazione nei sistemi  
Biologici, Agroalimentari e Forestali

Las modernas tecnologías de nebulización que permiten refrescar, reponen como actual una experimentación direccionada a comprobar la eficacia de la refrigeración evaporativa para bajar la temperatura de las hojas y de los racimos, con un gasto de agua mucho más bajo. Esta experimentación propuesta de parte de la Empresa Marchesi Antinori ha colaborado con la Universidad de la Tuscia, Departamento para la Innovación de los Sistemas Biológicos, Agroalimentares y Forestales Sociedad Oasis Climatica SL.

### **Materiales y Metodos**

El viñedo en el que se ha hecho el experimento está en los Apeninos de Umbria (a 250 metros sobre el nivel del mar) a pocos kilómetros de la ciudad de Orvieto, sobre un promontorio tufaceous entre el río Paglia y el Monte Nibbio, viñedo de propiedad de la Empresa “Castello della Sala dei Marchesi Antinori SL”. La variedad sobre la que se ha conducido la experimentación es “Sauvignon Blanc” sobre rizoma 1103 Paulsen.

El sistema de nebulización se ha desarrollado y ha sido instalado por parte de Oasiclimatica Italia (Osio Sotto, Bergamo). En pocas palabras, el agua se empujaba a una presión de 70 bar a través boquillas con un orificio de 0,15 mm atomizando las gotitas hasta un diámetro de 0,1  $\mu\text{m}$ , formando así una cortina de niebla tal de tapar todas la hojas y los racimos del viñedo. El sistema, controlado por una ECU conectada a un termóstato para detectar la temperatura en la viña, ha sido programado para activarse cada vez que se detectara una temperatura superior a los 30°C, y para desactivarse una vez de que la temperatura haya vuelto debajo este límite.

La temperatura, caída debajo de los 30 °C en un minuto de suministro se

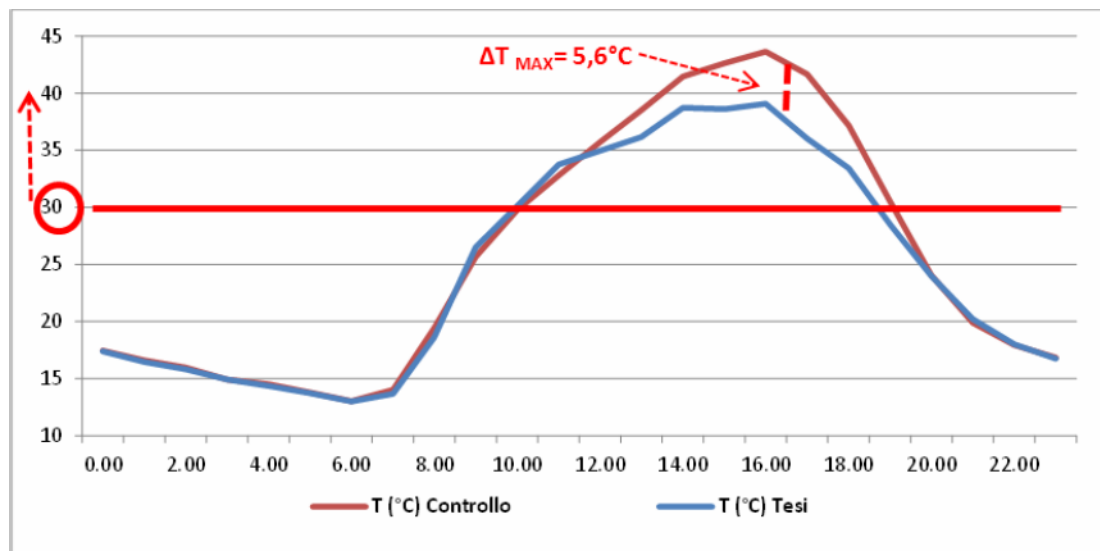
mantenía debajo de este límite por casi 7 minutos antes de que el calor de la radiación solar volviera a subir la temperatura sobre los 30 °C, provocando de nuevo la ignición de la nebulización. La presencia de un higrostató ha garantizado que, en el caso de que la humedad fuera superior al 70%, el sistema no vaya en función independiente de la temperatura. El agua necesaria a la nebulización ha sido extraída de una cuenca de almacenamiento que pertenecía a la propiedad en la que se ha realizado el experimento: el agua se filtraba antes de entrar en el sistema de nebulización. La experimentación incluyó 12 filas de viña largas más o menos 150 m por un área total de 3.000 m<sup>2</sup>. A 100 m de distancia del viñedo sujeto a la nebulización, separado por un promontorio de unos pocos metros, se ha identificado el viñedo de control de la experimentación. En el viñedo experimental y en ese de control la recogida de los datos ambientales se ha realizado con sensores Wireless, Smart-tag, del DIBAF capaces de captar temperatura y humedad con una frecuencia de 24 detecciones al día, bien protegidos de los agentes atmosféricos, los sensores se han colocado a lo largo del primer alambre de la fila de manera tal de estar a la altura de los racimos. En el curso de la experimentación se han realizado muestras semanales (5 en total) de uva y hojas de los viñedos nebulizados y de ese de control.

Las uvas se han cosechado separadamente y los relativos mostos han sido analizados a través instrumentación WineScan<sup>TM</sup> (Foss Italia, Padova). En particular aquí están reproducidos los valores de los siguientes metabolitos: azúcares, acidez total, ácido málico. Y también las muestras de hojas se han analizado en laboratorio para determinar los niveles de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> siguiendo la metodología de Velikova y Loreto (2001).

## Resultados y Discusión

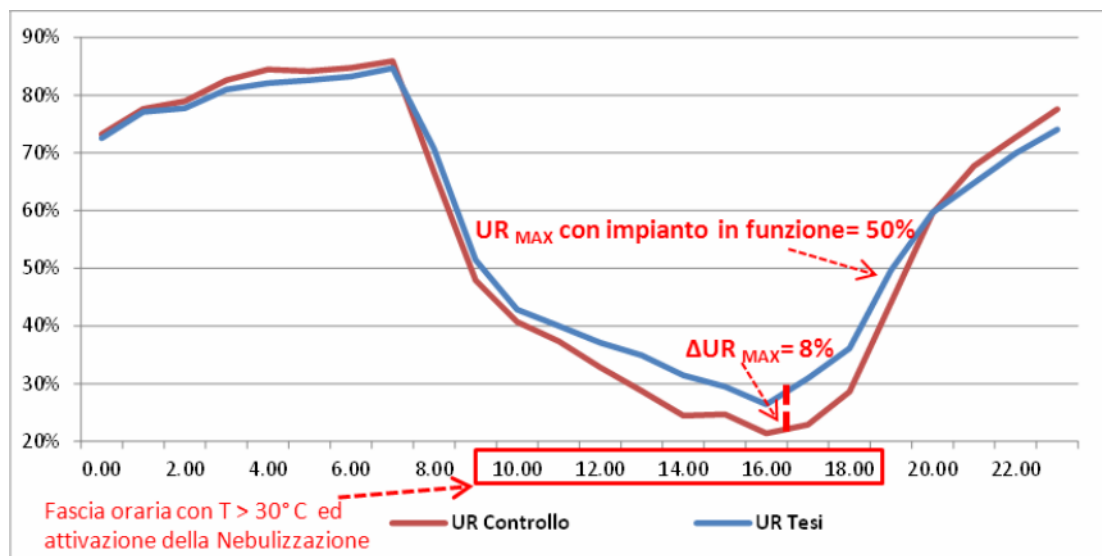
Comparando los datos registrados el 6 Agosto (Figura 1), uno de los días mas calurosos en el periodo de relevación, se pone en evidencia que las temperaturas en los dos viñedos cambian significativamente solo en las horas de la tarde, entonces la temperatura es estable sobre los 30 °C y el sistema de nebulización entra en función. Entonces a las 17:00 horas se registra la diferencia máxima del día, es decir 5,6 °C.

**Figura 1. Andamio de la temperatura del aire en un día caluroso (6 Agosto)**



La humedad relativa, sin embargo, va por el otro sentido con respecto a las temperaturas (Figura 2), y la curva de la humedad (UR) del viñedo Tesi está sobre esa de control en las horas de la tarde cuando el sistema está funcionando. Los incrementos de UR son tales de proteger los patógenos de las plantas ( $\Delta UR_{Max} = 8\%$ ;  $UR_{Max} = 50\%$ ).

**Figura 2. Andamamiento del UR del aire en un día caluroso (6 Agosto)**



Analizando el andamiento diario de la temperatura del aire en la hora más caliente (16:00 horas) se pone en evidencia (Figura 3) que la temperatura del viñedo de Control se queda estable superando esa del viñedo Tesis en los días con temperaturas que superan los 30 °C, con diferencias hasta de 7 °C que se acentúan en los días más calurosos (27 Julio; 7 Agosto).

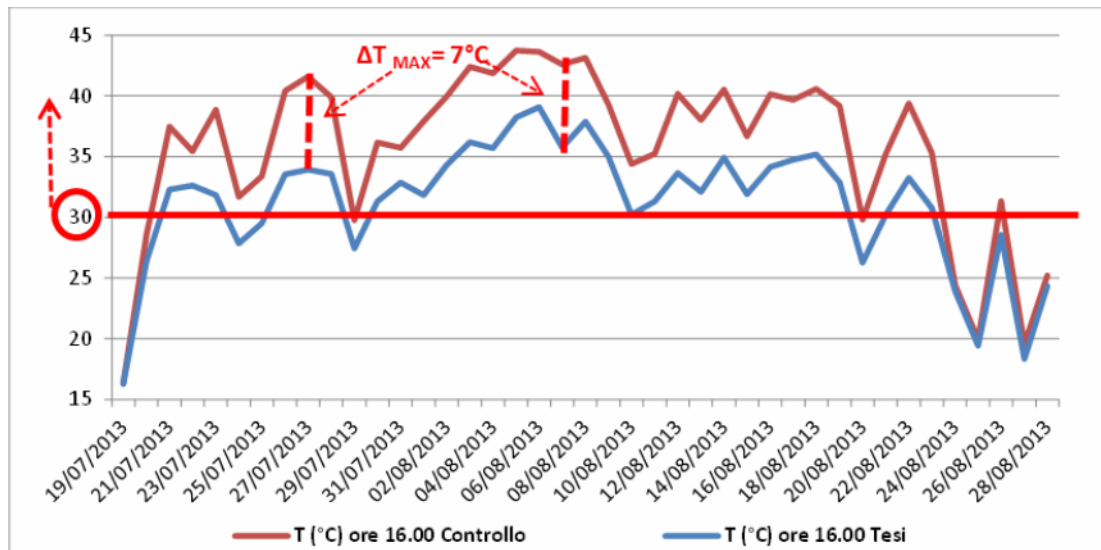


UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DELLA  
Tuscia

DIBAF

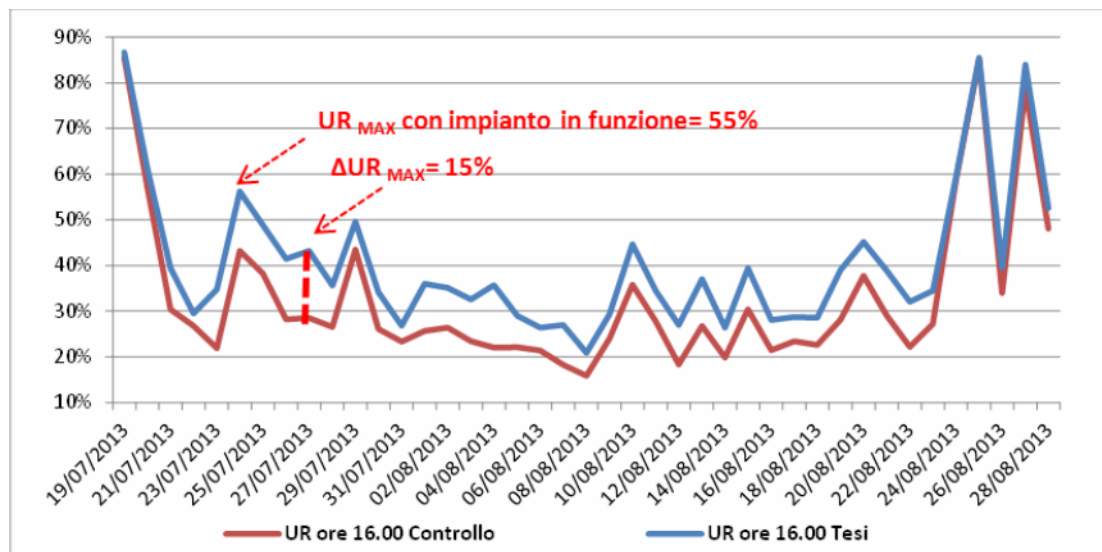
Dipartimento per la Innovazione nei sistemi  
Biologici, Agroalimentari e Forestali

**Figura 3. Andamamiento diario del la temperatura del aire al las 16 horas**



Hablando de la humedad relativa (Figura 4) la curva del viñedo Tesis supera esa de Control en los días calurosos en las que el sistema está en función, mientras que en los días frescos las dos curvas tienden a sobreponerse. También en este caso, los incrementos de UR son tales de no implicar negativamente los patógenos ( $\Delta UR_{Max} = 15\%$ ;  $UR_{Max} = 55\%$ ).

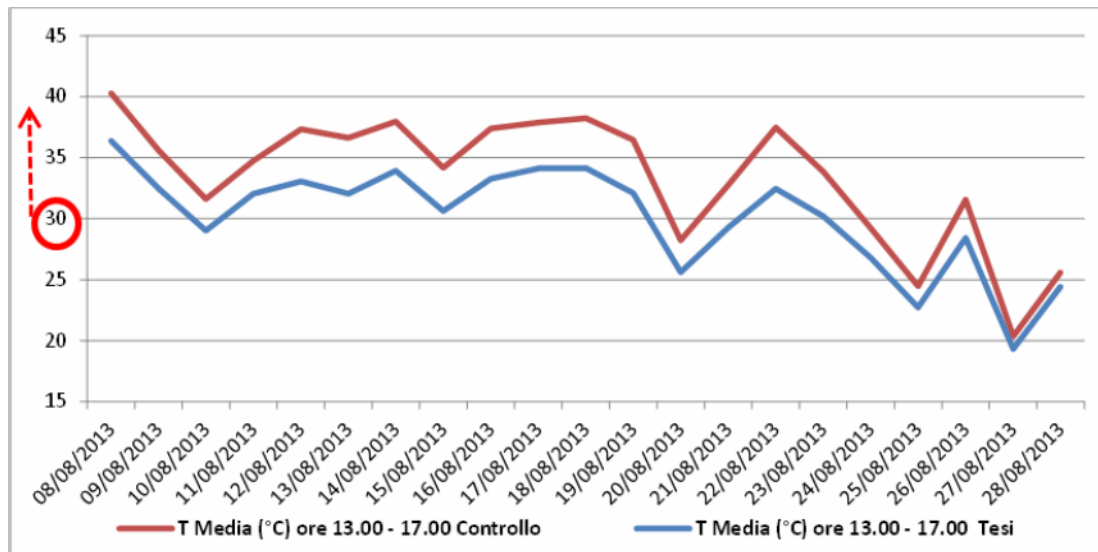
**Figura 4. Andamento giornaliero della UR alle ore 16**



Si luego analizamos los datos relativos a la temperatura media en la tarde (13:00- 17:00) del período post-envero se confirma (Figura 5) que en los días más calurosos la temperatura del viñedo de Control supera significadamente la del viñedo Tesis, mientras las dos curvas se sobrepone en los días frescos.

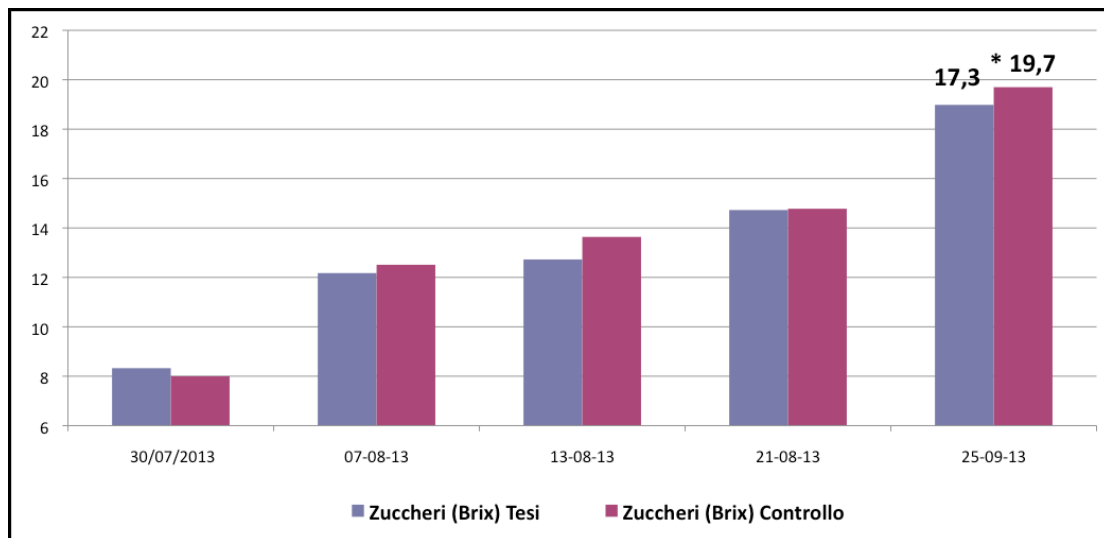


**Figura 5. Temperatura Media en la tarde (13.00- 17.00) del periodo post- envero**



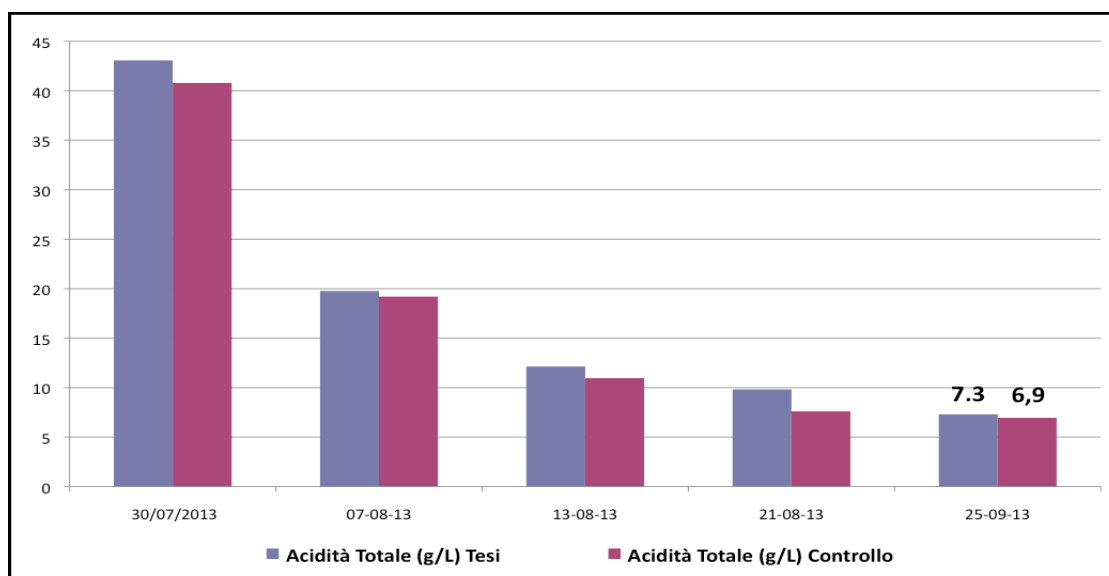
Analizando los componentes individuales de los mostos de las uvas de los viñedos Tesis y Control, los mostos de las uvas del viñedo nebulizado (Tesis) en la última muestra de la cosecha (Figura 6) un contenido de azúcares (17,3 °Brix) significativamente inferior (-12%) a ese de los mostos de las uvas del viñedo Control (19,7 °Brix). Anteriormente al periodo de Agosto las diferencias entre las dos muestras no eran importantes.

**Figura 6. Variación de los azúcares (°Brix). Los datos son la media de tres réplicas provenientes de tres grupos de racimos. Los asteriscos indican las diferencias no significativas al nivel del 5%.**



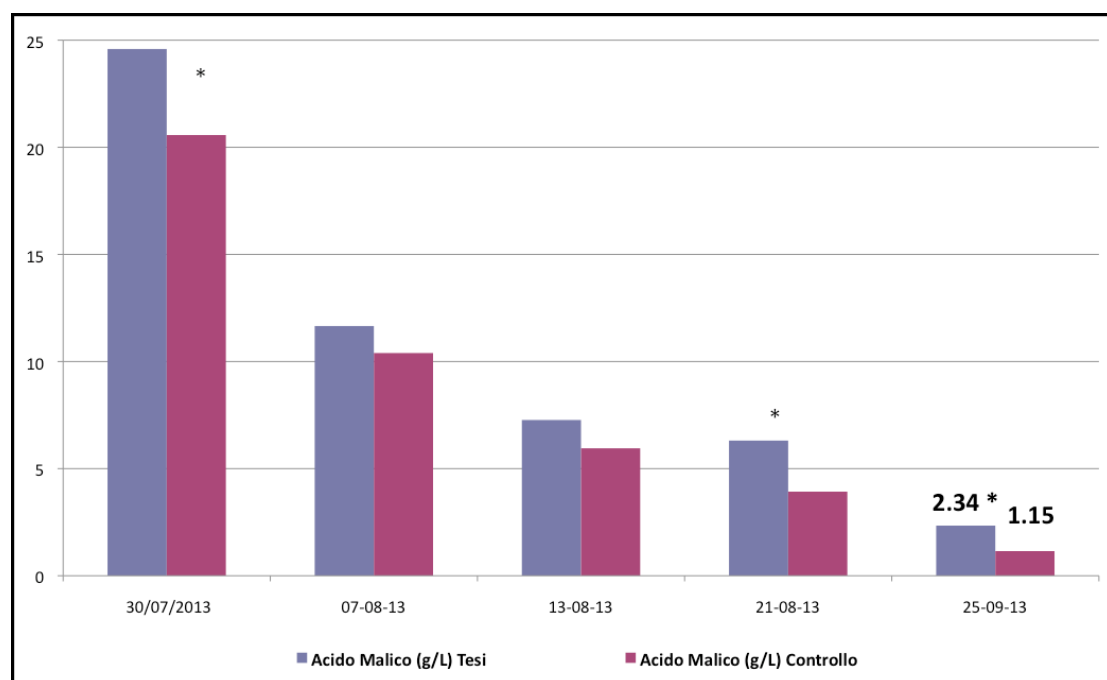
Viceversa, el acidéz total del mosto de las uvas provenientes del viñedo Tesis (7,3 g/L) no ha sido significadamente diferente del valor de los mostos del viñedo de Control (Figura 7).

**Figura 7. Variación de la total acidez (g/L). Los datos son la media de tres réplicas provenientes de tres racimos. Los asteriscos indican las diferencias no significativas al nivel del 5%.**



El contenido de ácido málico (Figura 8) del mosto de las uvas provenientes del viñedo Tesis (2,34 g/L) la última muestra resulta significadamente superior (+103%) comparado al mosto del viñedo de Control ( 1,15 g/L). La cantidad de ácido málico en este parámetro resultó siempre superior en las uvas nebulizadas.

**Figura 8. Variación del ácido málico (g/L). Los datos son la media de tres réplicas provenientes de tres grupos de racimos. Los asteriscos indican las diferencias no significativas al nivel del 5%.**



Los otros compuestos analizados (ácido tartárico, APA, polifenoles totales, extracto seco, cenizas), tomando como referencia la última muestra de uvas, excepto el ácido tartárico, eran presentes en concentraciones superiores en los mostos del viñedo Tesis.

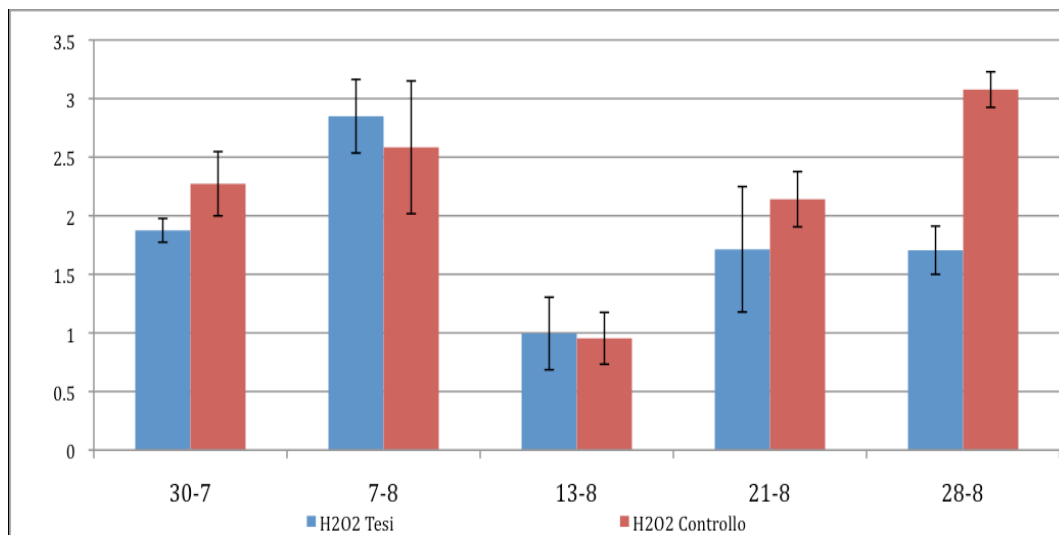
En fin hablando de la funcionalidad de las hojas, el análisis del agua oxigenada (Figura 9) pone en evidencia que en la última muestra su cantidad es mayor en las hojas del viñedo Control en comparación al Tesis.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DELLA  
**Tuscia**

**DIBAF**

Dipartimento per la Innovazione nei sistemi  
Biologici, Agroalimentari e Forestali



## Discusión y Conclusiones

En los días calurosos del periodo julio-agosto 2013 el sistema estuvo en función desde las 11:00 horas hasta las 19:00 horas creando diferencias en las temperaturas de los dos viñedos hasta de 7°C. Los gastos de este tipo de ciclo de funcionamiento han sido aproximadamente de 2,5 L/ha por minuto de actividad.

La reducción de la temperatura de las hojas, sobretodo en el periodo de alta temperatura constante día-noche, trajo beneficios en la funcionalidad fotosintética y más. En el periodo de estrés térmico, las especies reactivas del oxígeno (ROS), entre ellas el peróxido de hidrogeno ( $H_2O_2$ ), el radical de superóxido ( $\cdot O_2^-$ ) y el radical hidroxil ( $\cdot OH$ ) normalmente producidas a niveles moderados, sobretodo en los cloroplastos, en los peroxisomas y en los mitocondrias de las células vegetales, generan terreno sobre el sistema antioxidante con consiguiente daño de proceso oxidativo a los componente de las células, entre ellas las



## DIBAF

Dipartimento per la Innovazione nei sistemi  
Biologici, Agroalimentari e Forestali

clorofilas, los lípidos de membrana, las proteínas y el ADN (Bowler et al., 1992). El Peróxido de hidrógeno es la forma más estable de las especies reactivas del oxígeno y puede iniciar un daño de proceso oxidativo sobre los lípidos de la membrana celular con consiguiente interrupción de la función metabólica y pérdida de la integridad celular. Por tanto la producción aumentada de agua oxigenada que hemos observado en las hojas del viñedo no nebulizado en la última muestra el 28 de Agosto, indica que estas son sujetas a estrés oxidativo y que, tal índice de estrés, es probablemente el resultado de una acumulación de calor en todo el mes de Agosto donde las temperaturas casi siempre han superado los 35°C con picos hasta de 40°C. La respuesta analítica de los mostos pone en evidencia que la alta temperatura ha provocado una aceleración de la maduración con aumento de los azúcares y una disminución del ácido málico, que hace pensar a una más intensa actividad respiratoria, no sólo a cargo de los azúcares, si no también a cargo de los ácidos. El efecto de este tratamiento desde el punto de vista aromático será sujeto a otra nota.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DELLA  
**Tuscia**

**DIBAF**

Dipartimento per la Innovazione nei sistemi  
Biologici, Agroalimentari e Forestali

## BIBLIOGRAFIA

Aljibury K., Brewer R., Christensen P. e A.N. Kasimatis (1975) Grape response to cooling with sprinklers. *Amer. J. Enol. and Vitic.* 26(4):214-217

Bowler C., Van Montagu M. e D. Inzé (1992) Superoxide dismutase and stress tolerance. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol* 43:83–116.

Kliewer W. M. e H. B. Schultz (1973 ) Sprinkler cooling of grapevines on fruit growth and composition. *Amer J. Enol and Vitic.* 24:17-26

Loreto F. e I. Velikova (2001 ). Ozone damage, quenches ozone products, and reduces lipid peroxidation of cellular membranes. *Plant Physiol.*, 127:1781–1787