



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

**Efecto de cuatro niveles de reposición hídrica post-pinta,
sobre la calidad de mostos y vinos en *Vitis vinífera*
cv. *Cabernet sauvignon***

por

Claudio José Rojas Palacios

MEMORIA DE TITULO

Presentada a la Universidad de Talca como
parte de los requisitos para optar al título de
Ingeniero Agrónomo

**TALCA – CHILE
2002**

APROBACIÓN:

Profesor Guía

Ing. Agr., M.S., Ph. D. Yerko Moreno S.
Profesor Escuela de Agronomía
Universidad de Talca

Profesor Informante

Ing. Agr., M.S., Ph. D. Samuel Ortega F.
Profesor Escuela de Agronomía
Universidad de Talca

Fecha de presentación de Memoria: 16 de Agosto de 2002.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis padres por el esfuerzo y constante apoyo en mis estudios universitarios lo que me permite lograr un paso muy importante en mi vida. También agradezco a mis familiares quienes siempre confiaron en mi y siempre sentí su incondicional apoyo.

Quiero agradecer también el apoyo de mis amigos y sus familias que me acogieron en sus hogares como un amigo de toda la vida y que siempre estarán en mi corazón; Anton Kerum, Gabriel Verdugo, Jimena Monreal y especialmente a Pedro Vega con quien estudié y trabajé mano a mano en esta investigación.

Un agradecimiento especial a Felipe Laurie por su continua asesoría y consejos, a mi profesor informante don Samuel Ortega por su entusiasmo y colaboración y a los integrantes del Centro Tecnológico de la Vid y el Vino, quienes permitieron la realización de esta investigación.

Finalmente agradezco a mi profesor guía don Yerko Moreno, por su fundamental ayuda y disposición que me brindó en la realización de esta memoria y al cual considero en forma especial en mi formación personal y profesional.



EFFECTO DE CUATRO NIVELES DE REPOSICIÓN HÍDRICA POST-PINTA SOBRE LA CALIDAD DE MOSTOS Y VINOS EN *Vitis vinifera* cv. CABERNET SAUVIGNON

**CLAUDIO ROJAS PALACIOS
INGENIERO AGRÓNOMO**

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de los diferentes niveles de reposición hídrica post-pinta, 150%, 100%, 50% y 0% de la evaporación de bandeja (EB), sobre la calidad de mostos (sólidos solubles, acidez total y pH), calidad química de los vinos (acidez total, azúcar residual, alcohol, pH, Color, matiz y polifenoles totales) y calidad sensorial de los vinos (calidad global, color, olor y gusto), se realizó un experimento la temporada 1999-2000 en la estación experimental de la Viña San Pedro (Molina VII Región), en el cv *Cabernet Sauvignon*. El experimento se diseñó completamente al azar (DCA), en el cual se ubicaron 16 unidades experimentales compuestas por 5 plantas cada una.

El ensayo fue afectado por precipitaciones entre los 14 DDP y 28 DDP, las cuales no permitieron someter a las plantas a distintos niveles de humedad en el suelo, influyendo de forma importante en las mediciones realizadas.

Con respecto al análisis químico del mosto este no fue afectado por los distintos niveles de reposición hídrica realizados posterior a la pinta.

En cuanto a los análisis químicos y sensoriales del vino, los resultados encontrados no determinaron diferencia significativa, es decir estos no fueron afectados por las distintas tasas de riego post-pinta.

ABSTRACT

An experiment was carried out during the 1999-2000 season at the Experimental station of Viña San Pedro (Molina, VII región, Chile) with the objective of evaluating the effect of the different levels of water replenishment on post ripened, 150%, 100%, 50% and 0% of tray evaporation on the quality of juices (soluble solids, total acidity and pH), chemical quality of wines (total acidity, residual sugar, alcohol, pH, color and total poliphenols) and sensorial analysis of wines. The experiment was designed completely at random (DCA) in which 16 experimental units were located, composed of 5 plants each one.

The experiment was affected by precipitations (rain) between 14 DDP and 28 DDP, which did not allow the plants to go through different levels of humidity on the soil, influencing importantly on the measurements taken.

The juices chemical analysis was not affected by the different levels of hydrous reposition carried out after the post ripened.

In relation to the chemical and sensorial analysis of wine, the results found did not determine a significant difference; that is to say, these were not affected by the different rates of post ripened irrigation.

ÍNDICE

	Páginas
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos específicos	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Antecedentes generales	3
2.2. Efecto del estrés hídrico sobre la composición del mosto y del vino	3
2.2.1. Acumulación de azúcar	4
2.2.2. Relación Superficie/Volumen	4
2.2.3. Acidez de mostos y vinos	5
2.2.4. pH del vino	5
2.2.5. Grado alcohólico	5
2.2.6. Intensidad de color del vino	6
2.2.7. Compuestos fenólicos del vino	6
3. MATERIALES Y MÉTODOS	7
3.1. Descripción general	7
3.2. Diseño experimental	8
3.3. Mediciones	8
3.3.1. Mosto	8
3.3.2. Vino	9
3.3.3. Microvinificación	9
3.3.4. Evaluación sensorial	10
3.3.5. Análisis estadístico	10
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
4.1. Composición química del mosto	11
4.2. Relación Superficie/Volumen	14
4.3. Composición química del vino	15
4.4. Evaluación sensorial de los vinos	17

5.	CONCLUSIONES	19
6.	BIBLIOGRAFÍA	20
7.	ANEXOS	23

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

- Cuadro 1.** Caracterización de las propiedades físico-hídricas del suelo (1999-2000).
Pág. 7
- Cuadro2.** Efecto de cuatro niveles de reposición hídrica en post-pinta, sobre la composición química del mosto y la relación superficie/volumen en el cv Cabernet sauvignon. Molina, Séptima región. Temporada 1999/2000.
Pág. 15
- Cuadro 3.** Efecto de cuatro niveles de reposición hídrica en post-pinta, sobre la composición química del vino en el cv. Cabernet sauvignon. Molina, Séptima región. Temporada 1999/2000.
Pág. 16
- Cuadro 4.** Efecto de cuatro niveles de reposición hídrica en post-pinta, sobre las características organolépticas del vino en el cv. Cabernet sauvignon. Molina, Séptima región. Temporada 1999/2000.
Pág. 18
- Figura 1.** Volúmenes de agua aplicados para cada tratamiento y tres periodos fenológicos de la vid, cv. Cabernet sauvignon (1999/2000).
Pág. 12
- Figura 2.** Evolución de la humedad volumétrica del suelo para cuatro tasas de riego en función de los DDP, cv. Cabernet sauvignon (1999/2000).

1. INTRODUCCIÓN

El sector vitivinícola nacional ha mostrado, en los últimos años, diversos cambios dirigidos principalmente a la producción de vinos finos orientados a la exportación, mostrando una gran capacidad de crecimiento que ha provocado un reconocimiento en los mercados internacionales. Debido a esto, la superficie de vides viníferas plantadas se ha elevado de 64.850 ha. en 1991 a aproximadamente 103.807 ha. en el año 2000 en Chile (SAG 2002). Este aumento ha sido mayor en las cultivares tintos, siendo dentro de estos el que presenta la mayor superficie el cultivar Cabernet Sauvignon con 35.967 ha. , de las cuales 14.368 se encuentran en la Región del Maule (SAG 2002).

La calidad del vino dependerá de diversas características tales como: factores culturales (manejo del viñedo, vinificación, estabilización y conservación del vino), factores naturales (clima, suelo) y cultivar escogido. De los factores culturales el manejo del riego está en directa relación con la calidad del producto final que se desea lograr. Por este motivo, se han realizado diversas investigaciones principalmente en el extranjero, en donde se han aplicado distintos manejos hídricos con el fin de analizar su efecto sobre la calidad del vino. Entre los cultivares finos el cv Cabernet Sauvignon ha sido el más estudiado (Ferreira, 1998).

En vides para vinificación, se han hecho algunos estudios que indican que un déficit hídrico produce cambios importantes en el crecimiento vegetativo, en la productividad y en la composición del fruto que, posteriormente, influyen en la calidad del vino (Hepner *et al.* , 1985; MCarthy, 1997 ; Ginestar *et al.*, 1998).

Un estrés hídrico controlado determinará un potencial productivo menor, reduciendo la expresión vegetativa y aumentando las concentraciones de compuestos importantes para el vino (fenoles, taninos y sólidos solubles). Aceituno (2000), encontró que los menores aportes hídricos aumentan la concentración de antocianinas y fenoles totales, a la vez que disminuye el extracto seco y el matiz del vino. A través de estudios realizados por diferentes investigadores como Poni *et al.*, (1993), Easthan *et al.* (1998), Lavín (1986), Patakas (1997), Gurovich (1998), Mullins *et al*

(1996), Ferreyra (1997), Van Huyssteen (1996), se ha podido determinar la clara influencia del régimen hídrico sobre la fisiología de la vid y la calidad final de mostos y vinos. El déficit hídrico aumenta el color de la baya en variedades rojas y negras, como resultado de un aumento en la producción de antocianinas aunque no se ha dilucidado si este es un efecto indirecto, debido a una mayor exposición de las bayas a la luz como resultado de una reducción en el crecimiento vegetativo o directo de dicho estrés, por aumento en la relación gravimétrica cutícula/pulpa de la baya resultante del menor crecimiento de ésta. En tratamientos hídricos más restrictivos la relación superficie/volumen es mayor, lo que coincide también con el menor diámetro y peso de las bayas (Aceituno, 2000).

El crecimiento vegetativo no es afectado por tratamientos de estrés hídrico post-pinta, debido a que el desarrollo vegetativo se detiene poco antes de la pinta (Villacura, 2000). Además, Vega (2001), concluyó que diferentes niveles de reposición hídrica no afectaron el desarrollo reproductivo, no evidenciándose diferencias en los componentes del rendimiento, en el diámetro de bayas, ni en la calidad de los mostos.

En base a los antecedentes anteriores, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de cuatro láminas de riego (150%, 100%, 50% y 0% de la evapotranspiración de la vid), aplicados en post-pinta sobre la calidad de mostos y vinos en *Vitis vinífera* cv Cabernet Sauvignon.

1.1. Objetivos específicos

Evaluar y determinar los distintos efectos que ocurren al proporcionar distintos niveles de reposición hídrica post-pinta sobre:

- Composición química de mostos.
- Relación Superficie / Volumen de las bayas
- Composición química del vino.
- Características organolépticas del vino (Calidad global, color, olor varietal, olor intensidad, gusto acidez, gusto cuerpo y gusto astringencia).

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes generales

El agua se mueve desde el suelo al interior de las raíces, para luego pasar a la hoja donde es evaporada a través de un proceso conocido como transpiración (Van Huyssteen, 1991).

Todo el flujo del agua es de naturaleza física, en el sentido de que no utiliza en forma directa la energía metabólica de la planta. Si la planta transpira más agua a la atmósfera de la que el suelo es capaz de transportar hacia las raíces, se producirá un déficit hídrico (Acevedo, 1979).

2.2. Efecto del estrés hídrico sobre la calidad y composición del mosto y del vino

Los efectos del riego deficitario en la vid indican que las raíces pueden determinar el desarrollo de la canopia al afectar la eficiencia del uso del agua y el crecimiento de los brotes al disminuir la fotosíntesis, y por lo tanto reducir el rendimiento. No obstante lo anterior, esto puede traer efectos positivos sobre los mostos y vinos, siempre y cuando el estrés sea aplicado en forma moderada y en ciertos períodos fenológicos (Ferreira, 1998).

Freeman (1985), determinó que la calidad del vino puede ser asociada en términos de color, densidad, pigmentos totales y cantidad de antocianinas. Esto es similar a lo descrito anteriormente por Freeman y Kliewer (1983), quienes además mencionaron la relación ácido tartárico/ácido málico, ácidos volátiles y taninos.

El nivel hídrico afecta directamente la composición de los frutos y con ello del mosto, sin que en ello tenga influencia alguna la carga a cosecha (Mathews y Anderson, 1988). Sin embargo, Vega (2001), al aplicar distintos niveles de reposición hídrica post-pinta no encontró diferencias sobre la calidad química de los mostos y sobre los componentes del rendimiento (Kg de fruta/planta, número de racimos por planta, número de bayas por racimo, peso del racimo y peso de 100 bayas). Estos resultados concuerdan con obtenidos por Villacura (2000), quien no encontró diferencias para la composición química del mosto y los componentes del rendimiento, excepto para el peso de las bayas el cual fue mayor para el 100% de la Etreal.

2.2.1. Acumulación de azúcar

El riego parece tener un efecto variable sobre la acumulación de azúcar en la baya y el mosto. El estrés hídrico puede disminuir la acumulación de azúcar en el fruto a través de la fotosíntesis, o cuando el estrés es severo, por la senescencia prematura de las hojas. Por otro lado, un déficit moderado, puede incrementar la acumulación de azúcar mediante la supresión del crecimiento de los brotes o reduciendo la densidad del follaje, permitiendo que las hojas interiores tengan altas tasas fotosintéticas (Smart y Coombe, 1983).

Freeman y Kliewer (1983) y Ginestar *et al.*, (1998), encontraron que la cantidad de azúcar en la baya es menor en los tratamientos que no tuvieron agua durante la temporada; esto producto de una reducción en la tasa de fotosíntesis. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Wildman *et al.*, (1976); Bravdo *et al.*, (1985); Mathews y Anderson (1988); Goodwin y Macrae (1990); Poni *et al.*, (1994); Sipiora y Gutiérrez (1998).

2.2.2. Relación Superficie/Volumen

Respecto a la relación Superficie/Volumen de las bayas, esta tiende a incrementarse a medida que disminuye la reposición hídrica (Hardie y Considine, 1976; Mathews y Anderson, 1988; Goodwin y Macrae ,1990). Bayas de tamaño pequeño (alta relación superficie/volumen), son comúnmente preferidas debido a que en la cutícula se encuentran la mayoría de los componentes que le dan color y sabor al vino. Claramente, de plantas sometidas a estrés hídrico se obtienen bayas más pequeñas que de plantas sin restricciones de agua (Freeman y Kliewer, 1983; Neja *et al.*, 1977).

2.2.3. Acidez de mostos y vinos

Con relación a la acidez total del mosto, Sotomayor y Lavín (1984) y Pujo (1992), determinaron que esta fue mayor cuanto mayor cantidad de agua se repuso durante la temporada. El estrés hídrico disminuye en forma moderada la acidez titulable de las bayas, especialmente cuando este se aplica temprano en la temporada o antes de la pinta (Smart y Coombe, 1983; van Zyl, 1984; Bravdo *et al.*, 1985). Por el contrario, el riego sin restricciones aumenta la acidez titulable, esto por el efecto indirecto del riego, que estimula el crecimiento vegetativo y el consecuente sombreamiento de las bayas, impidiendo la respiración y la degradación del ácido málico (Smart y Coombe, 1983).

Wildman *et al.*, (1976), encontraron que vides sometidas a riegos calendario tuvieron mayor acidez del vino en comparación con aquellas con riegos controlados. Sin embargo, Ferreyra (1998) encontró que vides con riego permanente hasta pinta y luego sin riego hasta cosecha, obtuvieron los valores mas altos en acidez.

2.2.4. pH del vino

Vides sometidas a déficit hídricos durante la temporada tienden a aumentar los valores de pH en el vino (Hepner *et al.*, 1985). Resultados similares obtuvieron Freeman (1983); Bravdo *et al.*, (1985); Goodwin y Macrae (1990); Ginestar (1998) y Villacura (2000). Sin embargo, Wildman *et al.*, (1976) y Aceituno (2000) no encontraron diferencias de pH en el vino entre vides con y sin riego durante la temporada.

2.2.5. Grado alcohólico

Existe una relación entre el grado alcohólico y el contenido de azúcar probable, pues al disminuir el azúcar probable, producto de una restricción hídrica, disminuye también el grado alcohólico del vino (Bravdo *et al.* 1985). Sipiora y Gutiérrez (1998) en este sentido determinaron que niveles altos de alcohol influyen sobre la cantidad total de antocianinas, pues interrumpen procesos asociados a su formación.

2.2.6. Intensidad de color del vino

Un aspecto de particular importancia tanto para viticultores como para enólogos, cualquiera que sea el destino de su producción, es el efecto que puede causar el déficit hídrico sobre el color del vino. En tal sentido, Freeman (1983); Sotomayor y Lavín (1984), concuerdan que los valores más altos fueron obtenidos de vides con restricción hídrica.

El déficit hídrico puede ser utilizado para mejorar el color del vino, pues aumenta la concentración de compuestos antocianos en los cultivares de uva tinta (Hardie y Considine 1976; Freeman y Kliewer 1983; Ginestar *et al.*, 1998; Sipiora y Gutiérrez 1998). Este aumento en la concentración de antocianinas producto de un aumento en la superficie de la baya puede llegar incluso hasta un 44% (cerca de la fase III de crecimiento del fruto) en vides sin riego en comparación con aquellas de riego permanente (Mathews y Anderson 1988).

2.2.7. Compuestos fenólicos del vino

Los vinos provenientes de vides que han experimentado un déficit de agua, ya sea temprano o tarde en la temporada, muestran una mayor concentración de compuestos fenólicos que aquellos que se regaron toda la temporada (Sotomayor y Lavín 1984). Lo anterior según Ginestar *et al.*, (1998) es debido a la disminución del diámetro de la baya, lo cual causa un aumento en el grosor de la película que es donde se concentran tales pigmentos. Estos resultados son similares a los obtenidos por Mathews y Anderson (1988); Cornejo (1991); Pujo (1992); Sipiora y Gutiérrez (1998).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción general

El ensayo se realizó durante la temporada 1999-2000, en un viñedo cv. Cabernet Sauvignon, conducido en sistema espaldera vertical simple de 7 años de edad podado en cordón apitonado. El marco de plantación es de 1,0 m. x 2,5 m. (4000 plantas /ha.), con una orientación Norte-Sur, bajo riego por goteo (goteros de 4 l/hr) . El viñedo está ubicado en la estación experimental de la Viña San Pedro, Molina (35° 62' latitud sur; 71° 16' longitud oeste).

El clima, de tipo mediterráneo, perteneciente al distrito 43 de la región del Maule, se caracteriza por poseer una temperatura media de 16°C (octubre - marzo), con una media máxima de 27,9°C en el mes de enero y una media mínima (junio – agosto) de 7,8°C, siendo el mes de julio el más frío. La suma térmica (base 10°C) desde septiembre a febrero es de 986 grados-días y las horas de frío acumuladas suman un total de 1741 (base 7°C). Las precipitaciones se concentran en el invierno, acumulando 540 mm anuales (Ciren-Corfo, 1993)

El suelo se clasifica como un suelo clase II, perteneciente a la serie Molina y se encuentra ubicado en las riberas norte y sur del río Lontué. Presenta una topografía plana, ligeramente ondulada. Esta formada con gravas con limo y arcilla como matriz; color pardo rojizo, textura franca y en profundidad se encuentra arena gruesa con ripio, muy pedregoso por lo que tiene un óptimo drenaje. Las características físico hídricas de este suelo se detallan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Caracterización de las propiedades físico-hídricas del suelo. (1999/2000)

Profundidad	Textura			DA	Raíces	Retención de humedad	
	A	L	Ar	g/cm*3		CC %	PMP %
0-35 cm	35,2	21,65	43,15	1,28	abundantes	36	24
35-59 cm	53,2	21,65	25,15	1,4	medias	26	15
59 y más	63,2	21,65	15,15	1,49	escasas	21	11

A: Arenoso; L: Limoso; Ar: Arcilloso; D.A: densidad aparente; CC: capacidad de campo; PMP: punto de marchitez permanente.

3.2. Diseño experimental

El experimento se condujo con un diseño completamente al azar, en donde los tratamientos corresponden a cuatro niveles de reposición hídrica (riego), los que consisten en proporcionar agua a las plantas en un 150%, 100%, 50% y 0% de la evaporación de bandeja. Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones, obteniendo un total de 16 unidades experimentales, formadas por 5 plantas cada una. Esto se realizó en 2 hileras, dejando 8 unidades experimentales por cada una y se descartaron las primeras plantas de cada hilera por efecto borde. La reposición se realizó dos veces a la semana (martes y jueves) utilizando como referencia la evaporación de una bandeja clase A, calculando el tiempo de riego de la siguiente forma:

$$Tr = (EB * Kp * Kc * A) / (Q * EF)$$

donde: Tr = tiempo de riego, (horas); EB = evaporación de bandeja, (mm/día); Kp = coeficiente de bandeja, (0,8); Kc = coeficiente de cultivo, (0,3); A = área de la planta, (m²);

Q = caudal del gotero, (4 l/hr); EF = eficiencia del sistema, (90%).

3.3. Mediciones

3.3.1. Mosto

Al momento de cosecha se extrajo una muestra de mosto de cada repetición, que fueron sometidas a los siguientes análisis químicos:

Sólidos solubles: determinados mediante refractometría, utilizando un refractómetro no termocompensado ATAGO tipo N-le (0-32%) modelo 2111-W05.

Acidez total: determinada por titulación con Na OH 0,1N, usando como indicador fenoftaleína.

pH : determinación potenciométrica, determinada por alcalimetría usando un pH-metro (Bordeau y Scarpa, 1998).

La relación superficie/volumen fue obtenida midiendo el peso de los hollejos y de las pulpas de 10 bayas de cada repetición, es decir 40 bayas de cada tratamiento elegidas aleatoriamente, calculándose el cociente entre los respectivos pesos.

3.3.2. Vino

En el análisis final de los componentes del vino se determinó: el grado alcohólico, acidez total (titulación con NaOH N/10), polifenoles totales (DO 280nm), matiz (420/520nm), azúcar residual, pH y color como intensidad (DO 420+520+620 nm).

3.3.3. Microvinificación

Una vez cosechada la uva se procedió a separar las bayas del escobajo y a molerlas en una máquina despalilladora moledora, se aplicó al mosto 20 mg/L. de metabisulfito de potasio ($K_2S_2O_5$) y 0,2 g/L de levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*), y se dejó fermentar entre 25 y 28 °C, en envases de polietileno de 20 litros con barboteadores de agua, la temperatura se controló con un equipo regulador de temperatura Della Tofolla.

La fermentación se midió cada 8 horas, midiendo densidad y temperatura de los mostos. El control de la densidad se realizó hasta cuando está se mantuvo constante en 0,992-0,994 g/cc, o menos. Posterior a esto, se eliminaron los orujos y se trasegaron los mostos a envases de vidrio de 5 litros con barboteadores de agua, esperando que ocurriera la fermentación maloláctica (FML), manteniendo los envases en un ambiente a 25 °C. La finalización de la FML se verificó mediante cromatografías en papel, las que revelan que el ácido málico se ha transformado totalmente en ácido láctico. Una vez ocurrido este proceso se puede hablar de que el mosto se transformó en vino, el cual fue sulfitado para prevenir cualquier tipo de infección. Posteriormente los vinos fueron trasegados a botellas, eliminando las borras que presentaban y corrigiéndose el anhídrido sulfuroso libre. Finalmente se sellaron herméticamente las botellas, almacenándolas horizontalmente para realizar posteriormente los análisis físicos, químicos y sensoriales.

3.3.4. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial fue realizada por un panel de cinco catadores, considerando a cada uno de ellos como un bloque. Para la evaluación global del vino, se utilizó la ficha de catación propuesta por Ough y Winton (1976), en donde se evaluaron las siguientes variables: calidad global, color, olor (varietal e intensidad) y gusto (acidez, cuerpo y astringencia).

3.3.5. Análisis estadístico

Los resultados de los distintos tratamientos fueron sometidos a un análisis de varianza para lo cual se utilizó el programa estadístico Statgraphics plus para Windows v. 4.0 . En aquellas variables en que se detectó diferencia significativa se realizó una separación de medias a través del método de Duncan.

Los resultados de la evaluación sensorial se analizaron según el test no paramétrico de Kruskal-Wallis, con un nivel de confianza de 0,05.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los volúmenes de agua aplicados para cada tratamiento y tres periodos fenológicos son presentados en la Figura 1. En esta figura se pueden observar que los volúmenes totales aplicados durante el ciclo de crecimiento de la vid fueron de 1648, 1883, 2133, 2386 m³ /ha para T1 (0% EB), T2 (50% EB), T3(100% EB) y T4 (150% EB), respectivamente. Para el periodo entre la pinta y cosecha, los volúmenes de agua aplicados para los tratamientos T2, T3 y T4 fueron un 16%, 22,7% y 31% del caudal total, respectivamente. Sin embargo, Vega (2001), encontró que los niveles de humedad volumétrica del suelo en cada tratamiento fueron similares entre pinta y cosecha (Figura 2), excepto a partir de los 28 días después de pinta (DDP), donde el tratamiento T1 presentó los niveles de humedad más bajos.

Es importante mencionar que entre pinta y cosecha (14 y 28 DDP), se observó la presencia de precipitaciones (48 mm o 480 m³/ha), las que permitieron mantener los niveles de humedad similares de los tratamientos durante el ensayo, lo que impidió someter a una real situación de estrés hídrico a las plantas de menor reposición de agua, afectando el resultado de las mediciones.

4.1 Composición química del mosto

La respuesta de los cuatro niveles de reposición hídrica aplicados en post-pinta, sobre la composición química del mosto del cv. Cabernet Sauvignon, es presentado en el cuadro 2. En este cuadro se observa que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos para el pH, acidez total y sólidos solubles. Esto se debe a que los niveles de humedad, de los distintos tratamientos, se mantuvieron similares a través de todo el periodo post-pinta, a causa de las precipitaciones mencionadas, por lo que el proceso de maduración de la fruta fue similar en todas las unidades experimentales.

Estos resultados coinciden con Poni *et al.*, (1994), Ginestar (1998) y Villacura (2000), quienes no encontraron diferencias significativas para el pH, acidez total y sólidos solubles. Al igual que

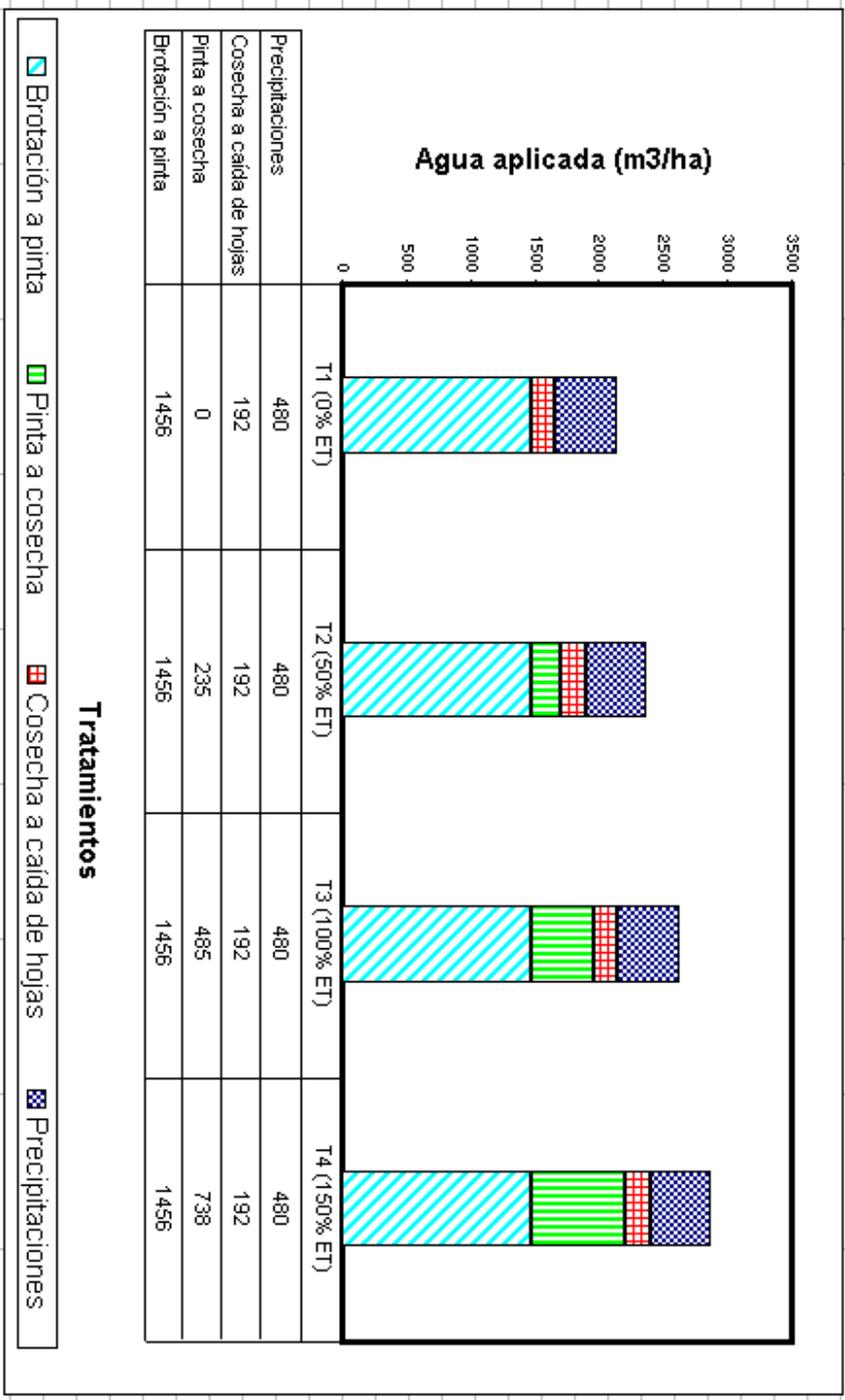


Figura 1. Volúmenes de agua aplicados para cada tratamiento y tres períodos fenológicos de la vid: (cv. Cabernet sauvignon, 1999/2000)

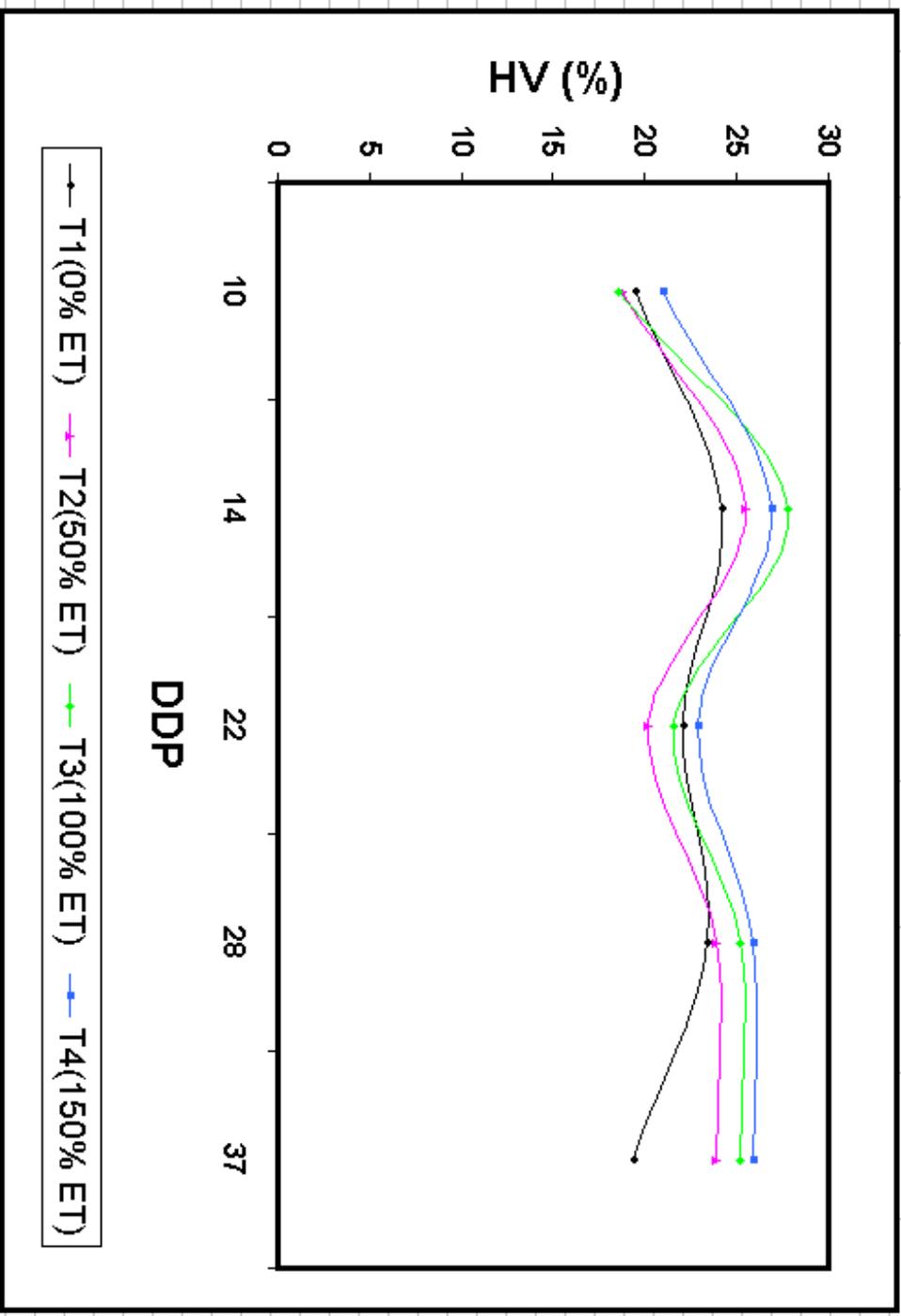


Figura 2. Evolución de la humedad volumétrica del suelo para cuatro tasas de riego, en función de los días después de pinta: (c.v Cabarnet sauvignon, 1999/2000)

ellos , otros autores no han encontrado diferencias significativas en el efecto de diferentes tasas de riego sobre el pH, más aún, afirman que el pH en general es poco sensible a los cambios de estatus hídrico como tal, ya que puede ser específico del lugar y del cultivar (Matthwes y Anderson, 1988; Reynolds y Naylor, 1994; Nadal y Arola, 1995; Sipiara y Gutiérrez, 1998 y Gurovich (1998).

4.2 Relación superficie/volumen

Como se puede observar en el cuadro 2, la relación superficie/volumen no se vio afectada por las distintas reposiciones hídricas (150%, 100%, 50% y 0% de EB), lo que refleja que no existió diferencia entre el tamaño de las bayas y su peso en los distintos tratamientos. Las precipitaciones, antes mencionadas, son la causa de mantener los niveles de humedad similares, por lo que la totalidad de las plantas tuvieron las mismas condiciones de disponibilidad de agua a través del periodo post-pinta, por lo tanto, la evolución del crecimiento de las bayas fue similar para las distintas tasas de riego. Con esto los tratamientos más restrictivos no experimentaron una real situación de estrés, no produciéndose un fenómeno de deshidratación de las bayas importante, pues la relación superficie/volumen no otorgó resultados significativos. Estos resultados concuerdan con los presentados por Matthews y Anderson (1989) y Poni *et al.*, (1993), quienes observaron que el diámetro de las bayas era determinado en gran manera en la primera fase de crecimiento, no encontrando diferencia significativa en post-pinta. Sin embargo, estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Villacura (2000); Puyó (1992) y Ginestar *et al.*, (1998), quienes encontraron que el tamaño de las bayas se reduce significativamente al disminuir las tasas de riego entre pinta y cosecha, lo que aumenta la relación superficie/volumen.

Cuadro 2. Efecto de cuatro niveles de reposición hídrica en post-pinta sobre la composición química del mosto y la relación superficie/volumen, en el cv Cabernet Sauvignon. Molina, Séptima región. Temporada 1999/2000.

Tratamiento	Sólidos solubles (°brix)	Acidez total (g/L H ₂ SO ₄)	PH	Superficie/Volumen
0% EB	24,53	3,9	3,55	0,572
50% EB	24,12	3,7	3,58	0,594
100% EB	24,22	3,9	3,58	0,576
150% EB	24,21	3,7	3,51	0,602
Significancia	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Duncan.

* significativo

n.s: no significativo

4.3 Composición química del vino

Los resultados de la aplicación de cuatro niveles de reposición hídrica en post-pinta, sobre la composición química del vino del cv. Cabernet Sauvignon, son presentados en el cuadro 3. En este cuadro es posible observar que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos para la acidez total, pH., azúcar residual, grado alcohólico (A°), matiz, color y polifenoles totales. Estos resultados se deben a que los niveles de humedad para las cuatro tasas de riego durante el periodo post-pinta no son significativamente diferentes, por lo que el desarrollo vegetativo en los distintos tratamientos es similar. A causa de esto, la densidad de follaje y exposición de los frutos en el proceso de maduración de la fruta no es diferente en las distintas unidades experimentales, con lo cual el vino se obtuvo de fruta con características químicas similares. Respecto al grado alcohólico (A°), se puede observar que no existen diferencias significativas, debido a que la proporción de este en el vino depende de la cantidad de azúcares, de la clase de levaduras,

temperatura de fermentación, aireación, acidez , sulfitado, etc. (Peynaud, 1989), variables que en el ensayo fueron similares entre los tratamientos. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Sotomayor y Lavín (1984), Cornejo (1991), Puyó (1992), quienes no obtuvieron resultados concluyentes con respecto a la acidez total de los vinos en relación a diferentes niveles de riego. Wildman *et al.*, (1976), no encontró diferencias de pH entre vides con y sin riego durante la temporada. Villacura (2000) no obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos hídricos para la acidez total, matiz, intensidad colorante, fenoles y azúcar residual, en tanto que si encontró diferencias en pH y grado alcohólico en donde los tratamientos con menor aporte hídrico presentaron los valores mas altos.

Cuadro 3. Efecto de cuatro niveles de reposición hídrica en post-pinta, sobre la composición química del vino en el cv Cabernet Sauvignon. Molina, Séptima región. Temporada 1999/2000.

Tratamiento	Acidez total (g/L H ₂ SO ₄)	Azúcar residual (g/L)	Alcohol (A°)	pH	Color DO (420+520+620)	Matiz DO (420/520)	Polifenoles totales DO (280)
0% EB	3,22	1,71	13,8	4,1	1,12	0,75	0,50
50% EB	3,13	1,8	13,6	4,1	1,07	0,8	0,49
100% EB	3,3	1,74	13,5	4,2	1,01	0,82	0,49
150% EB	3,25	1,71	13,8	4,1	1,09	0,79	0,53
Significancia	n.s	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Duncan.

* significativo

n.s.: no significativo

4.4 Evaluación sensorial de los vinos

El análisis organoléptico no entregó resultados estadísticamente diferentes para ninguna de las características analizadas en relación a los diferentes niveles de reposición hídrica efectuados post-pinta, como se puede observar en el cuadro 4. Estos resultados concuerdan con los análisis químicos, los cuales no demuestran diferencias significativas para los diferentes tratamientos, comprobándose que efectivamente no se observa un efecto significativo de las distintas tasas de riego sobre la calidad química de los mostos, vinos y la calidad gustativa de estos.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Villacura (2000), quien no registró diferencias en cuanto a color, olor y gusto, mientras que, si obtuvo diferencias para la calidad global del vino, donde la mejor calidad de vinos la presentaron vinos con los tratamientos de menor y mayor aporte hídrico, de acuerdo a estos resultados no es posible obtener conclusiones claras. Por otra parte, Lavín y Sotomayor (1984), no obtuvieron diferencias en calidad global el primer año del ensayo, no obstante, al segundo año la calidad de los vinos fue superior para el tratamiento de 0% de evapotranspiración real durante toda la temporada. Asimismo, Ferreira (1996), encontró que los mejores vinos se obtuvieron en el tratamiento 0% de la evapotranspiración real entre pinta y cosecha.

En general los vinos fueron percibidos por los enólogos de una calidad media, sin defectos de elaboración, buen color y aromas, y gusto aceptable.

Cuadro 4. Efecto de cuatro niveles de reposición hídrica en post-pinta, sobre las características organolépticas del vino en el cv Cabernet Sauvignon. Molina, Séptima región. Temporada 1999/2000.

Tratamiento	Calidad global	Color	Olor varietal	Olor intensidad	Gusto Acidez	Gusto cuerpo	Gusto astringencia
0% EB	4,7	3,2	2,9	3	1,8	1,6	1,9
50% EB	5,1	3,5	3,4	3,1	1,8	2	1,87
100% EB	4,8	3,5	3,4	3,1	2	1,9	1,8
150% EB	5,2	3,8	3,4	3,13	1,87	1,93	1,87
Significancia	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente $p(\leq 0,05)$, según el test no paramétrico de Kruskal-Wallis.

* significativo

n.s.: no significativo

5. CONCLUSIONES

Los cuatro niveles de reposición hídrica aplicados post-pinta, no influyeron sobre las características químicas del mosto y sobre la relación superficie/volumen de las bayas.

Las características químicas del vino como: acidez total, azúcar residual, pH, grado alcohólico (A°), matiz, color y polifenoles totales, no presentan diferencias significativas entre los diferentes tratamientos de riego.

Del mismo modo como las características químicas de los vinos no fueron afectadas por los distintos niveles de reposición hídrica, las características organolépticas del vino fueron percibidas por el panel de degustación como de calidad media, no encontrando diferencias significativas entre los tratamientos de riego.

El ensayo se vio afectado por precipitaciones presentadas entre los 14 y 28 DDP, las cuales no permitieron someter las plantas a distintos niveles de humedad volumétrica en el suelo, influyendo de forma importante en las mediciones realizadas.

Estos resultados nos permiten concluir que para las condiciones particulares de este ensayo no sería necesario la aplicación de agua de riego en el periodo post-pinta, lo que implicaría un importante ahorro de recursos.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Aceituno, R. 2000. Efecto de distintos niveles de reposición hídrica post-cuaja sobre distintas variables productivas y de calidad en mostos y vinos cv. Cabernet Sauvignon. Memoria Ing. Agr. Universidad de Talca. 43 pp.
2. Bordeau, E. y Scarpa, J. 1998. Análisis químico del vino. Ediciones Universidad Católica de Chile.
3. Bravdo, B., Hepner, Y., Loinger, C., Cohen, S. y Tabacman, H. 1985. Effect of irrigation and crop level on growth, yield and wine quality of Cabernet Sauvignon. Am. J.Enol. Vitic. 36 : 27-33.
4. Ciren-Corfo. 1993. Estudio agroecológico de la séptima Región del Maule. 57 pp.
- 5.
6. Cornejo, M.T. 1991. Calidad de mostos y vinos obtenidos de vides cv. Cabernet Sauvignon
7. sometidas a diferentes regímenes hídricos permanentes. Tesis Ing. Agr. U.C. 40 pp.
8. Costa, V. 1999. La vitivinicultura mundial y la situación chilena en 1999. En: Viñas y vinos Proyección 2000. Curicó 23 de septiembre de 1999.
9. Díaz, J., Ortega, S. y Gonzáles, P.1998. Caracterización de la VII R. Del Maule. Serie resultado de investigación documento de trabajo. 39pp.
10. Ferreyra, R. 1996. Cabernet Sauvignon: Manejo del riego y calidad del vino. Agroeconómico junio-julio de 1996. 20-23.
- 11.
12. Ferreyra, R. 1998. Un buen vino requiere un manejo adecuado del riego. Rev. Corporación chilena del vino nº 2: 4-5.
13. Freeman, B.M. 1983. Effects of irrigation and pruning of Shiraz grapevines on subsequent red wine pigments. Am. J. Enol. Vitic. 34 (1):23.
14. Freeman, B.M., Lee, T.H. and Turkington, C.R. 1979. Interaction of irrigation and pruning level on growth and yield of Shiraz vines. Am. J. Enol. Vitic. 30 : 218-223.
15. Ginestar, C., Eastham, J., Gray, S. e lland, P. 1998. Use of sap-flow sensor to schedule vineyard irrigation. I. Effects of post veraison water deficits on water relation, vine growth, and yield of Shiraz grapevines. Am. J. Enol. Vitic., 46 (4): 413-420.
16. Goodwin, I. and Macrae, I. 1990. Regulated deficit irrigation of Cabernet Sauvignon grapevines. Wine Industry Journal. 131-133.

17. Gurovich, L. 1998. Efecto del estrés hídrico en vid. Tópicos de actualización en Viticultura y Enología. Fundación Chile. 55-92.

18. Hardie, W.J. y Considine, J.A. 1976. Response of grapes to water-deficit stress in particular stages of development. Am. J. Enol. Vitic. 27 (2): 55-61.

19. Hepner, Y., Bravdo, B., Loinger, C., Cohen, S y Tabacman, H. 1985. Effect of drip irrigation shedules on growth, yield, must composition and wine quality of Cabernet Sauvignon. Am. J. Enol. Vitic. 36 (1): 77-85.

20. Kliewer, W. M., Freeman, B. M. and Hossom, C. 1983. Effect of irrigation, crop level and potassium fertilization on Carignane vines. I. Degree of water stress and effect on growth and yield. Am. J. Enol. Vitic. 34 (3): 186.

21. Lavín, A. Riego por goteo sobre dos tipos de viñedos cv. País, en el secano interior de Cauquenes. V. Efectos sobre los niveles de carbohidratos solubles. Agricultura técnica. 46 (1): 69-71.

22. Lavín, A. Y Sotomayor, J.P. 1984. Riego por goteo sobre dos tipos de viñedos cv. País, en el secano interior de Cauquenes. I. Efectos sobre producción y crecimiento de las plantas. Agricultura técnica 44 (1): 15-20. Enero-Marzo.

23. Matthews, M.A. y Anderson, M.M. 1988. Fruit ripening in grape (*Vitis vinifera*) : Responses to a seasonal water deficits. Am. J. Enol. Vitic. 39 (4): 313-320.

24. Matthews, M.A. y Anderson, M.M. 1989. Reproductive development in greapevines (*Vitis vinifera* L): response to seasonal water deficit. Am. J. Enol. Vitic. 40 (1): 52.

25. McCarthy, M.G. 1997. The effect of trasient water deficit on berry development of cv. Shiraz. Austral. J. Grape Wine Res. 3: 102-108.

26. Moggia, C. 1996. Diseño y análisis de experimentos. Apuntes. Escuela de Agronomía. Universidad de Talca. 85 pp.

27. Ough, L.S. y Wington W.A.. 1976. An evaluation of the Davis Wine-score card and individual expert panel members. Am. J. Enol. Vitic. 27 (3):136-144.

28. Patakas, A. And Noitsakys, B. 1997. Cell wall elasticity as a mechanism to maintain favorable water relations during leaf ontogeny in grapevines . Am. J. Enol. Vitic. 48 (3):352-356.

29. Peynaud, E. 1989. Enología práctica. Conocimientos y elaboración del vino. Ediciones Mundi-Prensa. 397pp.

30. Poni, S. Lakso, A. And Melious, R. 1993. The effects of pre and post- veraison water on growth and physiology of potted Pinot Noir grapevines at varying crop levels. Vitis 32: 207-214.

31. Puyó, M. 1992. Influencia de diferentes regímenes de riego sobre el desarrollo vegetativo, maduración y calidad del vino cv. Cabernet Sauvignon. Tesis Ing. Agr. U. C. 100 pp.
32. Smart, R.E. y Coombe, B.G. 1983. Water relations of grapevines. En: Water deficits and plant growth . Vol 7. Additional Woody Crop plants. T.T. Kozlowski (Ed.): 137-196.
33. Sipiora, M., and Gutierrez, m. 1998. Effect of pre-veraison irrigation cutoff and skin contact time on the composition, color and phenolic content of young Cabernet Sauvignon wines in Spain. Am. J. Enol. Vitic. 49 (2):152-161.
34. Sotomayor, J. P. y Lavín, A. 1984. Riego por goteo sobre dos tipos de viñedos cv. País, en el secano interior de Cauquenes. II. Efectos sobre las características del vino. Agricultura técnica. 44 (1): 21-25.
35. Vega, P. 2001. Efecto de cuatro niveles de reposición hídrica post-pinta, sobre las variables fisiológicas, componentes del rendimiento, crecimiento y en la calidad de las bayas en *Vitis vinífera* cv. Cabernet Sauvignon. Memoria Ing. Agr. Universidad de Talca. 33pp.
36. Villacura, A. 2000. Efecto de tres tasas de riego post-pinta sobre el desarrollo vegetativo, productividad y calidad de mostos y vinos en vides cv. Cabernet Sauvignon. Memoria Ing. Agr. Universidad de Talca. 34pp.
37. Wildman, W. E., Neja, R. A. y Kasimatis, A.N. 1976. Improving grape yield and quality with depthcontrolled irrigation. Am. J. Enol. Vitic. 27 (4):168.

7 ANEXOS

Anexo 1.

DISEÑO DE ENSAYO DE RIEGO DEFICITARIO EN VID POST - PINTA

