

MAGISTER SCIENTIAE EN VITICULTURA Y ENOLOGÍA

CICLO 2002 - 2003

Tesis de Maestría

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE CONTROL
DE RENDIMIENTO EN VITIS VINÍFERA CV. SYRAH.**

Ing. Agr. Gustavo Luis Matocq

Director: Dr. Ing. Agr. Hernán Ojeda

Codirector: MSc. Ing. Agr. Carlos Catania

San Juan, Argentina. 2004

Resumen

Un factor de gran incidencia en la calidad de las uvas y vinos es el rendimiento cuyo control es un aspecto fundamental a tener en cuenta para la obtención de cosechas de calidad. El objetivo de este trabajo fue estudiar diferentes métodos de manejo de cultivo orientados a controlar el rendimiento del viñedo, modificando sus distintos componentes, con la finalidad de aumentar la calidad enológica de los vinos y evaluar la compatibilidad de los métodos ensayados con el uso comercial del viñedo y la sostenibilidad en el tiempo.

El ensayo se llevó a cabo en el departamento de Pocito, provincia de San Juan, en un viñedo comercial de la variedad Syrah, durante la temporada 2002-2003. Sobre la base del manejo del viñedo realizado por la empresa, considerado como testigo (T), caracterizado principalmente por la aplicación de una restricción hídrica de intensidad moderada desde enero hasta cosecha, se aplicaron distintos métodos para disminuir el rendimiento un 30% en relación a T a partir de la modificación de diferentes componentes: *restricción hídrica moderada* ($-4 \text{ bares} \geq \psi_b \geq -6 \text{ bares}$) a *partir del cuaje* (S) con el objetivo de disminuir el tamaño de la baya; *raleo de racimos* (R) para reducir el número de racimos por brote y *raleo de brotes* (D) para el control del número de brotes por planta.

El manejo del riego se realizó sobre la base de la determinación de la lámina de agua a aplicar a partir del cálculo del consumo hídrico del viñedo (Etc por el método del tanque tipo "A") controlada por el método de la cámara de presión en base a de la determinación del potencial hídrico foliar de base (ψ_b) (en pre-amanecer).

La restricción hídrica precoz y moderada (S) influyó negativamente en el aspecto vegetativo a nivel de crecimiento de brotes (longitud y número de nudos), superficie foliar expuesta (SFE), densidad de la canopia, peso medio de sarmiento y crecimiento del tronco. El rendimiento (11 Mg/ha) fue menor en 13,9% respecto de T debido únicamente a la reducción del peso de la baya. Esta disminución fue menor a la esperada debido a la ocurrencia de una fuerte deshidratación que sufrieron las bayas al final del período de maduración que redujo drásticamente las diferencias de peso y diámetro de las bayas entre los tratamientos. El vino de S presentó similitudes respecto del proveniente de T pero diferenciándose favorablemente por matices violáceos notorios y una sensación de calor superior. En las condiciones en las que se desarrolló el trabajo, el fuerte impacto de S sobre el crecimiento vegetativo de las plantas tendría consecuencias perjudiciales para la sostenibilidad del viñedo, condición requerida para cumplir con los objetivos establecidos.

El raleo de racimos (R) produjo el menor rendimiento del ensayo (7,5 Mg/ha) con una reducción de 41,3% respecto de T. El crecimiento vegetativo aumentó levemente aunque de manera no significativa. Sin embargo subió la relación SFE/rendimiento y consecuentemente la concentración de azúcares del mosto. El análisis sensorial del vino mostró diferencias evidentes con los demás tratamientos pero principalmente con T, debido a una coloración e intensidad aromática superiores y mayor sensación de calor, astringencia, concentración y persistencia aromática en boca. Será necesario considerar si el beneficio cualitativo obtenido en el vino justifica el costo de la mano de obra necesaria para llevar a cabo esta labor.

En el tratamiento de desbrote (D), la reducción del rendimiento (9,2 Mg/ha) alcanzó el 28,8% respecto T. Disminuyó fuertemente la densidad de la canopia, aumentando el porcentaje de claros y disminuyendo el número de capas de hojas y el porcentaje de hojas y racimos interiores. El vino, superior a T, presentó similitudes con R diferenciándose de éste principalmente por una menor persistencia aromática en boca. El alto grado de exposición de los racimos (más del 70 %) podría ser un problema en una zona extremadamente cálida y con alta insolación como Pocito, San Juan.

Globalmente, los resultados del ensayo, correspondientes a un sólo año de estudio, mostraron que la calidad sensorial de los vinos estuvo inversamente relacionada al rendimiento, independientemente del componente modificado por cada tratamiento. Por lo tanto, la decisión en relación a la técnica de control de rendimiento a utilizar deberá basarse en los problemas de manejo y a la evaluación económica inherente a cada metodología estudiada.

Résumé

Un des éléments majeurs pour la maîtrise de la qualité des raisins et des vins est le rendement. Dont le contrôle est un des aspects fondamentaux à tenir en compte pour obtenir des récoltes de qualité. L'objectif de ce travail a été d'étudier l'influence de différentes méthodes destinées à contrôler le rendement de la vigne, en modifiant ses divers composants, ayant comme but l'augmentation de la qualité œnologique des vins et d'évaluer la compatibilité de ces méthodes dans la situation d'une exploitation commerciale.

L'essai a été réalisé dans le Département Pocito, Province de San Juan, dans un vignoble commercial du cépage Syrah, pendant la saison 2002-2003. Sur la base de la stratégie de conduite du vignoble réalisée par l'entreprise, considérée comme témoin (T) et caractérisée surtout pour l'application d'une contrainte hydrique modérée dès la véraison jusqu'à la récolte, de diverses méthodes ont été appliquées pour diminuer le rendement de 30% par rapport à T, à partir de la modification des différents composants : *restriction hydrique modérée* ($-4 \text{ bars} \geq \psi_b \geq -6 \text{ bars}$) à partir de la nouaison (S), ayant comme objectif de diminuer la taille de la baie; *l'éclaircissage des grappes (R)*, pour réduire le nombre de grappes par rameau et *l'épamprage (D)*, pour contrôler le nombre de pousses par plante.

Le contrôle de l'irrigation a été réalisé à l'aide de la détermination de la lame d'eau à appliquer, à partir du calcul de la consommation hydrique du vignoble (Etc par por el método del tanque tipo "A"), contrôlée par la méthode de la chambre de pression à partir de la détermination du potentiel hydrique foliaire de base (ψ_b).

La restriction hydrique précoce et modérée (S) a agi négativement sur l'aspect végétatif au niveau de la croissance des rameaux (longueur et nombre de nœuds), la surface foliaire exposée (SFE), la densité de la canopée, le poids moyen du sarment et la croissance du tronc. Le rendement (11 Mg/ha) a été inférieur de 13,9% par rapport à T, à cause de la réduction du poids de la baie. Cette diminution a été inférieure à la prévision car la forte déshydratation des baies à la fin de la période de maturation a réduit de manière sévère les différences de poids et de diamètre des baies entre les traitements. Le vin de S a présenté des similitudes avec celui de T mais avec une différence favorable à cause de ses nuances violacées remarquables et une sensation plus marquée de la chaleur. Dans les conditions où le travail a été développé, la forte influence de S sur la croissance végétative des plantes devrait avoir des conséquences nuisibles pour la préservation du vignoble.

L'éclaircissage des raisins (R) a produit le rendement le plus bas de l'essai (7,5 Mg/ha) avec une réduction de 41,3% quant à T. La croissance végétative a augmenté légèrement, mais de manière non significative. Cependant, le rapport SFE/rendement a augmenté, et par conséquent la concentration de sucres du moût. L'analyse sensorielle du vin a montré des différences évidentes par rapport aux autres traitements, mais principalement avec T, par une intensité aromatique supérieure et une plus grande sensation de chaleur, d'astringence, de concentration et de persistance aromatique dans la bouche. Il faudra considérer si les avantages qualitatifs obtenus dans le vin justifient le coût de la main d'œuvre nécessaire pour accomplir cette tâche.

Dans le traitement de *épamprage (D)*, la réduction du rendement (9,2 Mg/ha) a atteint le 28,8% quant à T. La densité de la canopée a diminué fortement, le pourcentage des trous dans le feuillage a augmenté et le nombre de couches de feuilles et grappes intérieures a diminué. Le vin, supérieur à celui de T, a montré des similitudes avec celui de R, mais la différence par rapport à ce dernier a été surtout la plus petite persistance aromatique dans la bouche. L'exposition plus élevée des grappes (plus du 70 %) pourrait être un problème dans une région extrêmement chaude et avec une grande insolation comme celle de Pocito, San Juan.

De manière globale, les résultats de l'essai correspondants à une année d'études, ont montré que la qualité sensorielle des vins a été attachée de manière inverse au rendement, indépendamment du composant modifié pour chaque traitement. Par conséquent, la décision par rapport à la technique de contrôle de rendement à utiliser devra s'appuyer sur les aspects

relatifs aux problèmes de mise en place de la technique et sur l'évaluation économique concernant chaque méthodologie étudiée.

Índice de Contenidos

1. Introducción.....	9
1.1 Situación del sector vitivinícola.....	9
1.2 Caracterización mesoclimática de San Juan.....	9
1.3 Características del cv. Syrah.....	10
1.4 Calidad.....	10
1.4.1 Definición.....	10
1.4.2 Factores que influyen sobre la calidad	11
1.5 Rendimiento.....	13
1.5.1 Elementos que modifican el rendimiento.....	13
1.5.1.1 Cepajes.....	14
1.5.1.2 Clones	14
1.5.1.3 Portainjertos.....	14
1.5.1.4 Conducción del viñedo.....	14
1.5.2 Componentes del rendimiento.....	15
1.5.2.1 Riqueza de poda o número de yemas por hectárea.....	15
1.5.2.2 Porcentaje de brotación.....	15
1.5.2.3 Fertilidad de las yemas.....	15
1.5.2.4 Tasa de cuaje.....	15
1.5.2.5 Número de brotes por planta.....	15
1.5.2.6 Número de racimos por brote.....	17
1.5.2.7 Peso de bayas.....	17
1.6. Estado hídrico del viñedo.....	18
1.6.2 Evaluación del estado hídrico de las plantas.....	18
1.6.2.1 Cámara de presión.....	18
1.6.3. El estado hídrico y la respuesta de la vid.....	21
1.6.3.1. Estado hídrico y crecimiento vegetativo.....	21
1.6.3.2. Estado hídrico y crecimiento de la baya.....	23
1.6.3.3. Estado hídrico y composición de la baya.....	25

2. Hipótesis y Objetivos.....	29
2.1 Hipótesis.....	29
2.1.1 Hipótesis General.....	29
2.1.2 Hipótesis Específicas.....	29
2.2 Objetivos.....	30
2.2.1 Objetivo General.....	30
2.2.2 Objetivos Específicos.....	30
3. Materiales y Métodos.....	31
3.1 Lugar de la experimentación.....	31
3.1.1 Ubicación de la parcela.....	31
3.1.2 Clima.....	32
3.1.3 Suelo.....	32
3.1.4 Riego.....	32
3.1.4.1 Equipo.....	32
3.1.4.2 Esquema de riego.....	33
3.1.4.3 Manejo del riego.....	33
3.2 Variedad utilizada.....	35
3.3 Marco de plantación y sistema de conducción.....	35
3.4 Manejo del cultivo.....	35
3.4.1 Riego.....	35
3.4.2 Poda.....	35
3.4.3 Control de malezas.....	36
3.4.4 Tratamientos fitosanitarios.....	36
3.5 Tratamientos de control de rendimiento ensayados.....	36
3.6 Diseño e instalación del ensayo.....	37
3.6.1 Elección del cuartel y selección de las parcelas.....	37
3.6.2 Diseño estadístico.....	37
3.7 Mediciones y determinaciones.....	38
3.7.1 Estado hídrico de las plantas.....	38

3.7.2	Longitud de brotes.....	39
3.7.3	Densidad de la canopia.....	39
3.7.4	Superficie foliar expuesta.....	39
3.7.5	Expresión vegetativa y vigor.....	39
3.7.6	Determinaciones en bayas.....	39
3.7.6.1	Muestreo.....	39
3.7.6.2	Preparación y análisis de las muestras de bayas.....	39
3.7.6.3	Extracción y determinación de compuestos fenólicos.....	40
3.7.6.3.1	Extracción.....	40
3.7.6.3.2	Determinación.....	40
3.7.6.3.2.1	Polifenoles totales.....	40
3.7.6.3.2.2	Catequinas.....	40
3.7.6.3.2.3	Proantocianidinas.....	41
3.7.6.3.2.4	Antocianos totales.....	41
3.7.6.3.2.5	Intensidad colorante y del matiz.....	41
3.7.6.3.2.6	Determinación de flavonoles en vino por espectrofotometría UV-Vis.....	41
3.7.6.3.2.7	Componentes del color rojo.....	42
3.8	Cosecha.....	43
3.9	Vinificaciones.....	43
3.10	Análisis sensorial.....	44
3.11	Análisis Estadísticos.....	44
4.	Resultados.....	45
4.1	Condiciones ambientales.....	45
4.2	Fenología.....	45
4.3	Manejo del riego y control del estado hídrico de la parcela.....	46
4.4	Evolución del estado hídrico de las plantas.....	49
4.5	Crecimiento vegetativo.....	51
4.5.1	Longitud de brotes.....	51
4.5.2	Densidad de la canopia.....	53

4.5.3	Superficie foliar expuesta potencial.....	54
4.5.4	Peso de poda.....	54
4.5.5	Diámetros medios del tronco.....	55
4.6	Crecimiento de la baya.....	55
4.7	Composición de la baya.....	58
4.7.1	Contenido de azúcares.....	58
4.7.2	Evolución del pH.....	58
4.7.3	Compuestos fenólicos.....	59
4.8	Componentes del rendimiento.....	61
4.9	Equilibrio vegetativo/productivo.....	61
4.10	Análisis de mostos y vinos.....	62
4.10.1	Análisis Sensorial.....	63
5.	Discusión.....	65
6.	Conclusiones.....	69
7.	Consideraciones	70
8.	Anexos.....	71
9.	Bibliografía.....	92
10.	Agradecimientos.....	99

1 - INTRODUCCION

1.1 Situación del sector vitivinícola

En las provincias de Mendoza y San Juan la principal actividad agropecuaria es la viticultura constituyendo a nivel nacional la mayor superficie cultivada con vides, que complementan las provincias de La Rioja, Catamarca, Río Negro, Salta y recientemente Neuquén. Según datos del INV del año 2001 en la Argentina había 201.113 ha, Mendoza aportaba 141.080 ha, San Juan 45.285 ha y La Rioja 7.550 ha.

En el año 2001 del total de la superficie implantada con vid, según datos del INV, 188.398 ha se destinaron a la elaboración de vinos y mostos, 8.754 ha correspondieron a uva de mesa y 3.484 ha destinada a la producción de pasas.

Durante la década del '90, a nivel nacional, la superficie cultivada disminuyó el 4,4 % al tiempo que se produjeron modificaciones en la composición varietal. Se observó una reducción en la superficie de cepajes de menor calidad enológica, siendo los casos más notorios la Cereza y Criolla erradicándose, en conjunto, 23.000 ha. Un comportamiento similar presentaron, aunque con reducciones de menor cuantía, Pedro Jiménez con 5.500 ha, Moscatel Rosado con 4.800 ha y 4.600 ha para Moscatel de Alejandría (INTA EEA San Juan, 2002). Acompañadas por un aumento de cepajes finos de vinificar como Cabernet Sauvignon que paso de 2.347 ha a 12.916 ha, Syrah de 686 ha a 8.340 ha, Merlot de 1.160 ha a 5.878 ha, Malbec de 10.457 ha a 16.346 ha y Bonarda alcanzó a 14.989 ha. Los cepajes blancos finos más difundidos son Chardonnay con 4.685 ha y Chenin con 3.573 ha.

En la provincia de San Juan, según datos del INV del año 2001, había 45.285 ha con vid cuya composición varietal se modificó siguiendo la tendencia nacional de la última década. Se redujo la superficie de Cereza en 5.000 ha, Moscatel de Alejandría en 4.000 ha, Criolla en más de 2.000 ha, Torrontés Sanjuanino y Pedro Jiménez en 2.000 ha. Aumentando los cepajes finos hasta alcanzar 1.541 ha con Cabernet Sauvignon, 1.497 ha con Bonarda y 1.091 ha con Malbec. En San Juan el cambio en el encepado es liderado por Syrah que con 2.254 ha, es dentro del segmento de los cepajes cualitativos, el más difundido y representa el 28% de la superficie cultivada con esta variedad en la Argentina. Por su parte las variedades blancas más cultivadas son Chardonnay y Chenin con 669 ha y 413 ha respectivamente.

A nivel nacional, según datos INV, el volumen elaborado disminuyó, el despacho de vinos se redujo en un 40 % pasando de 20.664.486 HL en 1980 a 12.491.263 HL en 2000. Pese a ello la participación de vinos finos se incrementó llegando 3.360.150 HL, el 26,9%, mientras que se redujo la de vinos de mesa a 8.481.567 HL constituyendo el 67,9%. En San Juan de los 3.266.148 HL elaborados en el 2000 2.725.058 HL correspondieron a vinos de mesa lo que representó el 83 % y 529.730 HL es decir el 16 % a vinos finos.

Entre 1.979 y 1.994 los volúmenes exportados estuvieron por debajo de los 500.000 HL. En 1.995 se produjo una exportación record con 1.970.360 HL, correspondiendo el 93,4 % a vinos de mesa, en los años posteriores los volúmenes exportados disminuyeron. A pesar de esta reducción y a partir de 1.995 el valor FOB de las exportaciones siguió en ascenso debido a una mayor participación de los vinos finos en las ventas. En 1.998 los volúmenes de vinos de mesa y finos fueron similares pero ya en 2002 el 59% correspondió a vinos finos, el 39% a vinos de mesa y el 2,3 % a vinos espumantes (INTA EEA San Juan, 2002).

La década pasada se caracterizó por una reducción en la superficie cultivada, en la elaboración de vinos, por un incremento en la participación de la superficie cultivada con cepajes cualitativos y en la elaboración de vinos finos. Esto fue acompañado por una mayor participación de este tipo de vinos en las exportaciones.

1.2 Caracterización mesoclimática de San Juan

La zona vitícola tradicional presenta un clima cálido (corresponde a la zona 5 de Winkler, Winkler *et al.*, 1974) sin embargo existen diferencias importantes a nivel mesoclimático. La

provincia es cruzada en sentido norte-sur por tres cadenas de montañas, al oeste la Cordillera de Los Andes, a continuación la precordillera y finalmente las sierras subandinas. Entre ellas se forman valles con características variables, que dan origen a distintos oasis.

Basado en la integral térmica de 13 °C, en la temperatura mínima del mes anterior a la cosecha y empleando como variedad testigo al Cabernet Sauvignon, el territorio provincial sanjuanino se ha dividido en seis zonas: la zona 1 es muy fría y no apta para el cultivo de la vid; la 2 es apta para variedades de ciclo corto o intermedio como Malbec, Pinot Noir y Syrah; las cuatro zonas restantes se dividen en base a las temperaturas mínimas del mes previo a cosecha y tienen aptitudes para variedades de ciclo largo y para uva de mesa de primicia (Cañadas *et al.*, 1999). Trabajos posteriores avanzaron hacia las relaciones entre los terruños¹ y sus vinos. Combinado la zonificación mesoclimática con estudios de suelo, se encontraron una amplia gama de terruños, se estudió el comportamiento de la variedad Syrah relacionándolo con los vinos obtenidos (Grassin *et al.* 2000). De esta manera se demostró la potencialidad de la provincia para el cultivo de cepajes altamente cualitativos.

1.3 Características del cv. Syrah

El origen del Syrah no está bien determinado, algunos autores consideran a Schiraz en Faristan Persia y lo llaman Schiras, mientras que otros a Siracusa en Sicilia denominándolo Syrac; posteriormente se difundió en el Valle del Rhône (Francia), extendiéndose luego al sur del país como cepaje mejorador (Matus, M y Rodríguez, J. 1998). Otra línea de investigación lo considera originario de Francia, de Cotês du Rhône septentrional o de Dauphiné (Nota: Le Progrés Agricole et Viticole, 2003, N°5).

Ampelograficamente la planta se caracteriza por presentar un brote algodonoso, blanquecino, con las hojuelas verde blanquecinas y un tallo con entrenudos largos de color verde. La hoja adulta es pentalobada, con seno peciolar en "U", orbicular con un aspecto particular debido al pliegue de los lóbulos laterales inferiores hacia arriba pero con el lóbulo principal manteniéndose plano. El indumento en la cara inferior es abundante en forma de telaraña agrupado en matas especialmente en los lóbulos laterales. El racimo es cónico cilíndrico, compacto de bayas elípticas (Matus, M. y Rodríguez, J., 1998)

Está bien adaptado a climas mediterráneos y a numerosos tipos de suelos. Es sensible al estrés hídrico y necesita una adecuada disponibilidad de agua. Presenta una gran variabilidad en las características de sus vinos en función del suelo, microclima (terruño), del sistema de conducción, de la maduración de las uvas y del tipo de vinificación. Por su riqueza aromática y su potencial alcohólico, que se exalta en lugares soleados, permite la obtención de vinos de variadas características, adaptados a distintos segmentos de la demanda (Nota: Le Progrés Agricole et Viticole, 2003, N°5).

1.4 Calidad

1.4.1. Definición

Definir lo que se entiende por calidad no es una tarea sencilla; las acepciones que le pueden caer a este término son tan amplias y variadas como los objetivos que se persiguen en cada situación en particular. Una definición de calidad potencial de las uvas para vinificar está dada por todos los componentes de la baya que pueden ser extraídos durante el proceso de vinificación y que son responsables de la calidad y tipicidad de cada vino (Delas *et al.* citado por Eynard and Gay, 1993).

¹ Terruño: Pequeña región que presenta una combinación determinada en sus características edáficas y climáticas que otorgan a las vides que allí se cultivan y por su puesto a sus uvas su impronta, que la diferencian de las producidas en otros lugares. A la vez estas particularidades influyen y se expresan sobre las características de sus vinos.

El análisis sensorial de vinos es una herramienta esencial con que se cuenta para evaluar la calidad buscada. La normalización de este procedimiento y los métodos rigurosos que se emplean le dan una base científica, a la vez que proporciona certidumbre a los resultados obtenidos (Martin et Revel, 1999). Por otra parte los análisis químicos de los vinos pueden proporcionar otro tipo de información, que es válida en la medida que la misma esté estrechamente vinculada a las evaluaciones sensoriales como es el caso de los azúcares, la acidez, ciertos compuestos fenólicos y precursores de aromas.

1.4.2. Factores que influyen sobre la calidad

La calidad de la uva depende de la fisiología de la planta y ésta, a su vez, es determinada por numerosos factores tales como el ambiente, el genotipo y las técnicas de manejo, los cuales interaccionan mutuamente y sus cambios afectan la calidad. Pequeñas modificaciones en las prácticas agronómicas pueden dar como resultado diferentes productos. Las uvas y vinos más valiosos son el resultado de acciones armónicas sobre la fisiología de la planta (Eynard and Gay, 1993).

Uno de los aspectos que más influyen sobre la calidad de uvas y vinos, quizás el más importante, es el ambiente donde se encuentra el viñedo y por ello un concepto a tener muy presente es el de terruño. Su caracterización es un proceso largo que comprende desde estudios del clima y suelo de una pequeña región, sus interacciones, pasando por el comportamiento de los cepajes hasta llegar al análisis sensorial de los vinos resultantes.

Las interacciones entre el clima de una pequeña región, -escala mesoclimática- y las características del suelo determinan la unidad de terruño de base (UTB), que si bien no es un terruño en sí, es la base para su estudio. Cuando a esta unidad se le incorporan los cepajes, las tecnologías vitícolas como la densidad de plantación, el sistema de conducción y las prácticas de manejo del viñedo y se combinan con los aspectos enológicos que determinan las condiciones del proceso de elaboración, se define la unidad de terruño vitícola (UTV) (Carbonneau, 2002; a). Este conjunto de elementos determina particularidades en las uvas y sus vinos. A pesar que los vinos de terruño poseen la base de los cepajes que lo componen, sobresalen en sus características organolépticas los rasgos distintivos del terruño, que lo diferencian de otros vinos elaborados con las mismas variedades pero en un ambiente diferente. En contraposición se encuentran los vinos varietales donde predominan las características sensoriales propias de la variedad (por ejemplo Cabernet Sauvignon), por encima de las del lugar donde se elaboró, es decir que conservan y expresan su tipicidad varietal. Por ello el cepaje, junto al ambiente tienen fundamental importancia en la calidad futura tanto de la uva como del vino, por lo tanto la elección de la mejor combinación cepaje-ambiente que permita a la vid cumplir con su ciclo y expresar sus potencialidades ocupa un lugar central al momento de definir la plantación.

Otro factor de gran incidencia en la calidad de las uvas y vinos es el rendimiento. Para cada viñedo y situación particular existe una función rendimiento-calidad (Ojeda, 2002) con un valor máximo del parámetro que se estudia como por ejemplo concentración de azúcar, nivel de polifenoles, etc., que se corresponde con un rendimiento óptimo (Figura 1). A lo largo de una misma curva, si nos alejamos de ese rendimiento ya sea incrementándolo o disminuyéndolo, la calidad, en términos del parámetro analizado, se reduce. En un viñedo establecido, a pesar de las limitaciones para producir modificaciones podemos desplazar la curva a una nueva situación, sin cambios en el rendimiento pero con una mejora significativa en la calidad. Esto se puede conseguir por ejemplo con la aplicación de una restricción hídrica al viñedo. Tal situación está representada por el paso de la curva 1 a la 2. Un incremento de los rendimientos y de la calidad se puede producir con el cambio del sistema de conducción, que se observa con el paso de la curva 1 a la 3. Por lo tanto los factores que tienen influencia en la calidad son variados, con diferente grado de incidencia y posibilidades de modificaciones según se consideren antes o después de implantar el viñedo. Son numerosos los ejemplos donde la relación entre el rendimiento de las vides y la calidad del vino obtenido ha sido demostrada. Del mismo modo y como ha sido mencionado precedentemente, un menor rendimiento no implica necesariamente una mejor calidad, esto no constituye un hecho menor y

debe ser tenido en cuenta al momento de definir alternativas de control de rendimiento vinculadas con la calidad.

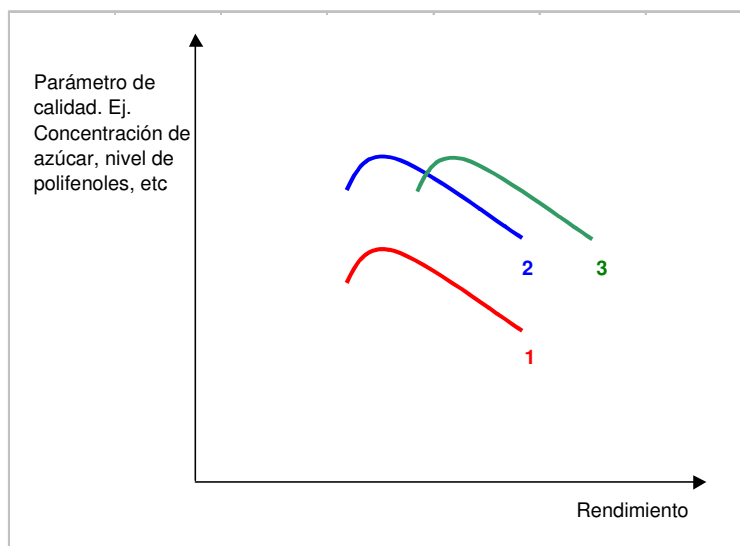


Figura 1: Relación entre el rendimiento y la calidad en función al parámetro en estudio (según Ojeda, 2002).

Ahlgren *et al.* (2002), estudiaron el efecto del rendimiento sobre la calidad sensorial del vino en Cabernet Sauvignon. Emplearon distintos niveles de riego, combinaciones de poda y raleo de racimos logrando rendimientos desde 6,7 Mg/ha hasta 24,7 Mg/ha. Los vinos provenientes de parcelas con menores rendimientos tuvieron más aromas a pimienta blanca, astringencia y sabores amargos con un mayor grado alcohólico. Por su parte los vinos resultantes de situaciones con mayores rendimientos presentaron mayor riqueza en frutos rojos y negros, aromas a cereza, más fruta en boca y carácter ácido. La concentración de taninos fue significativamente mayor en los vinos provenientes de parcelas con bajos rendimientos, coincidentes con mayor astringencia y gusto amargo. Como resultado de esto concluyeron que, en las condiciones ensayadas, tanto el riego como el rendimiento afectaron las características sensoriales de los vinos de Cabernet Sauvignon.

El raleo de racimos en la variedad Chardonnay Musque, modificó los componentes de rendimiento, la composición de las bayas y del vino. El raleo se llevó a cabo en cinco estados fenológicos: cuaje, inicio de la fase I de crecimiento del fruto, finales de la fase I, estado "estacionario" (fase 2 de crecimiento de fruto) y envero, comparándose con un control sin raleo. El número de racimos y el rendimiento por planta fue reducido en todos los tratamientos. El raleo en cuaje redujo el rendimiento, respecto del control en un 10 %, mientras que para el resto de los tratamientos la caída fue en promedio del 30 %. No hubo diferencias entre el control y los tratamientos en cuanto al peso y diámetro de la baya. El control presentó una menor graduación en Brix y mayor pH que cualquiera de los tratamientos de raleo, quienes evidenciaron una mayor acidez titulable. Respecto de los terpenos volátiles libres en baya, el raleo en la fase "estacionaria" presentó un valor menor que el resto de los tratamientos, comparable al observado en el control. Una mayor respuesta al raleo mostraron los terpenos potencialmente volátiles, las bayas de los tratamientos a inicios de la fase I y envero tuvieron valores más altos que el control, mientras que las bayas provenientes del raleo en fase "estacionaria" tuvieron los menores valores (Schlosser and Reynolds, 2002)

Un estudio para evaluar el efecto del rendimiento sobre la calidad de vinos, controlado a través del raleo de racimos, fue llevado a cabo en California, Sterling Vineyard, Calistoga. El trabajo se realizó sobre dos selecciones de Pinot Noir, una de racimos largos (Gamay) y otra de racimos cortos con 0,5 y 1,0 racimos por brote y un control sin raleo. En general, el vino

proveniente de las vides seleccionada por sus racimos largos no mejoró su calidad con el raleo, mientras que si lo hicieron los vinos elaborados de las plantas con racimos cortos. El vino correspondiente al tratamiento de un racimo por brote, que produjo un rendimiento de 10 Mg/ha, fue el preferido en todos los casos.

Cuanto menor fue el raleo y más altos los rendimientos, el nivel de antocianos y el color del vino disminuyeron. Los vinos del control, con un rendimiento de 15 Mg/ha, tuvieron menos color y también menos aromas a pimienta y cereza. Con 10 Mg/ha, un racimo por brote, presentaron aromas a frutos rojos y aromas vegetales con moderados taninos, Mientras que para el caso de 0,5 racimos por brote lo que equivalió a un rendimiento de 6,3 Mg/ha produjeron aromas más intensos a frutos rojos y fueron más ricos en taninos (Roberts, 1994).

El nivel de antocianos en las bayas es un parámetro de calidad tenido en cuenta al momento de la elaboración del vino, porque influye sobre el color y la intensidad del mismo. Los contenidos de antocianos son afectados por factores ambientales (suelo, clima) y prácticas de manejo agronómico como grado de exposición al sol de los racimos, regímenes hídricos, modificación de la relación fuente/destino (a través de raleos por ejemplo), produciendo modificaciones en los niveles de antocianos totales y otros flavonoides. Pero ¿en qué medida altera la composición de los compuestos antocianos? para responder esta pregunta Guidoni *et al.* (2002) trabajaron sobre la variedad Nebbiolo en Piamonte, Italia donde este cepaje es utilizado para la elaboración de vinos de alta calidad. Durante tres años ralearon el 50 % de los racimos 30 días posteriores a la floración con grano tamaño arveja comparando con un control sin raleo. Observaron que con el raleo el rendimiento disminuyó un 43 %, pero el peso de la baya no presentó diferencias significativas, mientras que el peso de las películas (hollejo) fue mayor. Los sólidos solubles también resultaron mayores. Respecto de los antocianos, incrementaron su nivel en un 18 %, expresados en mg por gramo de baya, los flavonoides por su parte aumentaron pero de manera menos marcada. Finalmente observaron cambios en la composición de antocianos como consecuencia del raleo. Peonidina-3-glucósido y malvidina-3-glucósido fueron los antocianos más abundantes. El raleo incrementó significativamente el nivel de cianidina-3-glucósido en un 50 %, peonidina-3-glucósido en un 29 %, delphinidina-3-glucósido 24 % y petunidina -3-glucósido en un 21 %. Mientras que el nivel de malvidina-3-glucósido y de antocianos acilados no fueron afectados significativamente.

La elaboración de vinos de alta gama debe compatibilizar, en el área vitícola, dos aspectos esenciales como son los niveles de producción y la calidad de la uva. Lograr un control de la producción de modo de alcanzar rendimientos compatibles con la calidad buscada en el vino y mantener este equilibrio en el tiempo, es una meta posible.

1.5 Rendimiento

1.5.1. Elementos que modifican el rendimiento

El control del rendimiento es un aspecto fundamental a tener en cuenta para la obtención de cosechas de calidad. Producciones muy elevadas en relación a la superficie foliar afectan negativamente el metabolismo de los compuestos de reserva. Las uvas presentan una concentración más baja de azúcares, y por lo tanto una maduración más complicada, con una disminución de compuestos polifenólicos, especialmente en los vinos tintos (Torres, 1993).

Las herramientas con que se cuenta para manejar el rendimiento de un viñedo son numerosas e influyen sobre los componentes de diversas maneras según cada situación particular. Las posibilidades para producir modificaciones varían según se consideren durante la etapa de planificación del viñedo o cuando ya ha sido implantado. Sin duda y en la medida de lo posible es mejor manejar el rendimiento, al menos los cambios más importantes, en la planificación. Algunos de los elementos a considerar para ello son la elección del cepaje, clon, portainjerto -de ser necesario-, sistema de conducción, densidad de plantación, prácticas agronómicas de manejo del viñedo como poda, carga, raleo de racimos, desbrotes, restricciones hídricas, entre otras. Estos elementos deben ser tenidos en cuenta en el contexto correspondiente, con una visión de sistema y no de forma aislada.

1.5.1.1 **Cepajes:** La elección del cepaje es una decisión fundamental y depende no sólo de factores técnicos agronómicos y enológicos sino también de cuestiones comerciales y de mercados.

1.5.1.2 **Clones:** En la medida que la investigación avanza en el área de la selección clonal la elección de clones más cualitativos, en función de los objetivos buscados, adquiere mayor relevancia. Un ejemplo de ello es la selección clonal y sanitaria sobre Malbec realizada por el INTA Mendoza y Cátedra de Viticultura de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNCuyo. La caracterización de 19 clones de Malbec (Scarsi, 2002) mostró diferencias en cuanto a los rendimientos expresados en producción de uva por planta, siendo esta variable una de las más estables manteniendo los clones la misma posición relativa durante las dos temporadas evaluadas 1999-2000 y 2000-2001. El número de racimos por brote (que indica la fertilidad de las yemas) mostró diferencias entre clones. El peso de racimos fue una variable que presentó mayor diferencia entre clones lo que permitió diferenciarlos, además de ser muy estable en las dos temporadas. Por su parte el número de bayas por racimo también mostró diferencias entre los clones y sirvió para agruparlos, algo similar ocurrió respecto al peso de la baya. En base a esto se definieron diferentes grupos de comportamiento: los clones menos productivos se caracterizaron por una menor fertilidad de las yemas, bajo índice de cuaje, bayas más pequeñas y alta concentración de polifenoles con potencial para elaborar vinos de guarda, mientras que los más productivos son apropiados para vinos jóvenes y frutados.

1.5.1.3 **Portainjertos:** Su elección y empleo está recomendado ante la presencia de factores limitantes como problemas sanitarios, filoxera o nematodos, presencia de suelos calcáreos, sequía, exceso de humedad y también para modificar características que influyen sobre la calidad como vigor, composición de las bayas, etc.

Uno de los parámetros de calidad tanto en jugos de uvas como en vinos es el valor de pH. Syrah cultivada en pie franco e injertada sobre distintos portainjertos presentó diferencias en la composición del mosto a nivel de las concentraciones de K^+ , Na^+ y Cl^- , sales de ácido tartárico y málico, tenor de azúcar expresados en Brix y el pH. Los valores de pH registrados fueron menores en pie franco respecto de las injertadas sobre Harmony y Dog Ridge. Este hecho se adjudica a las diferentes concentraciones de K^+ encontradas en cada caso; las que a su vez son motivadas por el nivel de la absorción y el modelo de redistribución de K^+ dentro de la planta. En Dog Ridge y Ramsey la mayor parte de lo absorbido es traslocado a los brotes del injerto mientras que en 140 R la mayoría se acumula en las raíces generando concentraciones diferentes de K^+ y por lo tanto en los valores de pH (Ruhl, 1993).

Vides de Moscatel Blanco, cultivada en la región de Asti, Italia, presentaron un comportamiento diferencial por ejemplo sobre 420 A comparado con Kober 5 BB. El portainjerto 420 A es un pie desvigorizante y por lo tanto en el Moscatel Blanco el peso de poda y los rendimientos fueron menores, pero la concentración de azúcar expresada en Brix fue mayor, en comparación a lo registrado sobre Kober 5 BB que presentó una situación inversa para los mismos parámetros (Eynard and Gay, 1993).

1.5.1.4 **Conducción del viñedo:** La conducción del viñedo contempla la arquitectura, la densidad de plantación, el sistema de conducción y la poda. La geometría y el distanciamiento de plantación consideran la distribución de las plantas en el terreno, la distancia entre hileras y de las vides dentro de la hilera, definiendo un número de plantas por hectárea, lo que ocasiona distintas situaciones de competencia. Al comienzo la cantidad de individuos es tan baja que no se genera competencia entre ellos hasta llegar a la densidad mínima, a partir de la cual comienza a producirse. A partir de este punto, y en la medida en que su número aumenta, la producción de materia seca por planta disminuye hasta llegar a un nivel definido como densidad óptima donde la producción de materia seca por hectárea alcanza su máximo (Carbonneau, 2002; b). Los valores de densidad mínima y óptima son relativos y dependen del terruño, del sistema de conducción, del vigor y del estado hídrico, entre otros factores.

Los sistemas de conducción son variados, el objetivo es buscar el más apropiado para cada situación en particular. Para ayudar a definirlo se pueden tener en cuenta, entre otros, la relación entre Superficie Foliar Expuesta (SFE) y el rendimiento, la exposición de los racimos al

sol, etc. La SFE potencial representa la producción potencial de carbono de la vid. Las hojas, especialmente a través de la actividad de la fotosíntesis, dan origen a la casi totalidad de los compuestos que constituyen las bayas, por lo tanto la relación entre la SFE y el rendimiento ocupa un lugar capital dentro del proceso de maduración (Champagnol, 1983). En cada situación particular existe una zona óptima de esta relación en donde están en equilibrio la producción de materia seca por las hojas y sus destinos especialmente el rendimiento y la parte vegetativa, esta última a través del vigor y la expresión vegetativa.

Respecto a la exposición, es necesario evitar el excesivo sombreado, cuando son visibles menos de 10 % de los racimos, lo que puede ocasionar aromas herbáceos, menor color y un microclima más favorable a la aparición de problemas sanitarios. También la sobre exposición, especialmente en condiciones de altas temperaturas (cercanas a los 40 °C), donde la observación directa de más del 80 % de los racimos genera mayor astringencia y menores aromas en los vinos.

La poda contempla por un lado la formación de la vid de acuerdo al sistema de conducción y la renovación de la planta todos los inviernos para asegurar la producción. El objetivo es buscar un equilibrio entre la producción por medio del número de yemas, la expresión vegetativa caracterizada por el peso de poda y el vigor a través del peso medio de sarmiento; además de modificar la distribución espacial de la madera y, por lo tanto, del follaje favoreciendo una buena penetración de la luz solar y aireación dentro de la canopia, es decir incidir a nivel del microclima.

1.5.2. Componentes del rendimiento

El rendimiento está compuesto por el número de yemas por hectárea, el porcentaje de brotación, la fertilidad a nivel de número de brotes por yema brotada, el número medio de inflorescencias por brote, el número medio de flores por inflorescencia, la tasa de cuaje, el peso medio de las bayas y el rendimiento en mosto (Carbonneau, 2002; b). En el control del rendimiento el objetivo principal es obtener un nivel de producción compatible con el concepto de calidad y mantenerla, dentro de lo posible, en el tiempo y el terruño. Se lleva a cabo a través de la modificación de uno o varios de sus componentes.

1.5.2.1 Riqueza de poda o número de yemas por hectárea: Es un componente principal al momento de definir el rendimiento y, salvo situaciones especiales como el en caso de la poda mínima, es un elemento que puede modificarse. El rendimiento/ha y número de yemas /ha están vinculados por una relación logarítmica. Si se desea obtener rendimientos razonables, compatibles con el concepto de calidad, el número de yemas también lo debe ser. Así no sólo se controlará el rendimiento, sino a la vez el vigor y a expresión vegetativa.

1.5.2.2 Porcentaje de brotación: En general es elevado y no constituye un elemento importante en la determinación del rendimiento o sobre su regulación, salvo en caso como la poda mínima o en climas cálidos donde el ciclo de la yema se encuentra perturbada por falta de dormición y la brotación puede ser afectada.

1.5.2.3 Fertilidad de las yemas: Compuesta por el número de brotes por yema brotada, el número medio de inflorescencias por brote y el número medio de flores por inflorescencia. Las dos primeras pueden manejarse por medio de prácticas agronómicas como el desbrote y el raleo de racimos respectivamente. Finalmente, para la mayoría de las variedades, el número medio de flores por inflorescencia es fundamental para definir el rendimiento, pero es difícil modificarlo para controlar el nivel de rendimiento a campo.

1.5.2.4 Tasa de cuaje: No es determinante en la mayoría de los casos excepto en aquellas variedades que pueden presentar dificultades en el cuaje produciendo corrimiento como en el caso del Malbec o Grenache.

1.5.2.5 Número de brotes por planta: El desbrote consiste en eliminar parte de los brotes que se han generado a partir de las yemas dejadas en la poda invernal para llevarlos, en función a los objetivos propuestos, a los niveles deseados por planta. De acuerdo al momento e intensidad con que se la practica, esta operación genera cambios en el crecimiento

vegetativo, en el microclima de la canopia, en la composición de la baya y por ende en las características de los vinos. Además el hecho de eliminar brotes con inflorescencias o racimos es en sí mismo un medio de control del rendimiento.

En un viñedo de Sangiovese injertado sobre 3309 y conducido en Lira, en el Valle de Napa, California, se practicaron tres niveles de desbrotes dejando 28, 20 y 12 brotes por planta. Al aumentar la intensidad del desbrote los rendimientos disminuyeron de 12,83 Mg, a 9,13 Mg hasta 6,17 Mg, a pesar de incrementarse el peso de la baya y del racimo de 1,23 g y 114 g a 1,42 g y 136 g respectivamente. El vigor del brote aumentó, observándose en la longitud y en el área foliar que pasó de 88 cm y 1696 cm² a 136 cm y 3279 cm² respectivamente, sin embargo no hubieron diferencias significativas respecto al área foliar total por planta (Meyers *et al.*, 1995).

Modificaciones de la canopia generan cambios en el microclima variando la circulación de aire, la humedad relativa, temperatura, la cantidad y calidad de luz que ingresa al interior de la canopia. Una consecuencia directa e inmediata del desbrote es la incidencia sobre el aspecto sanitario. Para que se produzca una enfermedad esencialmente tres son los elementos que deben conjugarse la fuente de inóculo de un determinado patógeno, un hospedero sensible al mismo y condiciones ambientales predisponentes para que pueda desarrollarse, especialmente temperatura y humedad. Por lo tanto un método cultural de lucha y prevención de enfermedades criptogámicas como la peronospora (*Plasmopora viticola*) o la podredumbre de los racimos (*Botrytis cinerea*) por ejemplo, es el manejo, dentro de los límites posibles, del microclima de la canopia de modo de generar condiciones que dificulten o directamente impidan su desarrollo. A esto hay que agregar la ventaja de minimizar y, en ocasiones, evitar el uso de agroquímicos con los consiguientes beneficios para el ecosistema.

Modificaciones en las condiciones microclimáticas de la canopia también producen cambios en la composición de la uva. Dependiendo de la arquitectura (sistema de conducción), los brotes y las hojas pueden desarrollarse en condiciones que van de canopias densas, cerradas, muy sombreadas hasta situaciones opuestas en las canopias abiertas. Por lo general bayas que se desarrollan en condiciones de alta exposición presentan, respecto a las de baja exposición, mayor concentración de azúcar medido como sólidos solubles, mejor balance ácido (menor pH), mayor acidez titulable, menor incidencia de caracteres herbáceos de fruta no madura y, frecuentemente, mayor concentración de compuestos fenólicos, incluyendo antocianos en Syrah (Haselgrove *et al.*, 2000).

En climas cálidos con temperaturas que exceden normalmente los 35 °C, un alto grado de exposición de los racimos puede no ser deseable para la producción de antocianos en bayas. En estudios realizados sobre Syrah, en Australia, la respuesta del nivel de antocianos totales estuvo en función del grado de sombreado de los racimos y de la temperatura resultante en las bayas. Altas temperaturas en las bayas como resultado de una completa exposición de los racimos a la luz solar parece inhibir el metabolismo de antocianos. Por lo general racimos que crecen bajo condiciones de sombreado favorecen el metabolismo de derivados cumarilados de malvidina-3-glucósido que podían tener influencia en la expresión y estabilidad del color. Mientras que racimos que lo hacen expuestos al sol favorecen la formación de quercitina-3-glucósido. Por lo tanto en condiciones de climas cálidos, canopias moderadamente abiertas presentan las condiciones para niveles óptimos de antocianos (Haselgrove *et al.*, 2000).

En el mismo sentido estudios del efecto de la temperatura y exposición de los racimos sobre la composición de las bayas fueron llevados a cabo en el Valle de San Joaquín, California sobre Cabernet Sauvignon y Grenache Noir (Bergqvist *et al.*, 2001). En racimos que crecieron bajo un rango de exposición a la luz solar (medidos en PAR al mediodía) desde muy sombreados (10 $\mu\text{mol m}^2/\text{seg}$) a totalmente expuestos (más de 600 $\mu\text{mol m}^2/\text{seg}$) se observaron cambios significativos en su composición: los sólidos solubles se incrementaron con niveles de exposición de 30 a 50 $\mu\text{mol m}^2/\text{seg}$, pero comenzaron a declinar luego de superar este límite y llegar a 100. La acidez titulable disminuyó con el aumento de la exposición. En Cabernet Sauvignon, para un mismo nivel de exposición a la luz, los racimos ubicados en el costado

norte de la canopia (menos expuesto y con 3 o 4 °C menos de temperatura) presentaron un nivel de acidez mayor que los ubicados en el sector sur; el pH disminuyó al aumentar la exposición de los racimos del sector sur de la canopia, y poco efecto presentó sobre el mosto de los racimos del costado norte; los antocianos presentes en los racimos del lado norte tuvieron un incremento lineal con la exposición, mientras que los del sur presentaron la misma tendencia hasta los 100 $\mu\text{mol m}^2/\text{seg}$, a partir del cual comenzaron a disminuir; un comportamiento similar evidenciaron los polifenoles totales. De este estudio se concluye que para zonas cálidas es aconsejable que en el sector de la canopia donde están localizados los racimos haya un predominio de luz difusa sobre la exposición directa al sol.

A través de la elección del sistema de conducción, la orientación y las prácticas de manejo de la canopia es posible limitar exposiciones directas y prolongadas al sol.

1.5.2.6 Número de racimos por brote: El raleo es otra herramienta disponible para controlar este componente y hacer un manejo racional de la producción. A diferencia de la práctica de eliminación de racimos por medio del desbrote, el raleo genera cambios importantes en la relación fuente/destino de la planta. Una consecuencia de esta relación es el efecto de compensación que se produce en el tamaño de la baya que puede estar acompañada de un mayor crecimiento vegetativo expresado a través de una mayor longitud del brote y de peso de poda en Ruby Seedless (Ezzahouani and Williams, 2001).

La eliminación de racimos reduce los posibles destinos hacia los cuales se movilizarán los fotoasimilados producidos por las hojas. La superficie fotosintéticamente activa sigue siendo la misma. Una consecuencia importante es que el tamaño y por lo tanto el peso de la baya se incrementa contrarrestando al menos en parte la reducción del rendimiento prevista. Este efecto secundario de aumento del tamaño de la baya produce una reducción de la relación hollejo: pulpa y con ello se diluyen los compuestos fenólicos en el mosto (Ojeda *et al.*, 2002), esencial en la determinación de la calidad enológica de las uvas, especialmente las variedades tintas. Por consiguiente los cambios se producen no sólo a nivel del rendimiento de una planta o de un viñedo, sino que también afectan la composición de la baya y las características sensoriales de las uvas y sus vinos (Ahlgren *et al.*, 2002. Ver 1.4.2).

Si bien el momento y la intensidad del raleo ejercen gran influencia sobre el resultado, las características propias de la variedad o las prácticas de manejo que pueden incidir, por ejemplo, sobre el vigor de las plantas también deben ser consideradas.

Raleos efectuados en la variedad Chardonnay Musque, en diferentes estados fenológicos desde cuaje a envero, modificaron el rendimiento, la composición de las bayas y del vino. El raleo en cuaje, redujo menos el rendimiento que cuando fue realizado en estados fenológicos posteriores debido al efecto compensatorio y por una relación mayor entre fuentes y destinos, como ya vimos en párrafos anteriores. La composición de la baya también fue modificada a nivel de grados Brix, pH, acidez titulable y precursores aromáticos como terpenos volátiles libres y potencialmente volátiles (Schlosser and Reynolds, 2002. Ver 1.4.2). Resultados similares obtuvo Roberts (1994) sobre Pinot Noir.

En la variedad Nebbiolo en Piamonte, Italia, el raleo produjo una reducción del rendimiento, sin modificar el peso de la baya, aunque el peso de las películas fue mayor, los sólidos solubles también resultaron mayores. Los antocianos totales también aumentaron pero además se produjeron cambios en su composición (Guidoni *et al.*, 2002. Ver 1.4.2)

Una práctica ocasional consiste en fraccionar la cosecha en dos, la primera es el resultado del raleo y se destina a la elaboración de un tipo de vino, mientras que la segunda, con un grado de maduración más elevado, para otro. Así, se aprovecha toda la uva (Torres, 1993).

Peso de las bayas: Es un componente principal del rendimiento y está influenciado por diversos factores entre ellos la variedad, el clon (Scarsi, 2002) y por prácticas de manejo. Entre éstas, el riego a través del manejo de la intensidad, la oportunidad y la duración de las restricciones hídricas constituye una herramienta eficaz para el control del tamaño de las bayas.

Las condiciones hídricas dentro de las cuales un viñedo cumple su ciclo representan un factor determinante de la calidad de la vendimia producida. Una restricción hídrica severa desde cuaje a envero reduce o puede inhibir la fotosíntesis afectando el crecimiento vegetativo y componentes del rendimiento, además de la composición de la baya.

Por otra parte una situación sin limitaciones de agua provoca una caída en la calidad por el exceso de vigor, altos rendimientos, competencia de las partes vegetativas y los racimos por los azúcares producidos, condiciones microclimáticas desfavorables y mayor propensión a problemas sanitarios. Por lo tanto conocer el estado hídrico del viñedo y poder controlarlo es un aspecto de fundamental importancia sobre el rendimiento y la calidad de la cosecha, además de permitir un manejo racional del agua.

1.6. Estado hídrico del viñedo

1.6.1. Evaluación del estado hídrico del suelo

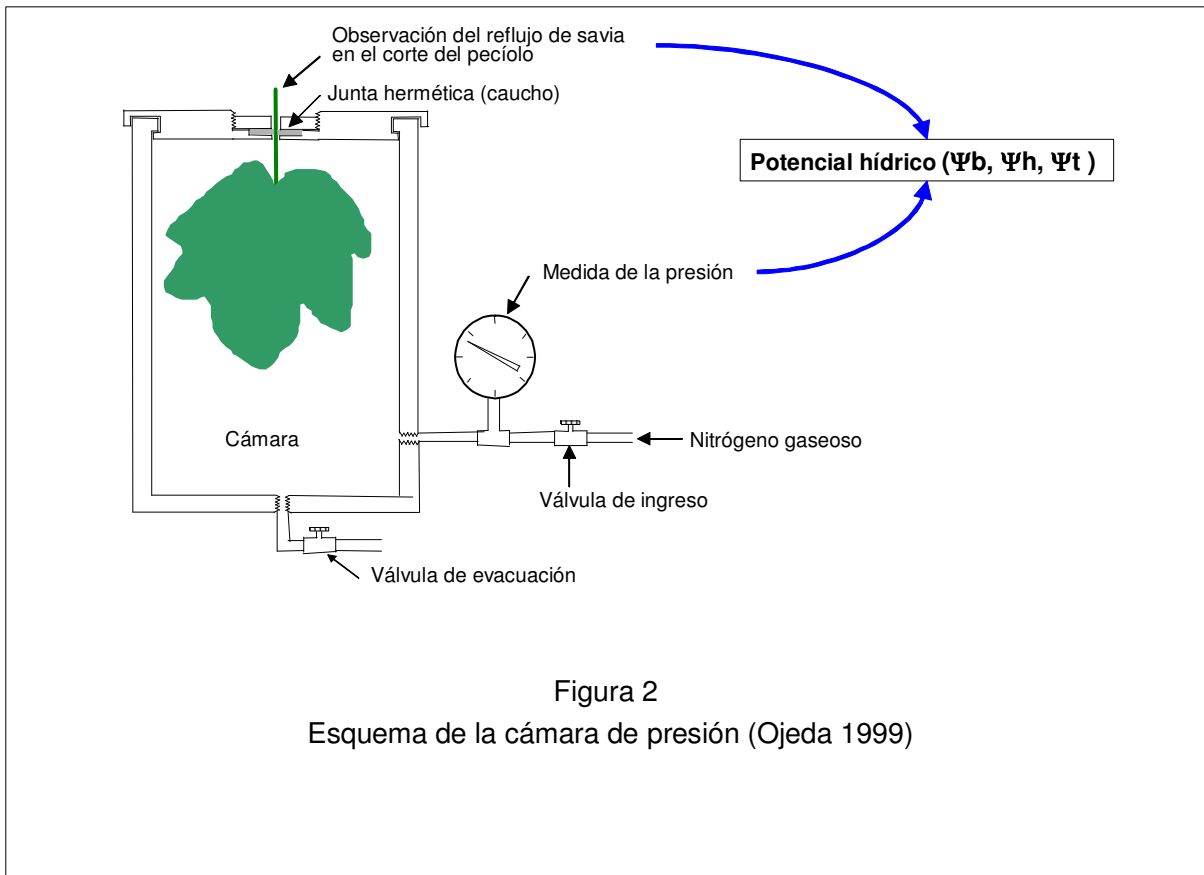
Los métodos disponibles para conocer el estado hídrico del viñedo son variados y van desde los que evalúan el contenido de agua en el suelo hasta determinaciones directas sobre las plantas. A modo de ejemplo se mencionan algunos de los más conocidos (Prichard *et al.*, 2003, Vallone 2003, Vallone *et al.*, 2004). En suelo, se pueden dividir dos grandes categorías los que miden el contenido de agua en el suelo y los que miden la energía de retención. Dentro del primer grupo están los métodos directos como el gravimétrico y los indirectos neutrométricos, dieléctricos, etc. Los que miden la energía de retención también se clasifican en directos ejemplo tensiómetros e indirectos como los bloques de resistencia eléctrica.

1.6.2. Evaluación del estado hídrico de las plantas:

Son varios los métodos disponibles para conocer el estado hídrico de las plantas, entre los que podemos mencionar la cámara transpirométrica (Nijensohn *et al.*, 1963) y la cámara de presión (Scholander *et al.*, 1965) siendo este último el más confiable actualmente. Existen sin embargo un conjunto de técnicas en estudio (Smart, 1974; Turner, 1981; Van Zyl, 1986; Valancogne et Nasr, 1989; Williams *et al.*, 1994, Le Clech, 1996; Dry y Loveys, 1998; Van Leeuwen *et al.*, 2000, 2001, Gaudillère *et al.*, 2002).

1.6.2.1. Cámara de presión (Scholander *et al.*, 1965): Esta técnica permite estimar la capacidad o energía con que las células de una planta retienen el agua, cuanto menor es el contenido hídrico mayor es la energía con que el agua es retenida. Por lo tanto la presión que hay que ejercer sobre la planta para vencer esa resistencia o tensión y hacer salir el agua a través de los vasos será mayor cuanto mayor sea el nivel de estrés hídrico. La operación de la cámara consiste en colocar una hoja de modo que el limbo quede dentro de ella y el pecíolo con el corte quede en el exterior (Figura 2). Se comienza a inyectar nitrógeno gaseoso dentro de la cámara, aumentando la presión, hasta llegar a un punto en el cual se observa la aparición de la savia sobre los vasos. En ese momento se ha igualado la presión de la cámara con la succión por parte de la hoja, el valor medido en el manómetro, expresado en bares o mega pascal (1 MPa = 10 bares) en valores negativos corresponde al potencial hídrico de la hoja.

De las técnicas disponibles actualmente para determinar el estado o potencial hídrico de las plantas la cámara de presión es la más confiable, además es un método rápido, que da una medida directa y de gran sensibilidad para expresar diferencias. Las aplicaciones que se pueden realizar con este método para determinar el potencial hídrico son: el potencial hídrico foliar de base (ψ_b), el potencial hídrico (ψ_h) y el potencial de "tallo" (ψ_t).



Potencial hídrico foliar de base (ψ_b): Es en la actualidad, el método de referencia para determinar el estado hídrico de las plantas. Se lleva a cabo antes de la salida del sol, cuando los estomas están cerrados y la planta ha tenido toda la noche para lograr un equilibrio entre su estado hídrico y el del suelo (Carbonneau y Ollat 1991, Katerji y Hallaire 1984, Lebon y Shultz 1996, Van Zyl 1987). Debido a ello existe una marcada relación entre el contenido de agua del suelo y el estado hídrico de la planta medido través del ψ_b . Carbonneau (1998) de acuerdo a un estudio realizado en las regiones francesas de Bordeaux y Languedoc con ψ_b , vinculó umbrales de potencial con distintos estados hídricos de la vid definiendo diferentes niveles de restricción hídrica (Tabla 1).

Tabla 1: Umbrales de potenciales hídricos de base y estados hídricos de la vid, desarrollados en las regiones de Bordeaux y Languedoc para distintas variedades y viñedos (Carbonneau, 1998).

Potencial Hídrico Foliar de base (ψ_b)	Estado hídrico de la vid
$0 \text{ MPa} \geq -\psi_b \geq -0,2 \text{ MPa}$	Restricción hídrica ausente a leve
$-0,2 \text{ MPa} > -\psi_b \geq -0,4 \text{ MPa}$	Restricción hídrica leve a media
$-0,4 \text{ MPa} > -\psi_b \geq -0,6 \text{ MPa}$	Restricción hídrica media a fuerte
$-0,6 \text{ MPa} > -\psi_b$	Restricción hídrica fuerte

Para realizar las mediciones se toman aquellas hojas completamente desarrolladas y en plena actividad, evitando las que aún no alcanzaron el tamaño adulto o las hojas basales, más viejas ontogénicamente. Estudios realizados sobre Syrah han demostrado la falta de diferencias significativas en los valores del ψ_b de hojas tomadas en distintas posiciones del brote desde aquellas que se encuentran a nivel de racimo hasta las últimas hojas adultas (Carbonneau *et al.*, 2003).

Potencial hídrico de hoja (ψ_h): Se mide durante el día cuando las hojas están en actividad fotosintética y tanspiratoria, por lo tanto el valor resultante informa sobre la situación de una planta en actividad, con regulación estomática. La pérdida de agua por parte de la planta no es constante a lo largo del día sino que varía, por lo tanto el ψ_h también lo hace y uno de los factores que influyen es la demanda ambiental. Para minimizar su efecto en las mediciones, deben hacerse en los períodos cuando el ψ_h es relativamente estable (Ver Cinética 4.4) y en un día con condiciones ambientales representativas del lugar y de la época. En base a ello se han relacionados distintos niveles de déficit hídricos con valores de ψ_h tomados al medio día (Tabla 2) (Prichard *et al.*, 2003). Para la selección de las hojas se debe tener la misma precaución que con el ψ_b , con el cuidado adicional de evitar muestrear hojas sombreadas.

Carbonneau (2002; c) trabajando con el cv. Grenache encontró entre el ψ_b y el ψ_h una relación exponencial ($R^2 = 0,88$) que mostró ser un buen indicador cuando los valores de ψ_b eran iguales o menores a 4 bares (en valores absolutos) es decir hasta déficit moderados. Con valores mayores, es decir situaciones de restricción media a fuerte o directamente fuerte el ψ_h pierde precisión como herramienta de predicción del ψ_b .

Tabla 2: Relaciones entre valores de ψ_h y estados hídricos de la vid, para California promediando el verano (Prichard *et al.*, 2003).

Valores de Potencial hoja (ψ_h)	Estados hídricos de la vid
Menos de -10 Bares	Sin estrés
-10 a -12 Bares	Estrés medio
-12 a -14 Bares	Estrés moderado
-14 a -16 Bares	Estrés alto
Más de -16 Bares	Estrés severo

Potencial de "tallo" (ψ_t): Esta aplicación consiste en colocar hojas, sin extraerlas de la planta, dentro de una bolsa plástica y posteriormente cubrirla con una hoja de papel aluminio. De esta manera la hoja está en un ambiente impermeable y opaco que favorece el cierre de los estomas y evita la transpiración; consecuentemente su potencial hídrico está en equilibrio con el potencial hídrico del brote. Para evitar el calentamiento se deben tomar hojas que se ubican en el costado de la hilera que se encuentra a la sombra. Se han encontrado diferencias en la posición dentro del brote del orden de 0 a 0,05 MPa entre hojas situadas en la base y en la parte alta (a un metro de diferencia de las basales) lo que no es significativo por lo que cualquiera de las hojas ahí ubicadas pueden utilizarse. Con relación al tiempo en que deben mantenerse embolsadas una hora parece ser suficiente para que el estado hídrico de la hoja y del brote alcance el equilibrio, el momento propicio para hacer las determinaciones es el medio día solar. Para las condiciones de Bordeaux, donde se han llevado a cabo estas experiencias, y de acuerdo a Choné *et al.*, (2000) el ψ_t es el indicador más confiable para determinar los déficit hídricos moderados en la vid. El ψ_t puede resultar un buen indicador del estado hídrico de la vid con restricciones hídricas leves a moderadas. Sin embargo en ambientes como los de Argentina donde la viticultura se realiza en zonas de regadío y las restricciones son de moderadas a fuertes este indicador es menos confiable, siendo el ψ_b el más adecuado para determinar el estado hídrico de las plantas. (Ojeda *et al.*, 2004).

1.6.3. El estado hídrico y la respuesta de la vid:

El estado hídrico de la vid influye en la fisiología de la planta y a través de ella sobre el crecimiento vegetativo, crecimiento y composición de la baya, en procesos de biosíntesis y concentración de azúcares, polifenoles, aromas, etc.

1.6.3.1. Estado hídrico y crecimiento vegetativo

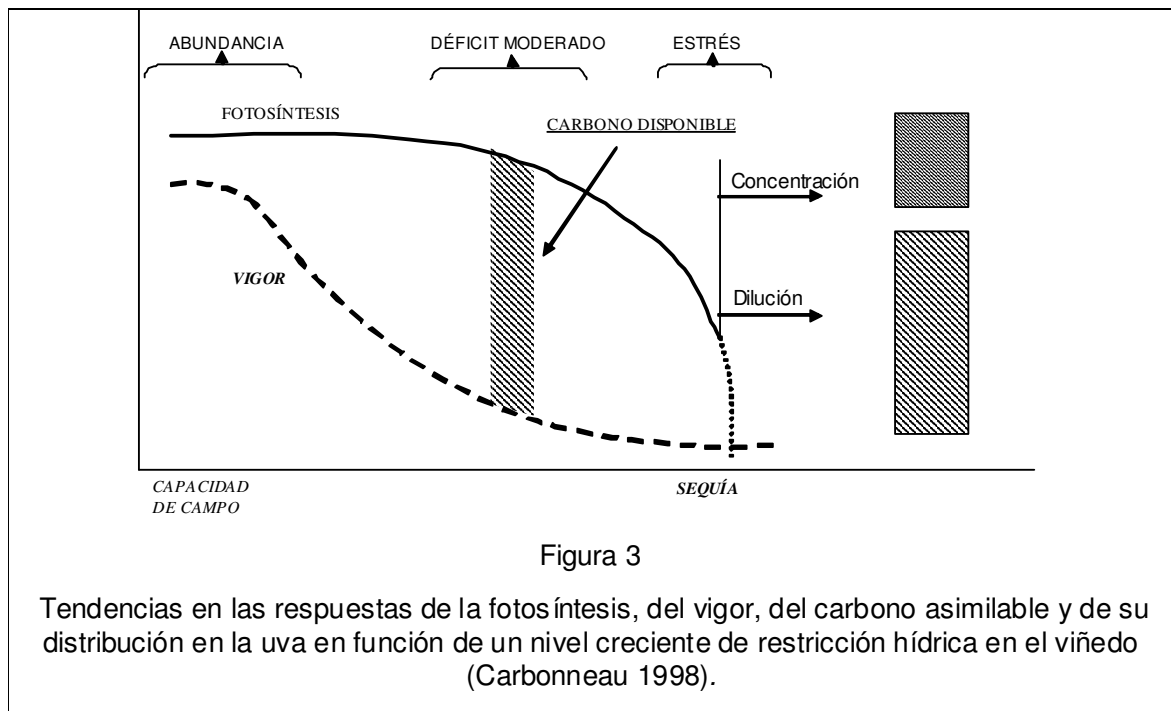
Las condiciones microclimáticas del viñedo influyen en la composición de la uva (Haselgrove *et al.*, 2000). Canopias densas, cerradas, muy sombreadas resultado de un excesivo vigor de la planta, generan además condiciones microambientales predisponentes para el desarrollo de enfermedades.

El estado hídrico influye sobre distintas funciones del vegetal, sin embargo el grado de sensibilidad no es el mismo para todas. Las vinculadas a la expansión celular y a la síntesis de proteínas son las primeras en ser afectadas, mientras que la multiplicación celular y la organogénesis son menos sensibles. La actividad fotosintética y la acumulación de azúcares se mantienen por más tiempo a medida que la restricción hídrica aumenta. Finalmente la respiración y la síntesis de prolina continúan hasta aproximarse la muerte de la planta (Champagnol, 1984). Estas diferencias de sensibilidad al estado hídrico presentan un interés considerable para la viticultura, debido a que el crecimiento vegetativo es limitado antes que la fotosíntesis y que el crecimiento reproductivo, constituyendo la base de una importante herramienta de manejo cualitativo del viñedo: la restricción hídrica.

Carbonneau (1998) presentó una hipótesis sobre la evolución de la fotosíntesis, el vigor y el carbono disponible de la vid cuando es sometida a niveles crecientes de restricción hídrica (Figura 3). En una situación de abundancia de agua (suelo en capacidad de campo) la actividad fotosintética es máxima, pero el vigor también y el carbono disponible para la alimentación del racimo es escaso, además de los problemas que genera en el microclima de la canopia (Haselgrove *et al.*, 2000). A medida que la sequía progresa el vigor se reduce de manera más que proporcional a la fotosíntesis, generando a la vez un aumento en la disponibilidad de carbono, hasta llegar a un máximo que se corresponde con una restricción hídrica moderada. Bajo estas condiciones la actividad fotosintética no ha sido afectada significativamente en relación al vigor que ha caído de manera apreciable mientras que se estimula la acumulación de azúcares y de polifenoles (Bravdo *et al.*, 1985). Restricciones hídricas excesivas reducen de modo significativo la fotosíntesis, limitando consecuentemente el carbono disponible hasta llegar en situaciones extremas a ocasionar la muerte de la planta.

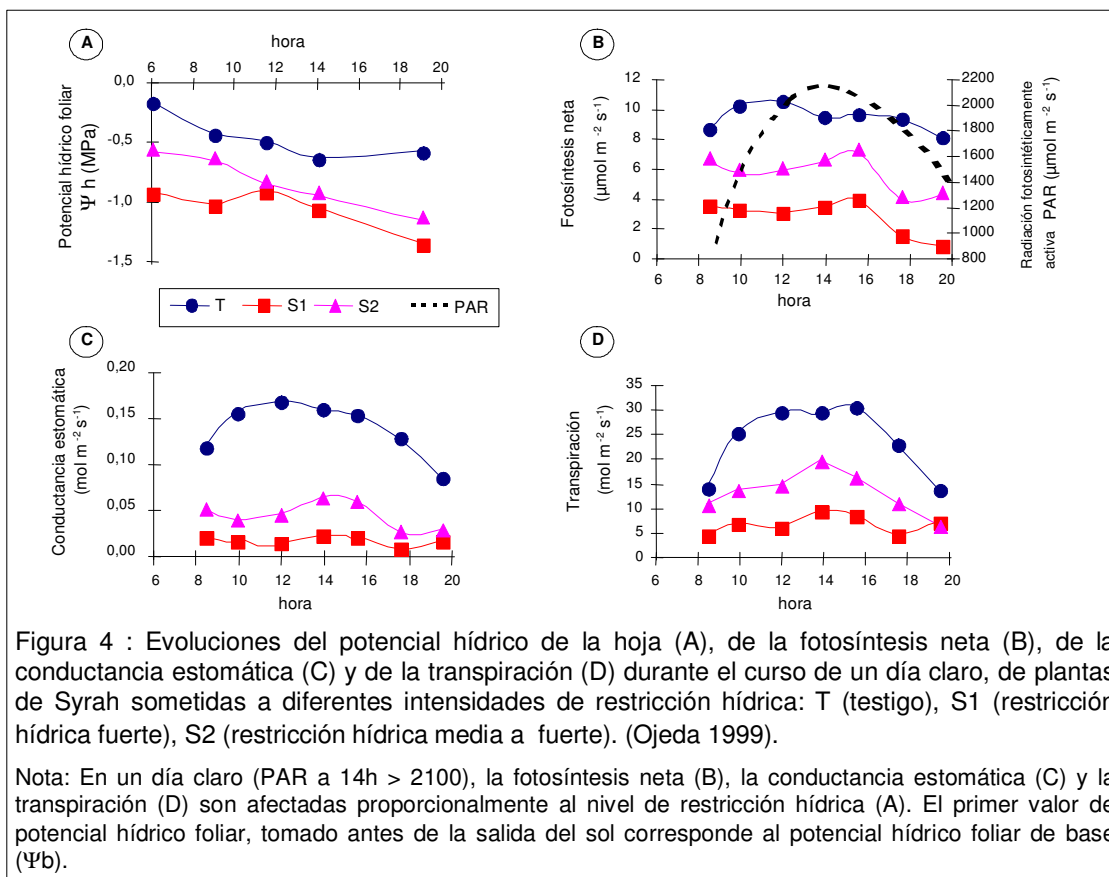
El estado hídrico durante el día parte con un determinado potencial hídrico foliar de base (ψ_b), en el transcurso de la jornada el potencial hídrico de la hoja (ψ_h) disminuye hasta alcanzar un valor mínimo que normalmente se corresponde con el momento de mayor demanda ambiental, luego comienza a aumentar progresivamente hasta llegar nuevamente a su valor de equilibrio con el suelo, es decir al ψ_b (Ver Cinética 4.4). Del mismo modo parámetros fisiológicos como la conductancia estomática, la respiración y la fotosíntesis neta evolucionan diariamente influenciados por la cinética del ψ_h (Ojeda, 1999) (Figura 4). La arquitectura de la planta a través de una mayor superficie foliar, exposición y por ende mayores requerimientos de agua generan cambios en los valores de las cinéticas diarias del ψ_h (Carbonneau, 2002; c).

En las plantas, una consecuencia visible a la disponibilidad de agua es el desarrollo del área foliar, la que a su vez está directamente relacionada a la materia seca producida. Existiendo además un importante componente varietal, por lo que la sensibilidad del área foliar, a la disponibilidad de agua, sería un mecanismo de adaptación. La restricción hídrica modifica no sólo la producción total de materia seca sino también su distribución durante el ciclo del cultivo. Estudios sobre las variedades Chardonnay y Airén mostraron que vides bajo situación de estrés produjeron mayor cantidad de materia seca desde cuaje a envero, mientras que en las no estresadas la materia seca fue mayor a partir de envero (Gómez del Campo *et al.*, 2002).



El contenido de agua disponible en el suelo también influye sobre la arquitectura del brote aunque de manera diferencial para las distintas variables que la caracterizan. En estudios con Grenache Noir el crecimiento secundario es el que más contribuyó a los cambios de arquitectura en respuesta al déficit hídrico del suelo, debido al porcentaje de brotes secundarios y, fundamentalmente, del número de hojas por feminela que se generan. Aunque en menor medida, la tasa de expansión (longitud de los entrenudos y de las hojas) también fue afectada, siendo más sensible la expansión de los entrenudos que la foliar. La tasa de producción de hojas sobre el brote principal en general tuvo menos influencia en las modificaciones de la arquitectura del brote (Lebon *et al.*, 2001)

Los efectos de la restricción hídrica sobre el crecimiento vegetativo no se limitan al crecimiento de brotes y hojas sino que alcanza también a la acumulación de reservas en la vid y que puede caracterizarse por el peso de poda. Hay evidencias que el crecimiento vegetativo, expresado como peso de poda, está correlacionado negativamente con el nivel de estrés a que fue sometida la planta (Stevens *et al.*, 1995).



1.6.3.2. Estado hídrico y crecimiento de la baya

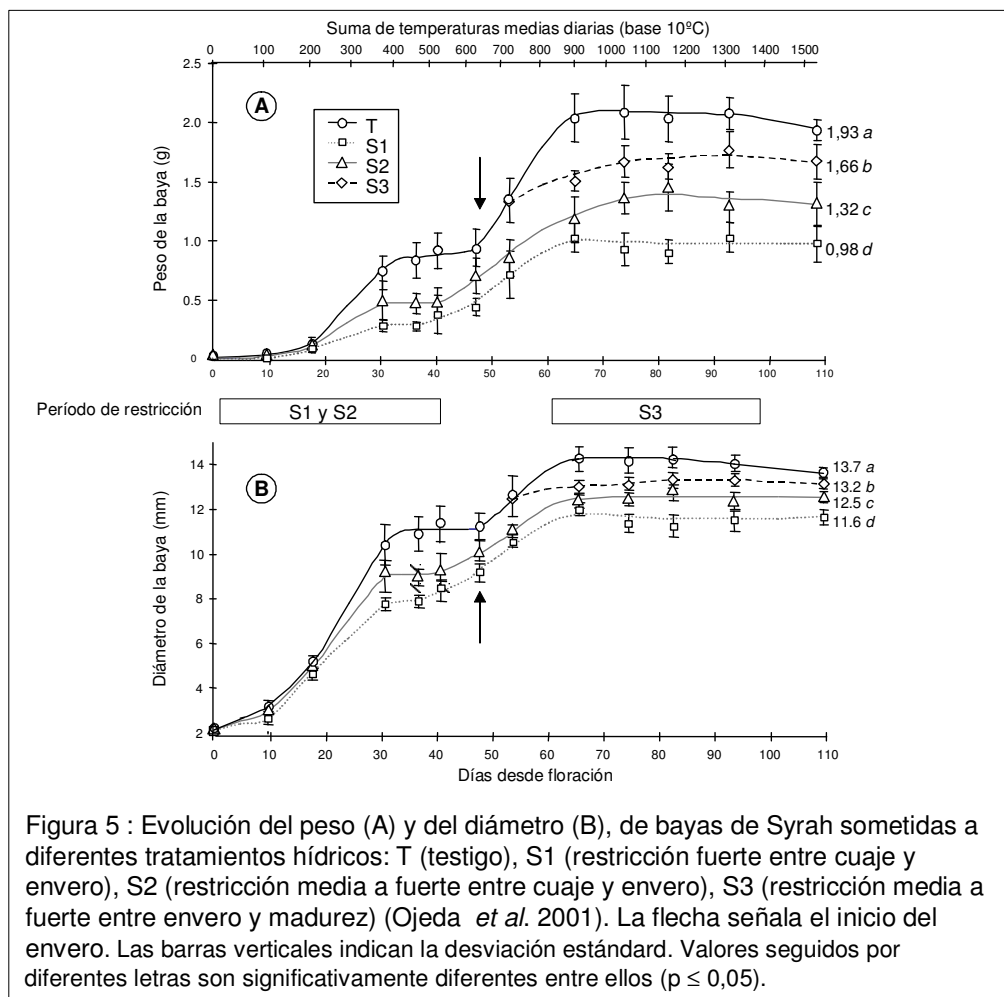
El crecimiento de la baya presenta una curva doble sigmoide. Ojeda *et al.*, (1999) estudiaron el crecimiento de la baya trabajando con el cv. Syrah y observaron que la primera fase de crecimiento (fase I) se detuvo 42 días luego de floración, cuando la sumatoria de temperatura alcanzó 412 °C. En esta etapa el peso de las bayas alcanzó el 52 % del máximo, mientras que las semillas lograron su peso máximo antes de los 35 días permaneciendo constante hasta el final del crecimiento de las bayas. La fase II, fase estacionaria, donde no se observa crecimiento tuvo una duración relativamente larga. La segunda etapa de crecimiento, fase III o de maduración comenzó cuando la suma de grados días llegó a 600 °C, 2 días después del inicio del envero (10 % de bayas ablandadas), y continuó hasta madurez.

Simultáneamente al crecimiento de la baya se evaluó la evolución del ADN de las células del pericarpio. El ADN total se incrementó hasta alcanzar el máximo antes del final de la fase I y permaneció constante hasta madurez. El estudio de la división y expansión celular permitió distinguir tres etapas en la fase I: a) de antesis hasta el día 5 caracterizado por una intensa actividad mitótica e insignificante expansión celular, b) desde el día 5 al 35 donde el crecimiento es debido a una importante expansión celular a la vez que se reduce la mitosis, deteniéndose definitivamente una semana antes del inicio de la fase II y c) comprende la última semana de la fase I y el crecimiento es por la expansión de las células ya divididas. Finalmente durante la fase III el crecimiento de la baya es exclusivamente resultado de la expansión de las células presentes.

El conocimiento de la evolución del contenido de ADN, desarrollado en bayas de Syrah, es una herramienta que permitió cuantificar indirectamente el número y tamaño de células del pericarpio. Además de estudiar las consecuencias de condiciones ambientales o prácticas de manejo como las restricciones hídricas sobre la división y expansión celular.

El crecimiento de la baya es influenciado por la disponibilidad de agua por parte de la planta durante esta etapa y el estado fenológico donde se lleva a cabo la restricción hídrica juega un

papel fundamental en las consecuencias sobre el crecimiento (Smart *et al.*, 1974; Hardie and Considine, 1976; Becker and Zimmermann, 1984; Van Zyl, 1984; Matthews *et al.*, 1987; McCarthy, 1997;). Ojeda *et al.* (2001) estudiaron los efectos de diferentes niveles de déficit hídricos en distintos momentos desde anthesis hasta madurez sobre la división y expansión celular en bayas de Syrah, en base a la extracción y cuantificación del ADN. El resultado de este trabajo permitió concluir que las reducciones en el peso y en diámetro de baya son exclusivamente debidas a una disminución del volumen celular, independientemente del estado de desarrollo de la baya y de la intensidad de la restricción. La multiplicación celular no es afectada.



En el período comprendido entre floración y envero el tamaño de la baya es particularmente sensible a los efectos de una restricción hídrica. En este caso la reducción es mayor cuanto mayor es la intensidad del déficit (Figura 5). Durante este lapso los efectos de las restricciones sobre el crecimiento de la baya son generalmente irreversibles, aún si la restricción es interrumpida a partir de envero. Se postuló que este comportamiento apoyaría la hipótesis que los déficit hídricos modifican las propiedades estructurales de las células y consecuentemente la extensibilidad de la pared celular limitando así el alargamiento o expansión celular (Ojeda *et al.*, 2001).

Durante el período comprendido entre envero y madurez la influencia de las restricciones hídricas sobre el tamaño de la baya es mucho menor comparativamente que una restricción de

la misma intensidad en el período entre antesis y envero (Smart *et al.*, 1974; Becker y Zimmermann, 1984; Van Zyl, 1984; Naor *et al.*, 1993; Poni *et al.*, 1994; McCarthy, 1997; Ojeda *et al.*, 2001). En ocasiones las reducciones de peso son temporales y las bayas pueden recuperar su tamaño, si la restricción se suprime e incluso puede no ser sensible a reducciones por efecto de estrés hídrico en el mes anterior a cosecha (McCarthy, 1997, 2000).

La reducción del tamaño de la baya tiene una consecuencia directa sobre el rendimiento por lo que representa un componente importante al definir la estrategia para controlar el nivel de producción. Además influye sobre la calidad enológica de las uvas al mejorar la relación superficie/volumen, reduciendo la dilución de los constituyentes del hollejo por ejemplo polifenoles en la pulpa o mosto (Cordonnier, 1976).

1.6.3.3. Estado hídrico y composición de la baya

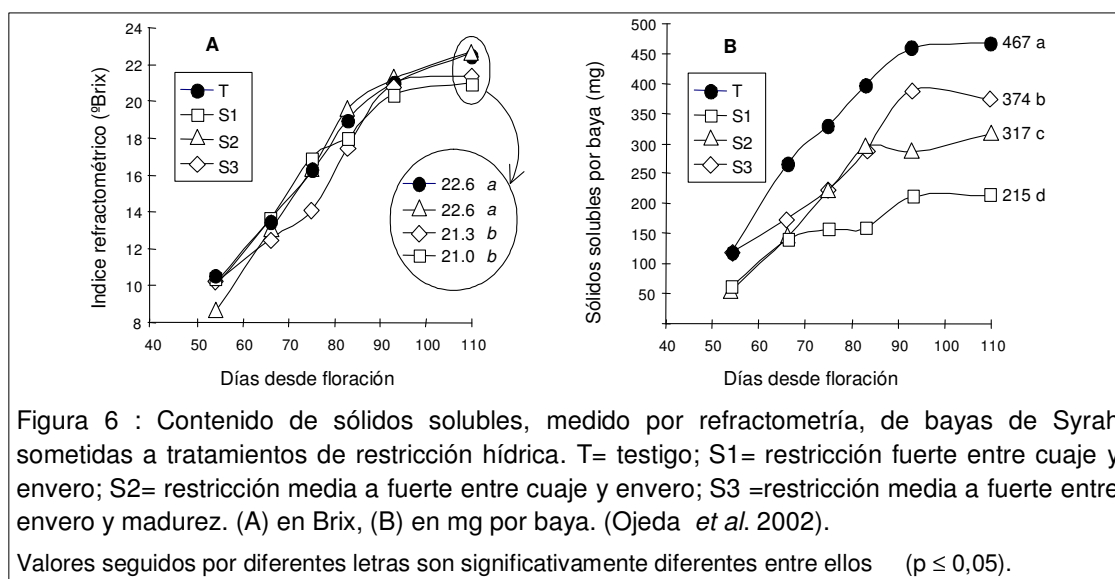
El concepto de calidad está cambiando y una creciente atención se le está otorgando a los polifenoles como parte de ella, especialmente en los vinos tintos. La influencia de las prácticas agronómicas, especialmente el manejo del agua, sobre la calidad es centro de estudios. La disponibilidad de agua con que cuenta la planta durante el crecimiento de la baya influye sobre su composición a nivel de acidez total, pH y compuestos fenólicos (Peterlunger, 2002).

Los fenoles se clasifican en fenoles no flavonoides y flavonoides (Vila, 2002). Dentro de los primeros, que son importantes en la pulpa, se encuentran los ácidos hidroxicinámicos, hidroxibenzoico y los estilbenos como fitoalexinas y resveratrol. Los flavonoides se encuentran en hollejos, escobajo y semillas y se dividen a su vez en antocianos, flavan-3-oles y flavonoles. Los antocianos se ubican principalmente en las vacuolas de las células del hollejo y están formados por antocianidinas (cianidina, peonidina, delphinidina, malvidina, etc.) y son los responsables del color en los vinos tintos. Sus contenidos dependen del cepaje, de las condiciones ambientales y de las prácticas de manejo. No hay una relación directa entre la concentración de antocianos y el color ya que es influenciado también por el pH, SO₂, polimerización y por fenómenos de copigmentación. Los flavanoles se encuentran en hollejos, escobajos y están constituidos por quercetina, kaempferol, miricetol, entre otros. Asociados a gustos amargos poseen un fuerte efecto de copigmentación. Finalmente los flavan-3-oles que se encuentran en hollejos, semillas y escobajos, son sintetizados durante la etapa de crecimiento herbáceo del grano hasta envero. Se dividen en monómeros y polímeros, los monómeros, como las catequinas, confieren gustos amargos y poseen un moderado efecto de copigmentación. Los polímeros o taninos son los responsables de la astringencia, del total de taninos presentes en la baya un porcentaje mayoritario se encuentra en la semilla. Estos además se caracterizan por un grado de polimerización menor que los presentes en los hollejos (Downey, 2003).

Tanto el riego como el rendimiento afectan las características sensoriales de vinos. En Cabernet Sauvignon, bajos rendimientos presentaron más aromas a pimienta blanca, mayor concentración de taninos, más astringentes y amargos con un mayor grado alcohólico. Por el contrario altos rendimientos resultaron en vinos con mayor riqueza en frutos rojos y negros, aromas a cereza, más fruta en boca y carácter ácido (Ahlgren *et al.* 2002). Diferentes condiciones de suelo y estado hídrico sobre un mismo cepaje generan diferencias a nivel de las uvas y vinos, tal es el caso del cepaje Saint-Georges (cultivado en Némée, Grecia). En bayas las diferencias estuvieron a nivel de azúcares, acidez total, ácido málico, nitrógeno total, antocianos y polifenoles totales, mientras que los vinos tuvieron diferencias en el grado alcohólico, acidez total, intensidad colorante, antocianos, taninos y polifenoles totales (Koundouras *et al.*, 1999). Crecientes niveles de restricción hídrica durante la etapa de crecimiento de la baya están correlacionados lineal y negativamente con las concentraciones de ácido málico en el jugo de uva (Stevens *et al.*, 1995).

Ojeda *et al.* (2002) estudiaron el efecto de diferentes niveles de restricción, entre cuaje y madurez, sobre la evolución del tenor de azúcar y compuestos fenólicos en bayas de Syrah. La biosíntesis de azúcar (expresada en contenido total de azúcar por baya) fue limitada generando diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y el control sin restricción.

Resultando los más afectados las restricciones precoces (entre cuaje y envero) seguido por la restricción tardía (entre envero y cosecha). Sin embargo el efecto concentración debido a la reducción del tamaño de la baya minimizó las consecuencias tecnológicas sobre el mosto (expresado en °Brix) (Figura 6). La síntesis de flavonoles comenzó al inicio de la fase I y continuó hasta madurez. La concentración en la baya es mayor cuando hay limitaciones hídricas, mientras que la biosíntesis es estimulada con una restricción moderada en cualquier período de crecimiento de la baya (Ojeda *et al.* 2002).



La síntesis de antocianos comenzó durante la fase II, en envero y continuó hasta la madurez. La biosíntesis es limitada por la restricción fuerte de cuaje a envero y estimulada por una restricción similar pero en el período envero-madurez. En cuanto a la concentración se vio favorecida por todas las restricciones hídricas (Figura 7A)

La síntesis de flavan-3-oles se lleva a cabo desde las primeras etapas de crecimiento de la baya en la fase I y finaliza en envero. La biosíntesis de taninos totales es reducida por las restricciones hídricas de cuaje a envero, mientras que la restricción tardía luego del envero no tendría influencia. (Figura 7B). El grado de polimerización de los taninos aumentó como consecuencia de la restricción hídrica (Ojeda *et al.* 2002).

La reducción del peso de las bayas, como consecuencia de las restricciones hídricas, está altamente correlacionada con una reducción del peso de la pulpa. Mientras que el peso del hollejo es afectado en mucho menor grado. Por lo tanto una respuesta al déficit hídrico es un incremento de la relación hollejo/pulpa, asociado a un aumento, por efecto de la concentración, del contenido de compuestos fenólicos en el mosto, independientemente del efecto sobre la biosíntesis.

La baya responde ante un estrés hídrico de dos maneras: una indirecta a través de la concentración que es siempre positiva y la otra directa por medio de la biosíntesis que puede ser positiva o negativa de acuerdo al compuesto fenólico, a la intensidad de la restricción hídrica y al estado fenológico en la que se lleva a cabo. La cantidad final de cualquier compuesto, es resultado de la combinación de procesos de biosíntesis y concentración.

Hay una estrecha relación entre la disponibilidad de agua, el crecimiento vegetativo, el crecimiento y composición de las bayas y los vinos. Aún en climas muy cálidos y secos la mejor constitución de racimos y vinos esta asociada a una disponibilidad de agua moderadamente deficitaria. Una alimentación de agua sin restricciones, acompañado por un funcionamiento fisiológico no limitado favorece un crecimiento vegetativo prolongado, rendimientos elevados,

las bayas son poco azucaradas y relativamente pobres en compuestos fenólicos. Por el contrario un déficit hídrico moderado, controla crecimiento vegetativo y modifica la distribución de asimilados entre órganos vegetativos y reproductivos a favor de las uvas (Koundouras, 1999).

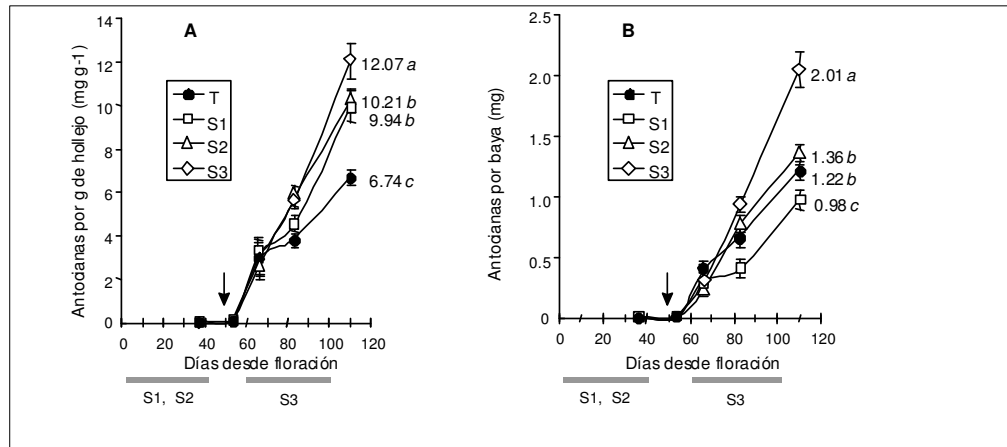


Figura 7 A: Contenido de antocianinas, expresadas en equivalentes de mg de malvidina, (A) por mg de peso fresco de hollejo y (B) en mg por baya, de bayas de Syrah sometidas a tratamientos de restricción hídrica. T= testigo; S1= restricción fuerte entre cuaje y envero; S2= restricción media entre cuaje y envero; S3 =restricción fuerte entre envero y madurez. (Ojeda *et al.* 2002). La flecha señala el inicio del envero.

Las barras verticales indican la desviación estándar. Valores seguidos por diferentes letras son significativamente diferentes entre ellos ($p \leq 0,05$).

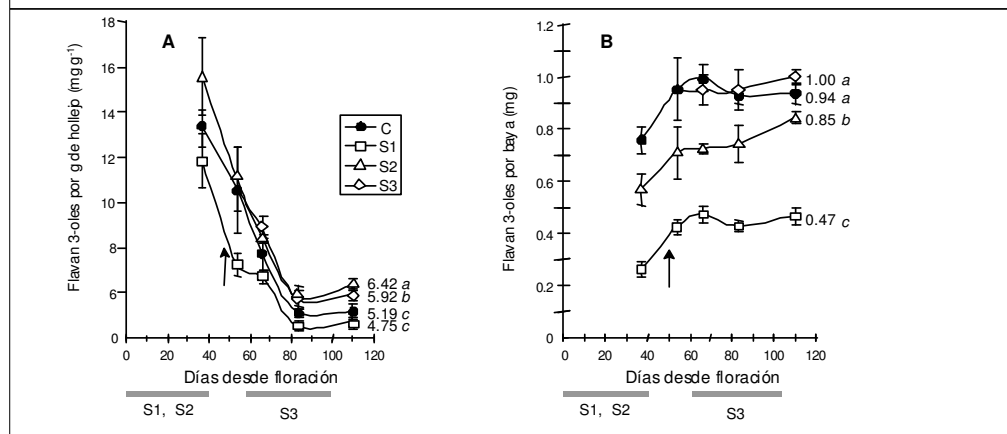


Figura 7 B : Contenido de flavan 3-oles (taninos monómeros), expresados en equivalentes de mg de catequina, (A) por mg de peso fresco de hollejo y (B) en mg por baya, de bayas de Syrah sometidas a tratamientos de restricción hídrica. T= testigo; S1= restricción fuerte entre cuaje y envero; S2= restricción media entre cuaje y envero; S3 =restricción fuerte entre envero y madurez. (Ojeda *et al.* 2002).La flecha señala el inicio del envero.

Las barras verticales indican la desviación estándar. Valores seguidos por diferentes letras son significativamente diferentes entre ellos ($p \leq 0,05$).

Buscar para cada situación particular el equilibrio que permita obtener uvas de alta calidad enológica y que este equilibrio sea compatible con un rendimiento que haga rentable el sistema productivo a la vez que sustentable en el tiempo, es el objetivo a seguir. Es en este contexto donde el control del rendimiento toma verdadera importancia como un conjunto de prácticas interrelacionadas.

2 - HIPOTESIS y OBJETIVOS

2.1. Hipótesis

2.1.1. Hipótesis General

Es posible aumentar la calidad de las uvas y del vino de un viñedo (medida en términos de un incremento del nivel de polifenoles en bayas y análisis sensorial de vinos) disminuyendo el rendimiento a partir de la modificación de alguno de sus componentes principales (número de racimos por planta, número de brotes por planta, diámetro y peso de bayas) manteniendo un equilibrio estable en el tiempo entre calidad de las uvas y el nivel de producción que determina la longevidad del viñedo y la sostenibilidad del sistema.

2.1.2. Hipótesis Específicas

Partiendo de una situación inicial correspondiente al manejo del viñedo realizado por la empresa, considerada como testigo y caracterizada fundamentalmente por la aplicación de una restricción hídrica de intensidad media a fuerte desde envero hasta cosecha, la respuesta del viñedo variará dependiendo del tratamiento aplicado con el fin de reducir el rendimiento en un 30%:

1. La aplicación de una restricción hídrica media a fuerte ($-0,4 \text{ MPa} \geq \Psi_b \geq -0,6 \text{ MPa}$) iniciada a partir del cuaje considerado como 100 % de estambres caídos y continuada hasta cosecha:
 - Reducirá el tamaño de las bayas, fuertemente dependiente de la disponibilidad hídrica de la planta durante el período de floración a envero.
 - Aumentará la concentración de polifenoles y aromas en las uvas y vinos como consecuencia de la reducción del tamaño de bayas.
 - La biosíntesis de taninos se reducirá y la de antocianinas no mostrará diferencias significativas respecto a un testigo sin restricción hídrica durante el período cuaje-envero.
 - Se producirá una disminución del rendimiento estimada en un 30 % debido, exclusivamente, a la disminución del tamaño de la baya, único componente del rendimiento afectado.
 - La concentración de azúcares no se verá afectada significativamente o aumentará levemente a expensas de la reducción del vigor vegetativo.
2. La eliminación del 30% de brotes en floración, considerada como 100 % de flores abiertas, con una restricción hídrica media a fuerte ($-0,4 \text{ MPa} \geq \Psi_b \geq -0,6 \text{ MPa}$) desde envero hasta cosecha:
 - Aumentará levemente el tamaño de la baya por efecto de compensación en reacción al menor número de racimos por planta.
 - Producirá una mayor síntesis de polifenoles y precursores aromáticos de la uva y del vino asociada a una mayor exposición de los racimos y los brotes como consecuencia de una canopia menos densa y a un aumento de la concentración por efecto de la reducción del rendimiento.
 - Reducirá el rendimiento principalmente debido a la disminución del número de brotes por planta y, por consecuencia, del número de racimos por planta.
 - Aumentará levemente la concentración de azúcares como resultado de la reducción del rendimiento, a un aumento de la fotosíntesis asociado a una mayor exposición de las hojas a la radiación solar.

3. El raleo del 30 % de los racimos en estado “grano de arveja”, bayas de 6 a 8 mm, con una restricción hídrica media a fuerte ($-0,4 \text{ MPa} \geq \Psi_b \geq -0,6 \text{ MPa}$) desde envero hasta cosecha:
- Aumentará la síntesis de azúcares, polifenoles y compuestos aromáticos de las bayas por un incremento de la relación superficie foliar/producción. Esto se reflejará en el mosto y vinos debido a que el efecto de “dilución” provocado por el raleo temprano al aumentar el tamaño de la baya será controlado, por la restricción hídrica tardía (común a todos los tratamientos).
 - Producirá una disminución del rendimiento debido, exclusivamente, a una reducción del número de racimos por brote aunque compensado, en parte, por un aumento del tamaño de la baya debido al menor número de racimos por planta.

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo General

Controlar el rendimiento de un viñedo para aumentar la calidad de la uva en términos de niveles de polifenoles, precursores aromáticos y azúcares y que esta mejora se aprecie en los vinos resultantes. Asimismo, asegurar la sostenibilidad, a través del tiempo, del rendimiento y la calidad de la producción.

2.2.2. Objetivos Específicos

Reducir el rendimiento en un 30% modificando sus componentes (número de racimos por planta, número de brotes por planta, diámetro y peso de bayas) mediante la aplicación de diferentes prácticas de manejo (restricción hídrica, desbrote y raleo de racimos) y determinar cual o cuáles de estas prácticas presentan la mejor combinación de calidad, rendimiento, factibilidad y sostenibilidad en las condiciones de un viñedo comercial.

3 - MATERIALES y METODOS

3.1. Lugar de la experimentación

3.1.1. Ubicación de la parcela

La experiencia se llevó a cabo en una finca de la empresa Bodegas y Viñedos Graffigna localizada en el Valle de Tulúm, principal oasis de la provincia de San Juan, ubicada en la calle Calle 12 y Vidart, departamento de Pocito, 20 Km al sur de la Ciudad de San Juan (Figura 8). La propiedad se encuentra a 618 m s. n. m. y geográficamente a una latitud de 33 grados 37 minutos Sur y longitud de 68 grados 32 minutos Oeste.

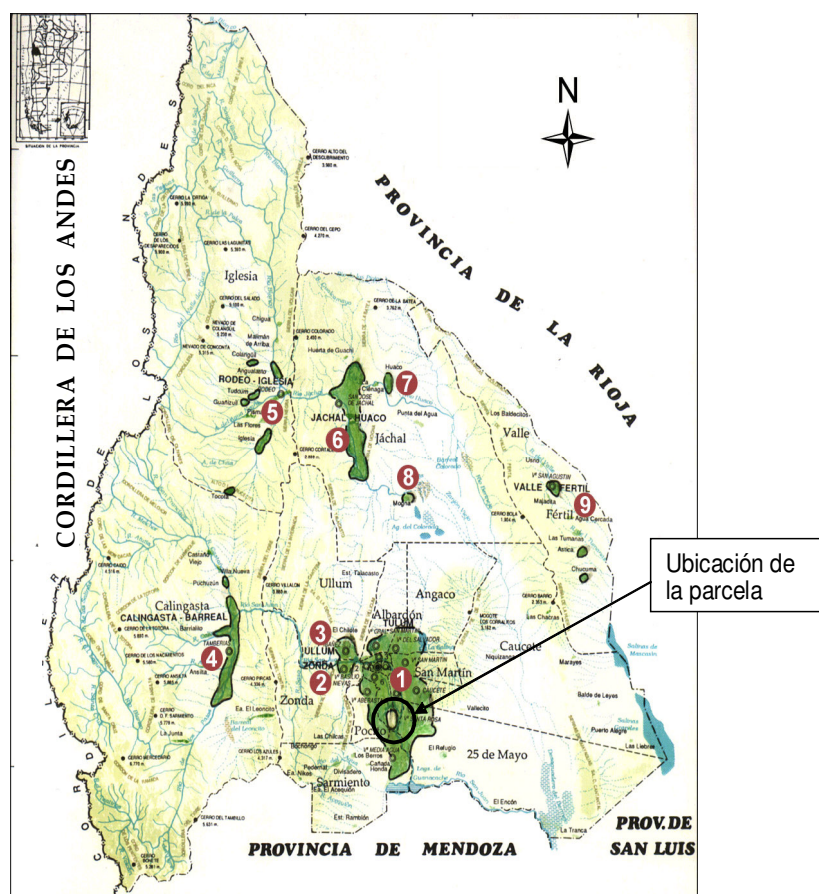


Figura 8: Mapa de la Provincia de San Juan mostrando (en verde) los diferentes oasis que se ubican en su territorio, el más extenso es el Valle del Tulúm (1) en el que se encuentra el departamento de Pocito, donde se llevó a cabo esta experiencia.

3.1.2. Clima

La provincia de San Juan se encuentra ubicada el centro-sur de la República Argentina y la mayor parte de su territorio esta ocupado por montañas entre las que se localizan los valles cordilleranos y precordilleranos que representan su superficie cultivable.

Datos de la estación meteorológica del INTA EEA San Juan, ubicada en la localidad de Pocitos, durante el período 1968–2002 indican que la temperatura media anual es de 17,6 °C, siendo enero el mes más cálido con 21,6 °C y julio el más frío con 8,5 °C. El porcentaje de humedad relativa es de 54% y el período de marzo a julio presenta valores superiores a la media e inferiores para el resto del año. Las precipitaciones alcanzan los 97,6 mm comprendidas en su mayoría entre los meses de diciembre y marzo esto genera un desbalance en el cultivo de la vid entre oferta y demanda hídrica lo que hace necesaria la práctica del riego.

3.1.3. Suelo

El suelo donde se realizó la experiencia fue clasificado como perteneciente al “Complejo El Salado”, según el estudio de suelos del Valle del Tulúm (Provincia de San Juan), realizado por el INTA en 1976. Este complejo se caracteriza por presentar suelos de distinta textura, con distribución anárquica que impide su separación cartográfica en distintas series.

Presenta tres capas bien diferenciadas, la primera de 0,0 m a 0,40 m de textura franco arenosa, con estructura masiva, seca y muy dura (compactada) con poco desarrollo radical, concentrado principalmente a poca distancia del tronco de la planta. La segunda, de muy poco espesor, de 0,40 m a 0,50 m de textura arenosa y desde esa profundidad hasta 1,0 m ripio con una matriz de arena fina. En la tercera capa el porcentaje de gravas es importante, constituyendo el 65 % en peso y un 50 % o más en volumen (Anexos I).

En la primera capa no existen problemas de salinidad ni en la Relación de Absorción de Sodio (RAS); el contenido de materia orgánica es menor al 1 %. El valor del peso específico aparente está de acuerdo con la textura y no indica compactación excesiva del suelo (Anexo III).

Se observaron problemas de infiltración en la línea de las plantas. Las muestras para determinar peso específico aparente se tomaron debajo de la planta y en la línea de goteros. En este sector el suelo se encontraba prácticamente seco, con sólo 8,8 % de humedad (justo debajo del gotero) casi en punto de marchitez permanente 6,22 % (Anexo II), mientras que hacia el lado opuesto de la melga se concentraba toda la humedad, principalmente debido a la deriva del agua por un problema de microrelieve, sumado a una costra superficial que reduce drásticamente la infiltración. Por lo tanto el volumen de suelo explorado por las raíces es muy reducido, al igual que la capacidad de almacenaje de agua del suelo. Debido a ello el suelo disponible para la planta es escaso, menos del 20 % de lo que se puede utilizar, y cualquier disminución en la frecuencia de riego podría ocasionar rápidamente una restricción hídrica en la planta.

3.1.4. Riego

3.1.4.1. Equipo

Se utilizó un sistema de riego por goteo. El equipo cuenta con laterales de 16 mm, emisores no autocompensados, ubicados cada 0,75 m que erogan un caudal de 2,3 L/h a una presión de 1,5 Kg/cm².

Previo al inicio de la experiencia se realizó el control de los goteros para verificar el caudal y la uniformidad de la distribución. El volumen medio entregado fue de 2,34 L/h, con un coeficiente de variación de 2,04 %.

La cañería terciaria se ubica en sentido oeste-este y divide al cuartel en dos parte iguales, de donde salen los laterales con los goteros. Por lo tanto cada hilera es regada por dos laterales diferentes, uno en la mitad sur y el otro en la norte.

Para la empresa, el cuartel completo donde se implantó el ensayo representa una unidad de riego y, como tal, se aplicó la modalidad utilizada rutinariamente que consiste en una restricción hídrica aplicada a partir de envero. Esta modalidad se consideró como testigo (Ver 3.5).

Para llevar a cabo la restricción temprana, de post-cuaje hasta cosecha, en las hileras correspondientes a este tratamiento se colocaron dos llaves esféricas sobre los dos laterales, a la salida de los tubos terciarios. De esta manera se logró restringir anticipadamente el agua durante el período de cuaje a envero. A partir del envero las llaves se mantuvieron permanentemente abiertas, siguiendo así un régimen hídrico similar al resto de los tratamientos.

3.1.4.2 Esquema de riego

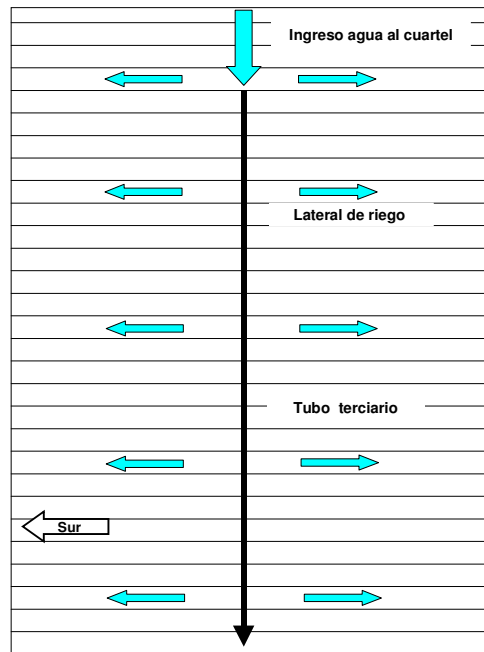


Figura 9: Esquema de distribución del agua de riego en la parcela, mostrando el ingreso de agua al cuartel, tubo terciario, laterales de riego y mangueras con los emisores. Correspondiente al ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en Syrah, realizado en el departamento de Pocito, San Juan durante la temporada 2002-2003.

3.1.4.3 Manejo del riego

El manejo del agua de riego en el ensayo se llevó a cabo considerando la reposición de la lámina diaria a través de la ecuación del tanque tipo "A". A partir del inicio del ensayo los coeficientes de cultivo de la fórmula fueron controlados y corregidos de acuerdo al estado hídrico efectivo de las plantas, determinado por el método de la cámara de presión.

Fórmula del método del tanque tipo "A" para determinación de la lámina de reposición:

$$E_{tc} = E_{to} \times K_p \times K_c$$

Donde:

Etc = Evapotranspiración del cultivo (mm/día).

Kp = Coeficiente del tanque "A"

Eto = Evaporación del tanque tipo "A" (mm/día).

Kc = Coeficiente del cultivo

Coeficiente del tanque A (Kp): Se emplearon los valores obtenidos por el INTA EEA San Juan, resultado de las investigaciones llevadas a cabo en la zona (Miranda *et al.*, 2000) Los coeficientes son los siguientes: septiembre 0,61; octubre y noviembre 0,66; diciembre 0,68; enero 0,64; febrero 0,67; marzo 0,66 y abril 0,67.

Coeficiente del cultivo (Kc): Se tomaron como referencia los valores desarrollados en la misma estación experimental por Castro y Liotta, 1998 (Tabla 3).

Mes	Valores Kc: día 1 a 10	Valores Kc: día 11 a 20	Valores Kc: día 21 a fin de mes
Septiembre	0,60	0,60	0,60
Octubre	0,63	0,68	0,70
Noviembre	0,89	0,95	0,95
Diciembre	0,95	0,95	0,95
Enero	0,75	0,75	0,70
Febrero	0,65	0,60	0,55
Marzo	0,50	0,40	0,40
Abril	0,30	0,30	

Las lecturas (Eto) se efectuaron diariamente en un tanque de tipo "A" ubicado a 50 m del viñedo (Anexo V) y fueron monitoreadas con los valores de la estación meteorológica del INTA San Juan, situada a menos de 1 Km de la parcela.

Diariamente a las 8:00 h se tomó el valor del Eto del tanque "A", que correspondió a un periodo de 24 h a partir de la misma hora del día anterior. Este valor se comparó con los de la semana previa antes de hacer la recomendación de riego correspondiente según el siguiente criterio:

- Para la mayoría de los días, el valor de Eto empleado en base a la formula del tanque tipo "A" se calculó en base al promedio de los últimos 7 días.
- En los casos en que un valor de Eto fue muy diferente, aproximadamente el doble a los anteriores, ya sea por una lluvia que lo redujo o una demanda ambiental muy grande que lo incrementó, se empleó el valor Eto del día para el cálculo de la lámina de riego y se siguió con atención la evolución durante los días posteriores. Cuando la demanda aumentó significativamente luego del riego se controló la evaporación a las 20:00 h y cuando fue necesario se regó de noche para mantener las plantas dentro de los niveles hídricos requeridos.

De esta manera se pudieron mantener durante todo el ciclo los niveles hídricos de las plantas de cada tratamiento dentro de los valores requeridos, sin mayores complicaciones.

El objetivo buscado al pensar en un manejo del riego como el empleado, que combinó el cálculo de la lámina de reposición diaria a través de la ecuación del tanque tipo "A" con el

control del estado hídrico de la planta a través de mediciones periódicas con la cámara de presión, fue evitar conducir el riego de manera rígida. Consecuentemente adecuar los aportes de agua a los requerimientos del cultivo (Ver 4.3) en función a la planificación del riego establecida, a los diferentes estados fenológicos del ciclo, a las fluctuaciones que se producen en las condiciones ambientales (Anexo IV-A y IV-B) que genera una demanda cambiante dentro de un mismo ciclo de cultivo y también entre años .

Por lo tanto dentro del esquema de riego de un viñedo es necesario considerar este comportamiento fluctuante de las condiciones ambientales y especialmente el efecto “año” para evitar repetir esquemáticamente ciclo tras ciclo los mismos aportes de agua.

Dentro de una temporada o entre temporadas la ocurrencia ya sea de manera individual o combinada de condiciones particulares como por ejemplo altas temperaturas, bajos contenidos de humedad ambiente, presencia de vientos especialmente cálidos y secos pueden provocar en sí mismo un estrés hídrico o incluso potenciar uno que se este llevando a cabo planificadamente con una restricción hídrica, colocando al viñedo fuera de los niveles hídricos preestablecidos, resultando con consecuencias negativas para el cultivo.

3.2. Variedad utilizada

El cepaje estudiado corresponde la variedad Syrah obtenido por selección masal a partir de materiales traídos a la zona desde Francia por un productor hace más de 40 años. El viñedo se implantó en 1998, sobre pie franco. La elección del cepaje utilizado en el ensayo se realizó conjuntamente con la empresa sobre la base de que la variedad Syrah es importante dentro de la estrategia de producción, por lo que generar conocimientos sobre él es una necesidad y puede tener una repercusión inmediata, además la variedad está adaptada a condiciones de climas cálidos, como los imperantes en la zona.

3.3. Marco de plantación y sistema de conducción

El viñedo presenta un distanciamiento de 2,30 m entre hileras y 2,0 m entre plantas, lo que representa una densidad de 2.174 plantas por hectárea. La disposición de las hileras es en sentido norte-sur y cada una de ellas cuenta con 63 plantas.

El sistema de conducción es un espaldero alto de 1,90 m de altura podado en cordón bilateral, formado a 1,10 m del suelo, con 7 pitones de dos yemas por brazo.

3.4. Manejo del cultivo

En la temporada 2002/03 los puntos sustanciales del manejo que realizó la empresa fueron los siguientes:

3.4.1. Riego

Al inicio del ensayo, el esquema de riego rutinario de la empresa, estaba constituido por dos riegos semanales de 6 horas cada uno (Anexo V). Al comenzar el ensayo, el 7 de Noviembre, se realizó una determinación del ψ_b de todo el cuartel para conocer el estado hídrico inicial del viñedo, esta determinación inicial dio como resultado un valor de potencial base promedio de - 0,4 MPa.

3.4.2. Poda

En cordón bilateral con 7 pitones de dos yemas por brazo, lo que representa 6,08 yemas francas/ m².

3.4.3. Control de malezas

Las malezas presentes en el cuartel donde se realizó el ensayo fueron: *Cyperus rotundus*, *Wedelia glauca*, *Sorghum halepense* y *Cynodon dactylon* como perennes, dentro de las anuales se observó un predominio de *Setaria sp.*

La distribución de estas especies en el cuartel estaba sectorizada: en la mitad este había una población prácticamente pura de *Cyperus rotundus*, mientras que el resto del cuartel presentaba una asociación entre las tres perennes restantes y *Setaria sp.*, predominando *Wedelia glauca*.

El control de las malezas se realizó mecánicamente en el interfilar, con tres pasadas de rastra de disco (4/10/02, 11/11/02 y 6/12/02) y control químico en la línea de las plantas, con glifosato en dos oportunidades (18/12/02 y 12/04/03). En la primera aplicación de glifosato, a razón de 2,88 kg i.a./ha -6 L/ha del formulado comercial Round up full (48%)®, las condiciones no fueron las óptimas, fundamentalmente el estado fenológico debido a que la maleza no estaba en floración (Bustos, 1993), por lo que el control no fue efectivo, las malezas se secaron y rebrotaron posteriormente. *Cyperus rotundus* no fue afectada de manera significativa. Debido a esto, una segunda aplicación fue realizada a la misma dosis cuando *Wedelia glauca*, que era la especie dominante, se encontraba en plena floración -momento más apropiado para la aplicación de este herbicida-. En esa oportunidad *Sorghum halepense* se encontraba en un 50% de floración y *Cyperus rotundus* en un 95 % de floración.

3.4.4. Tratamientos fitosanitarios

Se realizó un único tratamiento previo al inicio de enero (27/12/02) con una pulverización de 5 kg de oxiclورو de cobre (Alecya ®) WP 50% por hectárea más 200 mL/ha de formulado comercial de fenarimol (Rubigán ®) que corresponde a 0,096 kg i.a./ha (aplicado en 1000 L de agua por hectárea)².

3.5. Tratamientos de control de rendimiento ensayados

La restricción hídrica media a fuerte de $-0,4 \text{ MPa} \geq \Psi_b \geq -0,6 \text{ MPa}$ aplicada desde post-cuaje, considerado como 100 % de estambres caídos, que corresponde al estado 27 del sistema Eichorn-Lorenz modificado³ (Combe 1995), hasta cosecha estado 38 del mismo sistema se estima que producirá una disminución de la producción del 30 % debido exclusivamente a una reducción del tamaño de la baya, siendo este el único componente del rendimiento modificado. En los tratamientos de raleo de racimos y desbrote se trató de lograr el mismo resultado pero modificando otros componentes como número de racimos y de brotes respectivamente.

Testigo (T): Se consideró como testigo al manejo que realiza la empresa, fundamentalmente en el uso del agua. Contempló una restricción hídrica tardía, desde enero (estado 34 de E-L modificado) hasta cosecha (estado 38 de E-L modificado), de intensidad media a fuerte con valores de Ψ_b que se ubicaron en el rango de $-0,4$ a $-0,6 \text{ MPa}$ (Carbonneau, 1998). Se dejó una carga promedio de 24 brotes por planta⁴.

² El oxiclورو está indicado para peronóspora y el triafimefón para oidio, están registrados en vid. Las dosis recomendada de fenarimol es de (según CASAFE) 20 cc/HL del formulado comercial aplicado con 800 a 1500 L de agua/ha, mientras que para el oxiclورو de cobre al 50 % es de 5 Kg/ha del formulado comercial.

³ Sistema para identificar fases fenológicas desarrollado por Eichhorn-Lorenz (1977) y modificado por Combe (1995).

⁴ Sobre la base de 28 yemas francas por planta, que resultaron de la carga dejada en la poda, se decidió hacer una eliminación de brotes para uniformizar los tratamientos. Luego de observar y analizar la situación del viñedo se decidió dejar un promedio de 24 brotes por planta en la parcela correspondiente al ensayo.

Restricción hídrica a partir del post-cuaje (S): La restricción hídrica fue de intensidad media a fuerte y se inició precozmente a partir de post-cuaje, considerado como 100 % de estambres caídos (estado 27 de E-L modificado) y se mantuvo hasta cosecha (estado 38 de E-L modificado). El manejo hídrico entre envero y cosecha y el número de brotes por planta fue similar al tratamiento T.

Raleo de racimos (R): se eliminaron el 33 % de los racimos en estado “grano de arveja”, considerado cuando las bayas tuvieron 6 a 8 mm de diámetro (estado 31 de E-L modificado). El criterio utilizado fue extraer dos racimos de cada tres brotes consecutivos (en todos los casos se eliminó el segundo racimo desde la base del brote). El manejo hídrico y el número de brotes por planta fue similar al tratamiento T.

Desbrote (D): se eliminaron el 33% de los brotes hasta alcanzar una media de 16 brotes por planta, dejando el brote mejor ubicado de cada pitón. La operación se realizó en floración (estado 26 de E-L modificado). El manejo hídrico fue similar al tratamiento T.

3.6. Diseño e instalación del ensayo

3.6.1. Elección del cuartel y selección de las parcelas

El concepto básico para la elección del cuartel fue la homogeneidad de las plantas. Se eligió, en principio, un cuartel de 4,0 ha que en la temporada anterior (2001/2002) tuvo un rendimiento de 12,2 Mg/ha, dentro del cual, se eligió la mitad oeste del mismo por presentar mayor homogeneidad de acuerdo a la observación visual previa.

















Para estudiar y caracterizar la uniformidad de las plantas, se buscó una variable que no solo representara la situación de la actual temporada, sino también permitiera obtener una referencia cuantitativa de la historia del cultivo desde su inicio. Se puso especial énfasis en este último aspecto, sabiendo que una de las características básicas de este tipo de suelo es la distribución heterogénea de los perfiles en distancias cortas y que estas diferencias de suelo generan, entre otros, distintos grados de retención hídrica, compacidad, etc., que sin duda determinan diferentes comportamientos de las plantas.

Teniendo en cuenta lo precedente, se eligió como variable el diámetro del tronco. Debido a que para la gran mayoría de las plantas el diámetro es variable, se promediaron dos valores, el mayor y el menor, tomados a 5 cm. bajo la apertura de los brazos. Esta determinación se realizó en todas las hileras correspondientes a las 2 ha donde se implantó el ensayo. En cada una de estas hileras se seleccionó al azar el 20 % de las plantas sobre las que se realizó la medición. Con las determinaciones se calcularon las medias, los desvíos y los coeficientes de variación (Anexo VI). Finalmente sólo aquellas plantas que presentaron un diámetro medio menor a 20 mm fueron consideradas fuera de tipo y no tenidas en cuenta en el ensayo. No se consideró un límite superior.

De las más de 80 hileras estudiadas se eligieron 48, donde 16 correspondieron a las parcelas de los distintos tratamientos y el resto se utilizó para las borduras. Las hileras fueron seleccionadas siguiendo el siguiente criterio: 1º) las de menor coeficiente de variación entre las plantas; y 2º) que entre dos hileras seleccionadas hubiera como mínimo otras dos de bordura (Anexo VII)

3.6.2. Diseño estadístico

Las hileras seleccionadas como unidades experimentales se agruparon en cuatro grupos de acuerdo a los valores crecientes de sus medias. Cada grupo se consideró un bloque a los efectos del diseño estadístico del ensayo realizado en bloques completamente aleatorizados (D.B.C.A.), con 4 tratamientos y 4 repeticiones (Figura 10).

Hilera		Bloque	Tratam.
11			
12		II	S
15			
16		IV	R
19			
20		IV	T
21			
23		III	R
25			
26		III	S
28			
29		III	T
31			
32		I	S
34			
35		I	D
38			
39		I	R
41			
42		II	T
44			
45		II	R
48			
49		III	D
51			
52		IV	D
54			
55		IV	S
61			
62		I	T
66			
67		II	D

← Sur

Figura 10: Esquema del diseño estadístico del ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en Syrah, realizado en el departamento de Pocito, San Juan durante la temporada 2002-2003. Se observa la distribución de las unidades experimentales correspondiente a cada bloque y tratamiento.

3.7. Mediciones y determinaciones

3.7.1. Estado hídrico de las plantas

El estado hídrico de las plantas se determinó a partir de la medición directa del potencial hídrico de base en preamanecer, con una cámara de presión marca Biocontrol N° 1.

Para el muestreo se tomó la cuarta hoja expandida desde el ápice, correspondiente al extremo superior del tercio medio del brote (Carbonneau *et al*, 2003). Las hojas fueron cortadas y colocadas inmediatamente en una bolsa plástica en cuyo interior también se colocó un trozo de papel absorbente húmedo para disminuir el riesgo de deshidratación. Para cada medición se tomaron 6 hojas por repetición, 3 de la mitad sur y 3 de la norte. El tiempo medio transcurrido desde el corte de la primera hoja hasta la lectura de la tercera fue de 5 minutos y la determinación completa del estado hídrico del ensayo requirió aproximadamente de 3 horas.

La elección de las plantas se realizó al azar, evitando muestrear las plantas previamente marcadas para mediciones de crecimiento de brote y bayas, rendimiento, peso y número de sarmientos de poda.

3.7.2. Longitud de brotes

Luego del cuaje y prácticamente hasta cosecha, semanalmente se midió la longitud total del brote y número de nudos por brote. Para estas determinaciones en cada repetición se tomaron al azar dos plantas y dos brotes por planta, uno en el cordón del lado sur y el otro del lado norte.

3.7.3. Densidad de la canopia

El número de capas de hojas, el porcentaje de hojas y de racimos interiores y de claros en la canopia fueron determinados por el método de Point Quadrat previo a la cosecha (Smart and Robinson, 1991). Se utilizaron las mismas plantas que para determinar SFE y rendimientos

3.7.4. Superficie foliar expuesta (SFE)

Sobre las mismas plantas que se realizó la medición descrita en el punto anterior se calculó, previamente a la cosecha, la SFE con la fórmula propuesta por Carbonneau en 1995.

3.7.5. Expresión vegetativa y vigor

La expresión vegetativa se determinó mediante el peso total de los sarmientos por planta y el vigor por el cálculo del valor del peso medio del sarmiento. Se emplearon las mismas plantas que fueron cosechadas para determinar rendimiento.

3.7.6. Determinaciones en bayas

3.7.6.1. Muestreo

Para las determinaciones en bayas se realizaron muestreos en cinco fechas durante el período vegetativo: 1° - 14 de diciembre (cuaje + 40 días), 2° - 5 de enero (envero), 3° - 20 de enero (envero + 15 días), 4° - 4 de febrero (envero + 30 días), 5° - 12 de febrero (cosecha). Se seleccionaron 15 plantas al azar, diferentes de las elegidas previamente para la cosecha. En cada fecha y para cada repetición se tomaron 5 racimos de distintas plantas que fueron identificadas para asegurar de que no se repitieran los muestreos sobre las mismas plantas en fechas posteriores.

Los racimos, cortados a última hora del día, se colocaron en bolsas plásticas identificadas y dentro de una conservadora para mantenerlos a baja temperatura. Posteriormente se llevaron al laboratorio de Viticultura del INTA EEA Mendoza, donde se conservaron en frío hasta su procesamiento.

3.7.6.2. Preparación y análisis de las muestras de bayas

Tanto la preparación de las muestras como los análisis propiamente dichos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Viticultura del INTA EEA Mendoza:

Para la preparación de las bayas se utilizó el protocolo descrito por Ojeda (1999), donde cada racimo fue pesado y las bayas fueron separadas cortando el pedicelo con tijera. Las bayas se contaron y luego se pasaron a través de tamices para separar la muestra por clase de diámetros (menores de 8 mm, de 8 a 10 mm, de 10 a 12 mm, de 12 a 14 mm y de 14 a 16 mm). Se determinó la frecuencia, el peso y el diámetro de cada clase y de la población total de bayas en cada repetición. Una muestra de 100 g de bayas pertenecientes a la clase modal se identificó y se conservó en congelación para realizar posteriormente el análisis de composición polifenólica. Con el resto de las bayas se realizó la caracterización química de la uva a través del pH con PH-metro marca WTW pH 330 y grados Brix con un refractómetro marca Atago.

3.7.6.3. Extracción y determinación de compuestos fenólicos

3.7.6.3.1. Extracción El objetivo es extraer los compuestos fenólicos del hollejo de uva para realizar las determinaciones espectrofotométricas, de antocianinas, flavonoles, flavano3-oles monómeros, proantocianidinas y polifenoles totales. Se realiza sobre la clase modal en base a protocolos de Ojeda (1999).

Metodología

Equipo: se requiere de un contenedor de nitrógeno líquido.

Reactivos: Acetona al 70% (flavonoles, flavano3-oles monómeros y polifenoles totales)

50% de acetona al 80% y 50% de metanol al 80% (antocianinas y proantocianidinas) pH: 3,5

Materiales: tubos tipo Eppendorf de 2mL, micropipeta de 100 a 1000µL, tips de 1000µL de volumen máximo, mortero y pilón

Método analítico propiamente dicho. Se trabaja sobre la clase modal de la muestra de uva considerada, conservada en freezer. Se toman 5 bayas, se las pesa, se pesan las semillas (para futuros trabajos y para la caracterización) y se cuentan, se separa el hollejo con una pinza, y también se lo pesa y entonces se coloca el hollejo de las 5 bayas en el mortero, se agrega nitrógeno líquido y se muele hasta lograr un polvo. Se toman unos 60 mg de ese polvo, rápidamente para que no se descongele, y se colocan en 1,5 mL del solvente que se vaya a utilizar (dependiendo del análisis que se va a realizar). Se hacen 3 tubitos, para tener tres repeticiones. Luego se coloca 15 minutos en el agitador de plataforma, 30 minutos en el baño ultrasónico, y 10 minutos en la centrífuga a 10.000 rpm. Se trasvasa el sobrenadante a nuevos tubitos tipo Eppendorf correctamente identificados. Se conserva en el freezer, en el caso de flavonoles y flavano3-oles monómeros y polifenoles totales. Se colocan en cajas de cartón con el código de identificación y apóstrofes que indiquen las repeticiones. En el caso de análisis de antocianinas y proantocianidinas, se realiza inmediatamente el análisis.

3.7.6.3.2. Determinación

3.7.6.3.2.1. Polifenoles totales

Los polifenoles totales se estimaron como Índice de Polifenoles Totales (IPT):

$$IPT = DO_{280} - 4$$

donde DO_{280} es la densidad óptica a 280 nm para un paso óptico de 1 cm. y 4 es un factor de corrección para deducir los no fenoles que puedan tener alguna actividad óptica en esa banda espectral. La técnica se basa en la actividad óptica, específica, del anillo fenólico, en el sector ultravioleta del espectro.

Se sigue la técnica indicada por Iland et al. (1993), realizando las lecturas sobre diluciones del vino o del extracto de hollejos, este último obtenido por extracción parcial en caliente, 1:100 en agua destilada, con cubeta de cuarzo de 1 cm. de paso óptico y multiplicando las lecturas por la dilución.

3.7.6.3.2.2. Catequinas (3-flavanoles monómeros)

La determinación se realiza en extractos de película de uva y en vino, utilizando el método del p-dimetilamino cinnamaldehído (DMAC), desarrollado por Mc Murroug y Mc Dowell (1978) y puesto a punto en vinos por Zironi et al. (1992). Este reactivo actúa como agente cromógeno, reaccionando, en condiciones de fuerte acidez, con los carbonos 6 y 8, ricos en electrones, del núcleo A, de los 3-flavanoles. La reacción es muy rápida desarrollando una coloración azulada que se puede medir con espectrofotómetro VIS a 640 nm.

La técnica consiste en tratar 0,4 mL de la muestra de vino o de extracto de hollejos - previamente diluidos con metanol a 1:20 el vino y a 1:3 el extracto de hollejos - con 2 mL de DMAC, dejar reaccionar durante 10 minutos y se realiza la lectura en el espectrofotómetro a

640 nm. En el caso de las uvas las lecturas se referenciaron a una curva de calibración elaborada con catequina pura, como patrón, y se expresaron como mg de catequina/L de vino o mg catequina/Kg uva.

3.7.6.3.2.3. Proantocianidinas (taninos condensados totales)

Para la determinación de proantocianidinas se utiliza el método clásico desarrollado por Ribéreau-Gayon y Stonestreet (1966), que se basa en la reacción de Bate-Smith (1954). Esta reacción es la hidrólisis que sufren las proantocianidinas transformándose en antocianos (cianidina y delfinidina), cuando son sometidas a un medio fuertemente ácido, en caliente y en presencia de una sal de Fe, como catalizador. Los antocianos desarrollados en la hidrólisis se pueden medir por espectrofotometría VIS, previa deducción de los antocianos que ya poseía el vino o la uva.

La técnica consiste en someter a baño maría, durante 20 minutos, a una mezcla de 0,300 mL de vino diluido 1:6 con butanol, más 2,7 mL de solución reactiva ($\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ en butanol, con 10% de ClH 37%), en tubo de vidrio roscado (tubo 1). Otro tubo se prepara en forma similar, pero con solución ácida sin catalizador - $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ - y no se somete a calentamiento (tubo 2). A continuación se mide la absorbancia óptica con espectrofotómetro VIS a 547 nm de ambas porciones. La concentración de proantocianidinas surge de restar ambos valores de absorbancia y se refiere a una curva patrón confeccionada con cianidina (Extrashinthesys, Francia). En el caso del análisis de hollejos, se utilizó su extracto diluido 1:5 con butanol.

3.7.6.3.2.4. Antocianos totales

Para la determinación de antocianos totales en el vino, se utiliza la técnica del blanqueo con bisulfito (Ribéreau-Gayon y Stonestreet, 1965), siguiendo los protocolos analíticos de Ough and Amerine (1988). En esta técnica se utiliza SO_3HNa para blanquear los antocianos no polimerizados, los que son dosados por diferencia con respecto a una muestra no sometida a blanqueo. Las determinaciones se realizan como absorbancia óptica a 520 nm y en medio fuertemente ácido a fin de que todos los antocianos se encuentren bajo la forma coloreada flavilium. Las mediciones se refieren a la absorptividad molar de la malvidina 3-glucósido y se expresan como mg antocianos/L vino. En las uvas, se adopta la técnica de extracción parcial en caliente descrita por Riou y Asselin (1996).

3.7.6.3.2.5. Intensidad colorante y del matiz

La intensidad colorante se determina siguiendo la técnica indicada por Lland et al. (1993). En celdas de paso óptico de 1 mm se determina, con espectrofotómetro VIS, la absorbancia a 520 nm y a 420 nm sin modificar el pH del vino. La intensidad colorante se expresa como la suma de la DO_{420} más la DO_{520} . El matiz se expresa como la razón entre de la DO_{420} y la DO_{520} .

3.7.6.3.2.6. Determinación de Flavonoles en vino por espectrofotometría UV-Vis.

Equipos: Espectrofotómetro UV-Visible marca SSI UV 2101 Spectrophotometer, balanza analítica

Materiales: Cubetas de cuarzo o plástico de 1 cm. de paso óptico, espátula de acero inoxidable, varilla de vidrio, matraces de vidrio aforados de 50 mL, probeta de 100 mL, pipeta automática de 1000 μL de volumen máximo, tips de 1000 μL de volumen máximo.

Reactivos: Aminoetil difenilborinato (Fluka, pureza > 97 %)

Solventes: Metanol p.a (Alkemit, título 99,8%), agua destilada.

Procedimiento: El vino se analizará directamente sin extracción previa. La extracción de compuestos fenólicos en uva se realiza de acuerdo al protocolo anexo.

Tratamiento de las muestras

Vino: En este caso es necesario eliminar la interferencia de los polisacáridos, por lo que se realiza una dilución 1:3 del vino con metanol, al agregar el metanol se forma un precipitado nuboso, el cual se separa por centrifugación 5 minutos a 4000 rpm.

Tanto en extracto de uva como en vino, se debe realizar la determinación del color propio de la muestra, ya que este interfiere en la medición a 410 nm, luego se debe restar dicho valor a la lectura de la muestra con el agregado de NEU:

$$\text{Abs flavonoles} = (\text{Abs muestra} + \text{NEU}) - (\text{Abs muestra} + \text{metanol})$$

Análisis de Flavonoles : Tomar con pipeta automática 0,3 mL del extracto de uva o del vino ya diluido y centrifugado. Agregar 2,7 mL de Neu 0,05% (ver A.1.2) y homogeneizar. Dejar reposar 2 minutos, tapado, para el desarrollo del color (ver cinética de reacción, A.2.1), leer en espectrofotómetro UV-Visible a 410 nm con cubeta de 1 cm. de paso óptico. El blanco se prepara colocando 0,3 mL de metanol y 2,7 ml de NEU 0,05%. Para determinar el color de la muestra se colocan 0,3 mL del vino diluido o extracto de uva y se le adicionan 2,7 mL de metanol, se homogeniza y se lee en espectrofotómetro UV-Visible a 410 nm con cubeta de 1 cm. de paso óptico. Cada muestra se analiza por triplicado.

Resultados: La concentración de flavonoles se calculó a través de una curva patrón realizada con quercetina y los resultados se expresaron en mg/baya y mg/Kg en el caso de uva y en mg/L en el caso de vino, en este último se debe recordar aplicar el factor de dilución al resultado.

3.7.6.3.2.7. Componentes del color rojo (antocianos coloreados libres, color copigmentado, color polimérico) y de los antocianos decolorados por el SO₂

Se utiliza la metodología propuesta por Boulton (1996), para lo cual los vinos previamente fueron ajustados a pH 3,6 y filtrados con membrana (0,45µm de poro). Luego distintas fracciones de los vinos se tratan con acetaldehído, para liberar los antocianos asociados a SO₂; con SO₃Na para decolorar los antocianos monoméricos y diluidas 1:20 con agua destilada para romper la copigmentación. Todas las fracciones, incluida la sin tratar, se miden con espectrofotómetro VIS a 520 nm. Las fracciones de color se expresan en unidades de DO₅₂₀ y quedan determinadas así:

Color debido a antocianos copigmentados: $[C] = (A^{\text{acet}} - A^{20})$

Color debido a antocianos polimerizados con taninos: $[P] = A^{\text{SO}_2}$

Antocianos coloreados libres: $[A] = [T] - ([C] + [P] + [I])$

Color total: $[T] = A^{\text{acet}}$

Antocianos asociados a SO₂ (incolores): $[I] = (A^{520} - A^{\text{acet}})$

Para la preparación de las distintas fracciones se siguió la siguiente técnica:

A^{acet}: 20 µL de solución de acetaldehído 10% en agua (v/v) se agregaron a 2 mL de la muestra de vino en una cubeta de 10 mm. Después de 45 minutos se leyó la absorbancia a 520 nm en una cubeta de 1 mm. La lectura se multiplicó por diez para referirla a un paso óptico de 10 mm.

A²⁰: 100 µL de vino se agregaron a 1.900 µL de solución buffer (24 mL etanol puro, 176 mL agua destilada, 0,5 g bitartrato de potasio, ajustado a pH 3,6 con ClH o NaOH). Después de unos minutos se midió la absorbancia a 520 nm en cubeta de 1 cm. de paso óptico.

A^{SO₂}: 160 µL de solución de SO₂ 5% (SO₃Na en agua) se agregaron a 2 mL de la muestra de vino en una cubeta de 10 mm. Inmediatamente se midió la absorbancia a 520 nm en cubeta de 1 mm.

A⁵²⁰: Se coloca el vino en cubeta de 1 mm y se lee la absorbancia a 520 nm. La lectura se multiplica por diez para referirla a un paso óptico de 10 mm.

Las lecturas de las fracciones de vino que tuvieron agregado de otra solución, se corrigen multiplicándolas por la dilución que causa dicho agregado.

3.8. Cosecha

En cada unidad experimental, la cosecha se realizó sobre 7 plantas elegidas al azar que fueron seleccionadas al inicio del ensayo entre el 20 % de las plantas sobre las que se determinó el diámetro medio para estudiar la uniformidad de la parcela. Sobre estas siete plantas no se realizó ningún muestreo destructivo durante el ensayo, sólo se utilizaron para las determinaciones de Point Quadrat y Superficie Foliar Expuesta.

Se cosecharon todos los racimos de cada planta y se colocaron en cajas plásticas independientes. Se contó el número de racimos y se pesó (con una balanza digital de campo) la producción de cada planta individualmente. Finalmente la uva se mezcló por tratamiento para realizar las vinificaciones correspondientes.

La fecha de cosecha se determinó sobre la base de los resultados de la evolución de los azúcares medidos en grados Brix⁵ y la observación del ensayo. La cosecha se realizó el 12 de Febrero de 2003 a partir de las 19 h y hasta las 24 h. Las uvas fueron transportadas a la bodega del Centro de Estudios Enológicos INTA EEA Luján de Cuyo, Mendoza, durante la madrugada. Para comenzar inmediatamente la elaboración.

3.9. Vinificaciones

El proceso de vinificación se inició pasando los 100 Kg de uva de cada tratamiento por una molidora descobajadora. El mosto obtenido se llevó a los tanques de fermentación de acero inoxidable e inmediatamente se realizaron análisis de acidez total, pH y Brix. Posteriormente el caldo de fermentación se acidificó con ácido tartárico hasta llegar a 7,5 g/L de ácido tartárico, además se incorporó SO₂ bajo la forma de metabisulfito de K a razón de 50 mg/L. Finalmente se agregaron levaduras seleccionadas "D-254" a razón de 35 g/HL. Los tanques permanecieron en un ambiente con temperatura controlada, donde los mostos fermentaron dentro del rango de 26 °C a 27 °C, hasta consumir prácticamente todo el azúcar. Durante el proceso de fermentación se realizaron dos remontajes diarios hasta llegar a rastros de azúcar -para hacer un aporte de oxígeno especialmente en la parte exponencial de la curva de fermentación- y dos inmersiones diarias del sombrero desde inicio de fermentación hasta el descube. Este último se efectuó el 27 de Febrero, colocando el vino en damajuanas de 25 L en un ambiente con temperaturas de 18 °C a 22 °C por 20 días donde se llevó a cabo la fermentación maloláctica espontánea. Posteriormente se trasegó, se agregó SO₂ hasta llevarlo a 25 mg/l de SO₂ libre y se colocó en cámara frigorífica hasta mediados de mayo.

Luego se le realizaron análisis en los vinos de acidez total, alcohol % volumen, pH, intensidad colorante y polifenoles.

⁵ La determinación de los azúcares se realizó sobre una muestra de 50 bayas por repetición, sacando un grano por planta tomando sucesivamente de la parte superior, media y baja del racimo. Todas las muestras se llevaron inmediatamente al laboratorio, se obtuvo el jugo con un mortero, se filtro para posteriormente hacer la lectura con un refractómetro con corrección automática de temperatura.

3.10. Análisis sensorial

La evaluación se llevó a cabo el 23 de mayo de 2003 según la planilla de degustación del ENSAM. Los descriptores utilizados fueron visual: intensidad y matiz, olfativo: intensidad global, nota vegetal, floral, frutal y especiada; gustativo: acidez, gras, astringencia calor, amargo concentración y persistencia aromática. Se consideró una escala desde uno a cinco que corresponde respectivamente desde ausencia del descriptor hasta muy fuerte respectivamente.

El jurado estuvo conformado por los 30 participantes del módulo de Análisis Sensorial que se dictó en la Maestría de Viticultura y Enología.

3.11. Análisis Estadísticos

Los datos fueron analizados con el programa STATGRAPHICS®, versión 4. Fueron sometidos a un análisis de la variancia y comparación medias con Duncan con un nivel de confianza del 95 %.

4. RESULTADOS

4.1. Condiciones ambientales

En el período de agosto 2002 a mayo 2003 las temperaturas aumentaron hasta alcanzar un máximo en enero y luego decrecer. Un comportamiento similar tuvo la evaporación desde el tanque "A". La humedad relativa mostró una evolución inversa, con los menores valores entre noviembre y febrero, excepto en diciembre que resulto más húmedo y con las mayores precipitaciones (Figura 11 y Anexo IV-A).

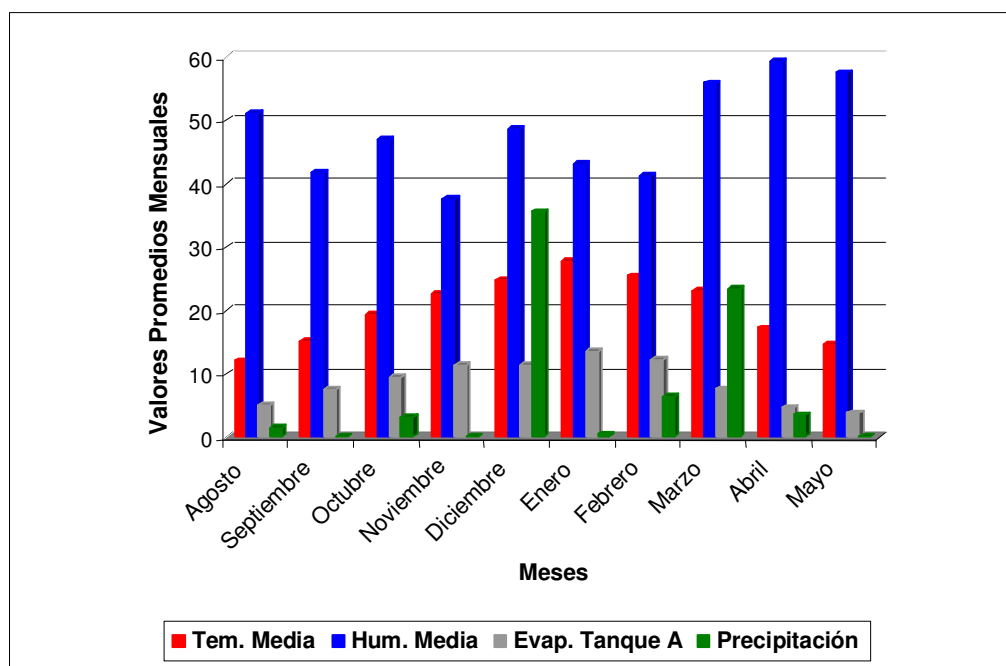


Figura 11: Valores medios mensuales de temperatura (°C), humedad relativa (%), evaporación del tanque "A" (mm) y precipitaciones (mm) durante el período comprendido entre agosto de 2002 a mayo de 2003, para la localidad de Pocito, provincia de San Juan, Argentina. Fuente: Departamento de Meteorología INTA EEA San Juan.

4.2. Fenología

Para la variedad Syrah en Pocito San Juan, en las condiciones del ensayo la duración del ciclo de brotación a maduración fue de 146 días (Tabla 4).

Se consideró como envero cuando del 30 al 50 % de las bayas pasaron de consistencia firme, color verde neto, opaco sin semillas visibles a un grano más blando -característica muy evidente-, de color verde amarillento brillante que deja ver las semillas de manera algo borrosa.

Al momento de realizar el último control de madurez, el testigo tenía una concentración de azúcar algo menor que el resto 24,5 °Brix, comparado a los 25,2 °Brix de S, 25,8 °Brix del R y 26,2 °Brix del D.

Tabla 4: Determinación e identificación de estados fenológicos según el sistema desarrollado por Eichorn-Lorenz (1977) y modificado por Combe (1995). Momentos de aplicación de los tratamientos en el ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en Syrah. Realizado en la temporada 2002-2003 en el departamento de Pocito, provincia de San Juan. T: Testigo, S: Restricción hídrica desde cuaje, R: Raleo de racimos, D: Desbrote.

Fecha	Estado Fenológico	Identificación fenológica según E-L modificado	Días desde brotación	Duración (días)
17-09-02	Brotación	50 % de yemas "punta verde" (4)	0	
26-10-02	Floración	100 % de flores abiertas (26)	39	5
03-11-02	Cuaje	100 % de estambre caídos (27)	45	
07-11-02	Grano 2 mm	Inicio restricción post-cuaje en tratamiento S (27)		Cuaje a Envero 57
23-11-02	6-8 mm	Raleo racimos tratamiento R (31)		
30-12-02	Inicio Envero	30-50 % de bayas (34)	102	Envero a Cosecha 44
31-12-02	Envero	Inicio restricción post-envero en tratamientos T, R y D (34)		
12-02-03	Madurez	Superior a 24 °Brix (38)		

4.3. Manejo del riego y control del estado hídrico de la parcela

Para determinar la lámina de riego de acuerdo a la modalidad establecida para cada tratamiento se consideraron los valores obtenidos con la ecuación del método del tanque tipo "A", ajustados según el estado hídrico de las vides controlado con mediciones de potencial hídrico foliar de base (Ψ_b).

El esquema rutinario de riego de la empresa estaba constituido por dos riegos semanales de 6 horas cada uno. El 7 de Noviembre, al inicio del ensayo, se realizó una determinación del Ψ_b de todas las repeticiones de cada tratamiento para conocer el estado hídrico general del cultivo y evaluarlo en función de la modalidad de riego aplicada hasta ese momento. El resultado de la primera lectura mostró un potencial base de - 4,11 bar, sin observarse diferencias significativas entre los valores de las 16 hileras con un coeficiente de variación del 5,2 % (Tabla 5).

Los valores de Ψ_b mostraron que las plantas se encontraban en una situación de restricción hídrica moderada. La lámina y frecuencia de riego aplicadas, asociada a la baja capacidad de retención del suelo (11,6 %) y a un pobre volumen explorado por las raíces (20%) fue determinante para que las plantas estuvieran en condiciones de restricción hídrica (Anexo I y II). Por esto se decidió modificar el esquema de riego, pasando de dos aplicaciones semanales de seis horas cada una a un riego diario (Anexo V), excepto en los días con precipitaciones donde se suspendieron los riegos hasta que pasó el efecto de la lluvia, controlado siempre con Ψ_b .

Tabla 5: Valores medios de potencial hídrico foliar de base (Ψ_b , en bares) medidos en las 16 unidades experimentales el 7 de noviembre de 2002, al inicio del ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en Syrah, departamento de Pocito, provincia de San Juan. T: Testigo, S: Restricción hídrica desde cuaje, R: Raleo de racimos, D: Desbrote.

Tratamientos	Potencial base (bares)				
	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	Media
T	- 3,97	- 4,03	- 4,03	- 4,36	-4,09
S	- 3,66	- 4,21	- 3,96	- 4,31	-4,03
R	- 3,68	- 4,28	- 4,25	- 4,41	-4,15
D	- 4,05	- 4,21	- 4,30	- 4,11	-4,16
Media	-3,84	-4,18	-4,13	-4,29	- 4,11

Además de la modificación de la frecuencia de riego en los tratamientos T, D y R, también se incrementó la lámina aplicada para salir de los niveles de restricción moderada y pasar a una situación de restricción leve. Mientras que S, con un Ψ_b promedio cercano a -4 bares, se encontraba en el límite superior del rango requerido (de - 4 a -6 bares), por esta razón, se redujo la lámina al momento de iniciar el control del riego de modo mantener el estado hídrico de las vides en los niveles deseados (Figura 12, Anexo V).

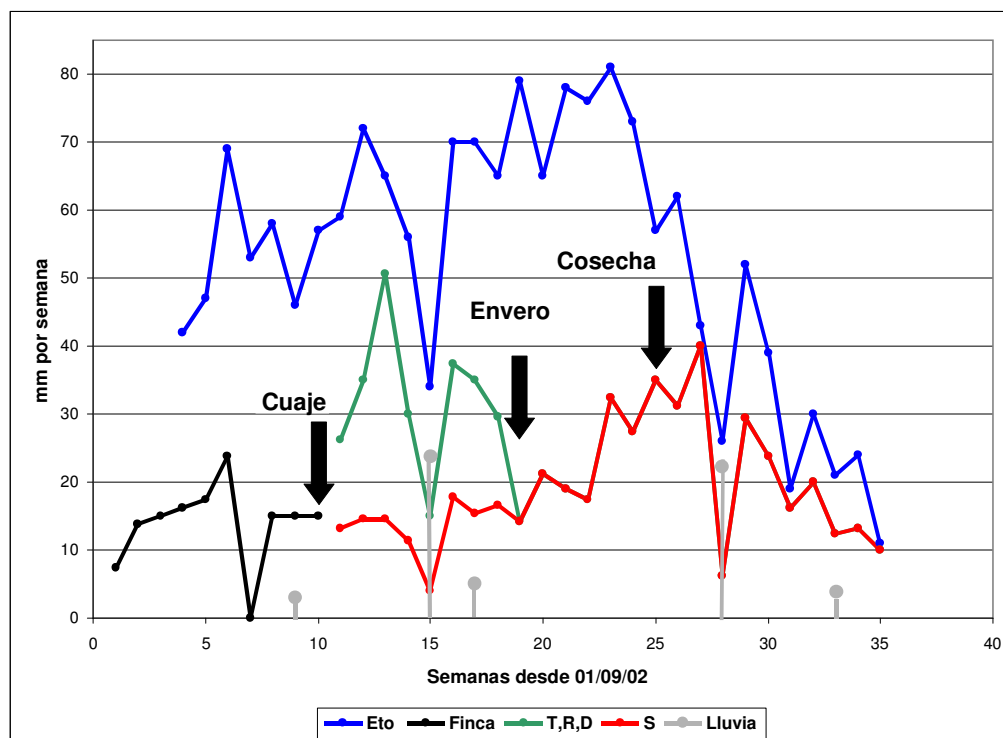


Figura 12: Valores semanales de Eto de tanque "A" de la finca (mm), precipitaciones (mm) del INTA EEA San Juan y láminas de riego aplicada (mm) para los tratamientos del ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en Syrah, desde 01/09/03 hasta fin del ciclo. Departamento de Pocito, provincia de San Juan. T: Testigo, S: Restricción hídrica desde cuaje, R: Raleo de racimos, D: Desbrote.

Para el cálculo de las láminas de riego para los tratamientos T, R y D se emplearon los valores de K_p (Ver 3.1.4.3) y los K_c disponibles (Tabla 3), estos fueron modificados en base a las mediciones de Ψ_b .

Se comenzó en noviembre con un K_c de 0,70 y a partir de diciembre se incremento a 0,75 (menores a los valores de 0,89 y 0,95 considerados como referencia). Durante este período la lámina para S fue calculada como un porcentaje de la aplicada a los otros tratamientos, oscilando del 42 al 50 %. A partir de enero, con el inicio del envero y de la restricción hídrica en T, R y D, el riego de todos los tratamientos se unificó aplicando el mismo criterio que para S, empleando un K_c de 0,75 hasta cosecha.

La modelización de la lámina de riego teórica que debería haberse aplicado en base a la ecuación del método del tanque tipo "A" (Figura 13) da como resultado valores superiores, a los efectivamente aplicados en los tratamientos T, R, D y S hasta cosecha. Por lo que el control del nivel hídrico de las plantas con el Ψ_b redujo los aportes de agua de manera considerable. Deduciendo que en un suelo sin los problemas físicos que presentó el del ensayo (Anexo I y II), el ahorro de agua hubiese sido mayor aún.

Luego de la cosecha las láminas se incrementaron más que proporcionalmente a la evaporación registrada con el propósito de colocar a las vides de todo el ensayo, en una situación sin restricción hídrica con el objetivo de no perjudicar la acumulación de sustancia de reserva durante el período de post-cosecha.

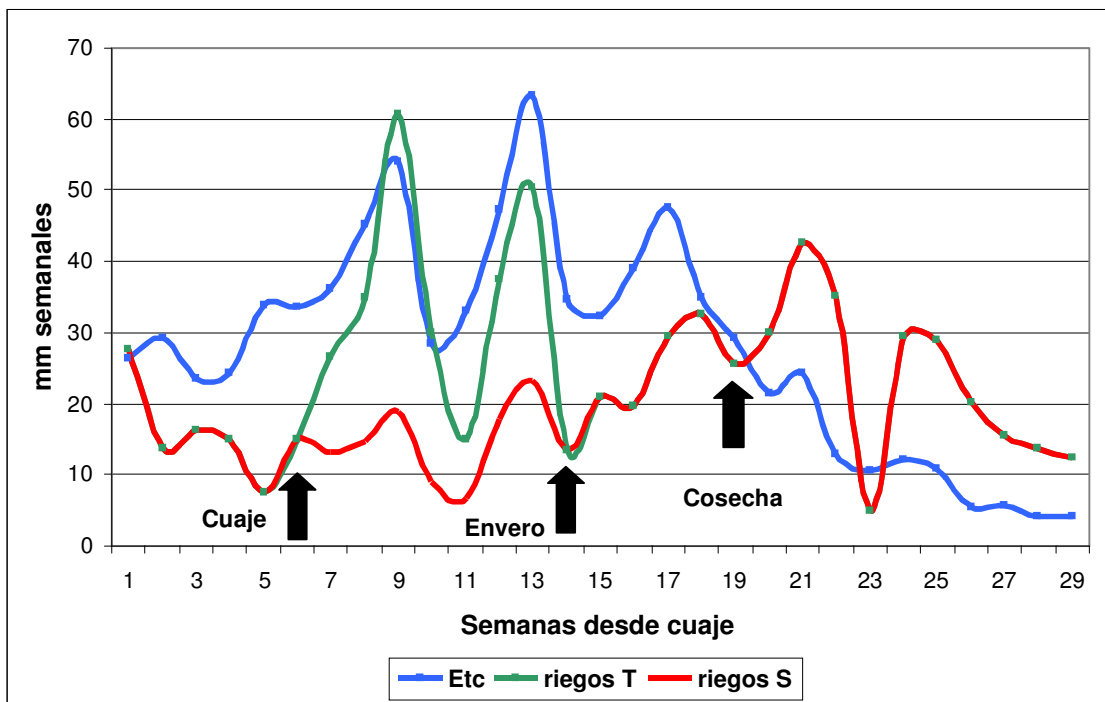


Figura 13: Valores semanales de Etc calculados a través de la ecuación del tanque tipo "A" (mm) y láminas de riego efectivamente aplicadas (mm) para los tratamientos T: Testigo, S: Restricción hídrica desde cuaje, R: Raleo de racimos, D: Desbrote del ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento para la variedad Syrah, realizado durante la temporada 2002-2003 en el departamento de Pocito, provincia de San Juan.

4. 4. Evolución del estado hídrico de las plantas

El seguimiento de estado hídrico de las plantas, a través de las mediciones de Ψ_b , comenzaron en cuaje y se extendieron hasta luego de realizada la cosecha. (Figura 14, Anexo VIII-A).

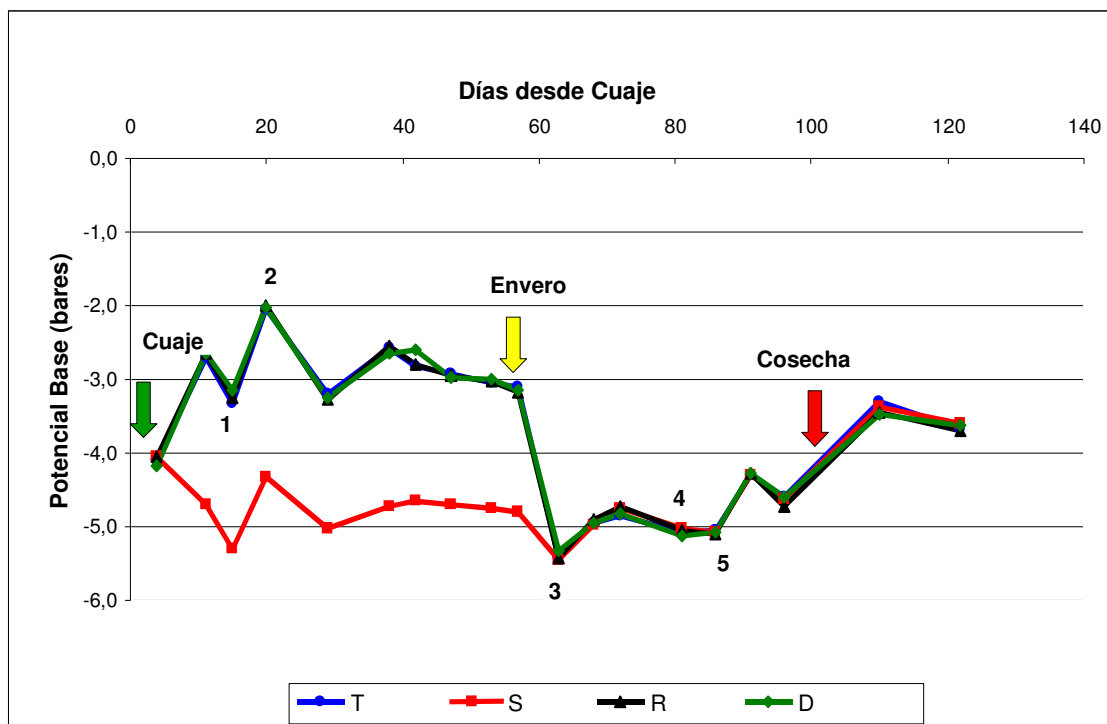


Figura 14: Evolución del potencial hídrico foliar de base (Ψ_b) de plantas de Syrah sometidas a distintos tratamientos (T: Testigo, S: Restricción hídrica desde cuaje, R: Raleo de racimos, D: Desbrote) correspondientes al ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en Syrah durante la temporada 2002-2003. Departamento de Pocito, provincia de San Juan.

Las vides con restricción hídrica temprana (S) fueron sometidas a Ψ_b entre -4,0 y -5,5 bares desde cuaje a cosecha, es decir dentro de los límites de una restricción moderada. Sólo en situaciones particulares se superaron estos niveles. Para los tratamientos T, R y D los Ψ_b se mantuvieron alrededor de -3,0 bares de cuaje a envero y luego tuvieron un comportamiento similar a S.

Si bien la mayor parte del tiempo las plantas estuvieron dentro de los valores de Ψ_b preestablecidos, se pueden hacer algunos comentarios respecto de puntos máximos y mínimos registrados (Figura 14, Anexo VIII - B):

1 – El 18 de noviembre, 15 días luego del cuaje (punto 1): Durante los días previos los valores de evaporación fueron inferiores a los 10 mm diarios y el día anterior a la medición llegó a 15 mm, favorecido por la ocurrencia de un viento Zonda⁶. Esto que generó una mayor demanda de

⁶ El viento Zonda es un viento típico de la zona que sopla normalmente desde el oeste (de la Cordillera de Los Andes) y se caracteriza por presentar altas temperaturas y humedades relativas inferiores al 5 %.

agua, registrándose valores de Ψ_b inferiores a -3 bares para T, R y D, y menores a -5 bares para S.

2 – El 23 de noviembre, 20 días después del cuaje, se realizó una pequeña experiencia para intentar determinar los valores máximos de Ψ_b posibles de alcanzar en situaciones de riego no restrictivo. Las parcelas correspondientes a los tratamientos T, R Y D, fueron regadas los días 21, 22 y 23 de noviembre de 0:00 h a 7:00 h Durante las 7 h se aplicó una lámina de 8,75 mm. El día 23 se regó también en el mismo horario, de modo que durante la determinación de los Ψ_b , que se llevaron a cabo de 03:00 a 06:00 h, se estaba regando por lo que el suelo se encontraba en capacidad de campo. Los valores medios registrados en los tres tratamientos no superaron los -2 bares.

3 – El 5 de enero, 43 días posteriores al cuaje, todos los valores de Ψ_b resultaron inferiores a -5 bares, debido a que a partir de enero (31/12/02) se redujo la lámina de riego diario de 5 mm a 2,2 mm. De esta manera se inició el período de restricción en los tratamientos T, R Y D de acuerdo a lo previsto en la planificación del ensayo (restricción testigo aplicada por la empresa).

4 – El 23 de enero, 61 días luego de cuaje, los valores de evaporación de los días previos fueron elevados y los Ψ_b cayeron levemente por debajo de -5 bares.

5 – El 31 de enero, 69 días a partir del cuaje, las condiciones extraordinarias de temperaturas medias y humedades relativas del 30 de enero, sumadas a la presencia de un viento Zonda por espacio de 5 h con una temperatura máxima de 45,6 °C -en abrigo meteorológico- y una humedad relativa menor al 5% generaron una evaporación de 18 mm. Para adaptar el riego a esta situación, durante la noche del 31, se realizó un rápido control del Ψ_b , no programado, tomando sólo dos hojas por repetición, los valores fueron: T = -4,9 bares, S = -5,1 bares, R = -5,1 bares y D= -5,0 bares. Debido a esto se decidió aumentar la lámina de riego a 7 mm/día.

Al inicio del enero, antes de comenzar la restricción hídrica en los tratamientos T, R y D, se realizó una cinética de potenciales durante un día, para estudiar el comportamiento hídrico de las vides ante las dos situaciones diferentes de riego. Se comenzó el 30/12/02 a las 00:00 h y finalizó 24 horas después. Se llevó a cabo sobre plantas de las unidades experimentales 29 y 26 que corresponden a los tratamientos T y S respectivamente

Se observó que durante el día los valores de Ψ_h correspondientes a T, que no se encontraba en restricción hídrica moderada en ese momento, fueron superiores significativamente a los registrados para S (Figura 15, valores en Anexo IX). Si bien las diferencias se mantuvieron durante todo el día, fueron mayores en los momentos de Ψ_h más bajos, es decir entre las 15:00 y 17:00 h Durante este período los valores permanecieron relativamente estables comparados con el resto del día.

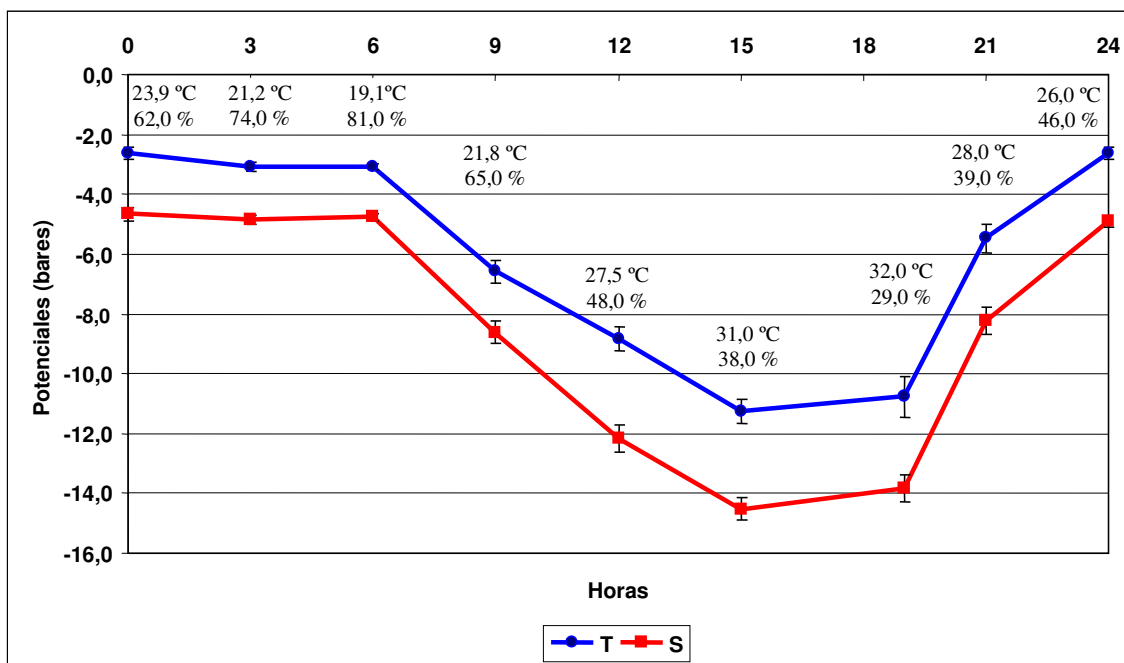


Figura 15: Cinética de potencial hídrico foliar perteneciente a los tratamientos de restricción media a fuerte desde post-cuaje a cosecha (S) y restricción media a fuerte desde post-envero a cosecha (T). Al momento realizar esta experiencia, el día 30 de enero de 2002 -inicio de envero- T se encontraba aún bajo una restricción leve, comenzando con la restricción media a fuerte al día siguiente. Se presentan los valores de temperatura (°C) y humedad relativa ambiente (%) de cada momento de medición del potencial. Datos correspondientes al ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en Syrah en el departamento de Pocito, provincia de San Juan. Las barras verticales en cada muestreo corresponden a los desvíos respectivos.

4.5. Crecimiento vegetativo

Cuando las vides fueron expuestas a un situación de restricción hídrica, inducida por el manejo del riego, especialmente en S, lo primero afectado fue el crecimiento vegetativo de las plantas, reduciendo el vigor de las mismas. Este comportamiento se observó a través de las determinaciones de longitud y número de nudos por brote, perímetro foliar expuesto, mediciones de Point Quadrat (Smart and Robinson, 1991), peso de poda y con las diferencias en el diámetro medio del tronco antes y después del ensayo.

4.5.1. Longitud de brotes

Las longitudes iniciales de los brotes fueron similares para T, S y R con 119,3 cm 123,3 cm y 122 cm respectivamente, mientras que para D fue de 112,6 cm La restricción hídrica afectó rápidamente el crecimiento, evidenciándose en incrementos cada vez menores hasta que se detuvo por completo al mes de iniciada la misma (Figura 16, valores en Anexo X). Por su parte T, D y R, que en ese momento no estaban bajo restricción, siguieron creciendo y diferenciándose de S cada vez más. Este comportamiento continuó hasta fines de diciembre (inicio del envero).

El día 31 de diciembre cuando comenzó la restricción hídrica moderada en T, R y D, las tasas de crecimiento disminuyeron hasta detenerse por completo 15 días después. En este momento la longitud de brotes alcanzada en los diferente tratamientos fue: T = 167,8 cm (b),

R = 170,5 cm (b) y D 169 cm (b), mientras que para S el valor medio fue de 128,1 cm (a), significativamente diferente al resto.

El 13 de febrero, luego de la cosecha, en todo el ensayo se aumentó la lámina de riego para sacar las plantas de la restricción hídrica moderada en la que se encontraban. A fines de Febrero en las plantas correspondiente a S se observó crecimiento de feminelas que no se presentó en los otros tratamientos.

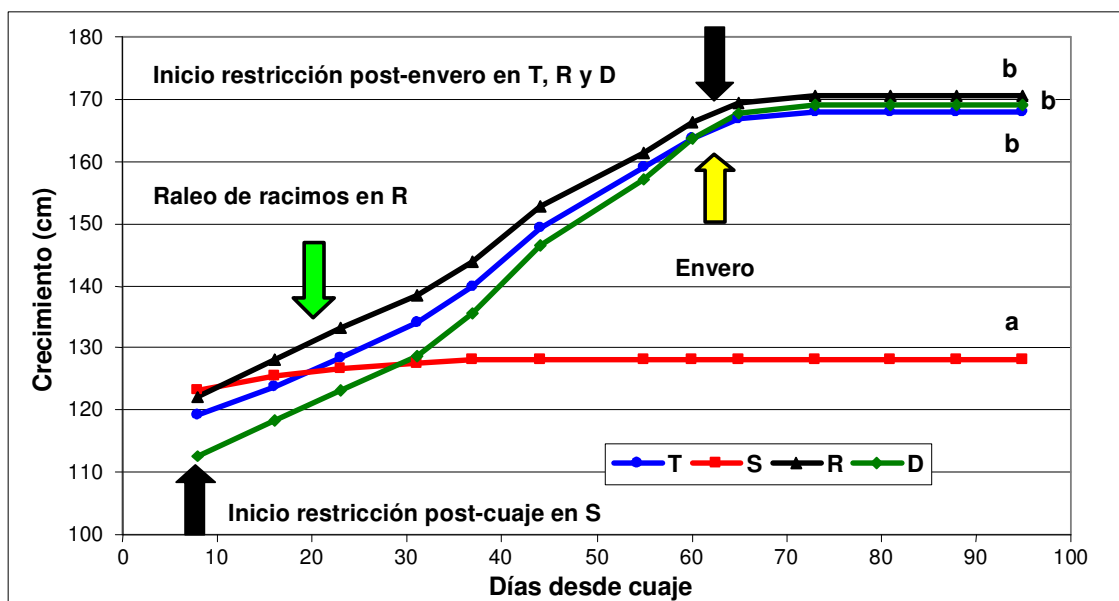


Figura 16: Evolución del crecimiento de brotes de la variedad Syrah desde post-cuaje a cosecha para los tratamientos T: Testigo, S: Restricción hídrica desde cuaje, R: Raleo de racimos, D: Desbrote. Datos correspondientes al ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en Syrah realizado en el departamento de Pocito, provincia de San Juan, temporada 2002-2003. Los valores con distintas letras son diferentes ($p=0,05$).

Al inicio del ensayo el número de nudos por brote fue de 18,0 cm 18,1 cm 18,5 cm y 18,1 cm para T, S, R y D respectivamente (Figura 17, valores en Anexo X). El comportamiento general fue similar a lo que ocurrió con el crecimiento de los brotes. En S la formación de nuevos nudos se detuvo instantáneamente. Una respuesta similar mostraron los otros tratamientos luego de envero.

A cosecha los valores medios para los distintos tratamientos fueron T = 34,8 (b), R = 35,4 (b) y D = 37,5 (b), mientras que S presentó 18,6 (a) nudos, diferenciándose significativamente del resto.

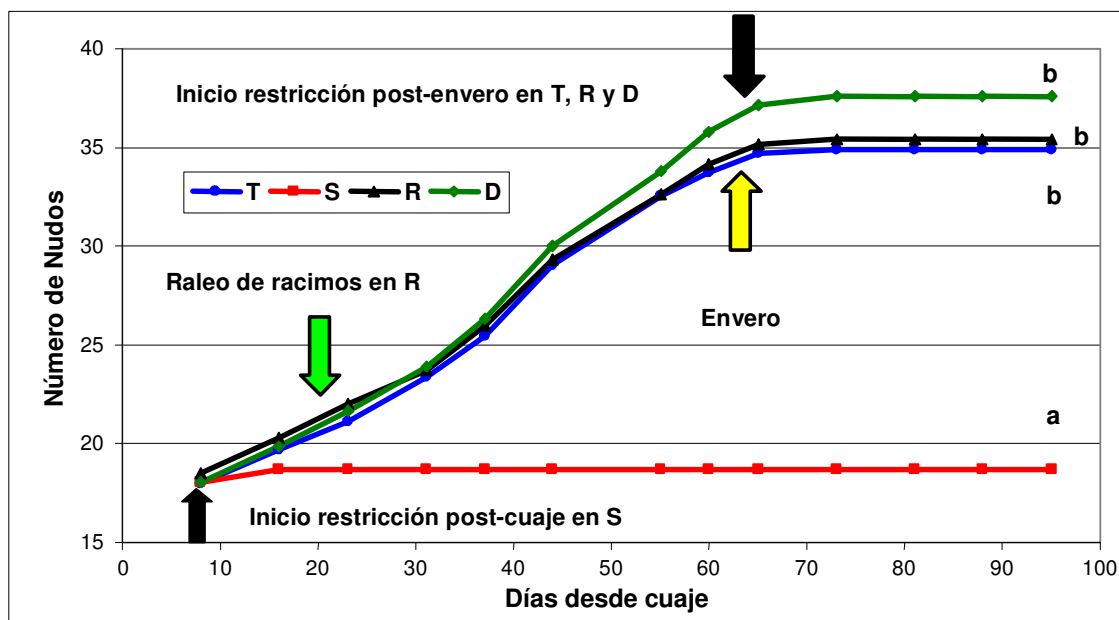


Figura 17: Evolución del número de nudos por brote desde post-cuaje a cosecha en plantas sometidas a los diferentes tratamientos correspondientes al ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en Syrah. T: Testigo, S: Restricción hídrica desde cuaje, R: Raleo de racimos, D: Desbrote. Departamento de Pocito, provincia de San Juan, temporada 2002-2003. Los valores con distintas letras son significativamente diferentes ($p=0,05$).

4.5.2. Densidad de la canopia

La aplicación de los distintos tratamientos produjo cambios en la estructura de la canopia que incidieron sobre su microclima. Así, R y T presentaron un mayor número de capas de hojas, seguidos por S y finalmente por D. Este último tratamiento produjo una canopia menos densa, con un mayor porcentaje de claros (Tabla 6). Un comportamiento similar tuvieron los tratamientos T, R y S por una parte y D por la otra en relación al porcentaje de hojas y racimos interiores.

Tabla 6: Número de capas de hojas y porcentaje medio de claros, hojas interiores y racimos interiores determinados por el método del Point Quadrat (Smart and Robinson, 1991) correspondientes al ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en Syrah, departamento de Pocito, provincia de San Juan. Temporada 2002-2003. T: Testigo, S: Restricción hídrica desde cuaje, R: Raleo de racimos, D: Desbrote. Los valores con distintas letras son significativamente diferentes ($p=0,05$)

Tratamientos	N° capas hojas	Claros (%)	Hojas interiores (%)	Racimos interiores (%)
T	1,83 c	8,50 b	21,09 b	62,02 b
S	1,55 b	8,50 b	15,18 b	62,15 b
R	1,94 c	6,00 a	20,14 b	63,53 b
D	1,17 a	17,55 c	7,56 a	28,27 a

La metodología del Point Quadrat (Smart and Robinson, 1991), utilizada para estudiar las condiciones de las canopias de cada tratamiento, presenta como niveles óptimos los

siguientes: el porcentaje de claros debe ser del 20 al 40, el número de capas de hojas de 1,0 a 1,5 o menos, el porcentaje de hojas interiores menos del 10 y menos del 40 % el de racimos interiores (Rodríguez J., 2000). De acuerdo a ello el tratamiento D estaría equilibrado mientras que T, S y R estarían desbalanceados. Sin embargo estos valores óptimos deben ser revisados y evaluados para condiciones como las predominantes en la zona. Un caso concreto es el porcentaje de racimos interiores en D que fue del 28,27 %, lo que significa que más del 70 % de los racimos estuvieron expuestos a la luz solar directa en algún momento del día.

4.5.3. Superficie foliar expuesta potencial (SFEp)

El perímetro expuesto (Carbonneau, 1995) fue mayor en las plantas correspondientes a los tratamientos T, R y D con 1,75 m (b), 1,76 m (b) y 1,72 m (b) respectivamente, comparado con S 1,45 m (a), como consecuencia de la restricción hídrica precoz a las que fueron sometidas éstas últimas.

Los perímetros expuestos de T y R resultaron similares a los registrados en D, a pesar de haber realizado el desbrote en este último. Esto es así debido a que los valores medios de ancho "W" y altura "H" del espaldero, utilizados para el cálculo del perímetro no difieren significativamente entre sí (H:W T=96,4 cm y 46,4 cm; R=96,9 cm y 46,1 cm y D= 96,3 cm y 43,3 cm).

Además del hecho que se no se observaron ni espacios sin plantas ni hojas parásitas, determinó un comportamiento similar en la SFEp⁷, cuyos valores en m² por ha fueron T = 7.607; S = 6.303; R = 7.651 y D = 7.477.

A pesar de estas similitudes en el perímetro expuesto y en la SFEp, se observaron diferencias a nivel del microclima de las canopias, por lo que para una mejor caracterización de las mismas se complementó con el análisis a través del Point Quadrat (Smart and Robinson, 1991).

4.5.4. Peso de poda

El efecto sobre el crecimiento vegetativo también se puso de manifiesto en la producción de madera del año, evaluada a través del peso de poda. Los pesos de poda de T, R y D no difirieron significativamente entre sí, pero S registró un valor significativamente menor que los demás tratamientos. Tendencia que también demostró el vigor de las plantas, expresado por el peso medio del sarmiento (Tabla 7).

Si bien los valores óptimos de peso medio de sarmiento varían en función del cepaje y el clima, se considera que entre 20 y 40 g corresponde a un vigor moderado, propio de plantas balanceadas y alto mayor de 60 g, característico de vides vigorosas (Rodríguez J., 2000). A pesar de que el peso medio de sarmiento para S se ubica dentro del rango óptimo, sin embargo por lo evaluado con los diferentes indicadores de crecimiento empleados no se encuentra en equilibrio, sino que por el contrario ha sido afectado negativamente por la restricción hídrica precoz. Respecto a R y D sus pesos medios indican sarmientos algo vigorosos como respuesta al raleo y desbrote respectivamente.

⁷ SFEp = S (m) x (1 - T/D) x (1 - X). Para su cálculo se consideró ausencia de macroporosidad T ya que no se observaron espacios sin plantas entonces el término (1 - T/D) = 1 y debido al espesor del espaldero las plantas no presentaron hojas parásitas por lo tanto X=0, resultando (1 - X) = 1.

Tabla 7: Valores medios de peso total de sarmientos por planta, número total de sarmientos y peso medio de sarmientos correspondientes al ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en Syrah, realizado en el departamento de Pocito, provincia de San Juan. Temporada 2002-2003. T: Testigo, S: Restricción hídrica desde cuaje, R: Raleo de racimos, D: Desbrote. *Los valores con distintas letras son significativamente diferentes ($p=0,05$). Menor diferencia significativa 2,68 sarmientos/planta.*

Tratamientos	Peso total de sarmientos (g/planta)	Número total de sarmientos	Peso medio de sarmientos (g)
T	1.091 ab	22,75 b	48,22 ab
S	801 a	20,92 b	39,28 a
R	1.160 b	20,92 b	56,44 b
D	1.075 ab	17,82 a	60,65 b

4.5.5. Diámetro medio del tronco

Otro parámetro para comparar el efecto que tuvieron los tratamientos sobre el crecimiento vegetativo de las plantas es diámetro medio de los troncos. Se efectuaron dos determinaciones, una antes de iniciar el ensayo en septiembre de 2002 y otra al finalizar el ciclo en agosto de 2003. La medición sobre el 20 % de las cepas correspondiente a las 16 unidades experimentales (Tabla 8) mostró resultados similares a lo descrito en las otras determinaciones del crecimiento vegetativo: T, R y D con incrementos similares entre sí, mientras que S con crecimiento del tronco menor durante la temporada del ensayo. Es de esperar que si estos tratamientos se continúan por varias temporadas las diferencias entre S y el resto de los tratamientos se incrementen aún más.

Tabla 8: Diámetros medios de troncos correspondientes al ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en Syrah, en el departamento de Pocito, provincia de San Juan. Temporada 2002-2003. T: Testigo, S: Restricción hídrica desde cuaje, R: Raleo de racimos, D: Desbrote. *Los valores con distintas letras son significativamente diferentes ($p=0,05$)*

Tratamiento	Diámetros medios (mm)		
	Agosto 2002 (*)	Julio 2003	Incrementos
T	28,00 a	33,12 b	5,12
S	27,52 a	31,18 a	3,66
R	27,81 a	33,68 b	5,87
D	27,77 a	32,95 ab	5,18

4.6. Crecimiento de la baya

Para estudiar la evolución del peso y diámetros de las bayas se realizaron cinco muestreos en los siguientes momentos: 40 días desde el cuaje (14/12/02), envero (5/01/03), 15 días desde envero (20/01/03), 30 días desde envero (4/02/03) y cosecha (110 días desde cuaje) (Valores Anexo XI).

La evolución del crecimiento de la baya (Figura 18), mostró claramente desde el inicio de las mediciones el efecto depresivo de la restricción hídrica temprana (S) sobre el peso y el diámetro de la baya, llegando en envero a una reducción del 33% en peso respecto de T. Las bayas correspondientes a T, R y D, siguieron un comportamiento similar entre ellas, pero a

partir de enero (inicio de la restricción hídrica) T comenzó a crecer menos que las bayas de R y D, diferencia que se hizo significativa a los 15 días desde enero. A partir de esta fecha se observó una reducción de tamaño de todas las bayas del ensayo que se hizo más evidente en los tratamientos que, hasta ese momento, presentaban bayas más grandes (R y D). Esta reducción generalizada provocó que al momento de cosecha las diferencias observadas anteriormente disminuyeran a valores inferiores a los esperados en las hipótesis previas.

Las condiciones climáticas en el período agosto a mayo correspondiente a la serie de 1968 a 2001 respecto al mismo período pero de la temporada 2002-2003 (Anexo IV-B) mostraron diferencias a nivel de temperatura media, humedad relativa, evaporación del tanque "A" y precipitaciones que modificaron la evolución normal de la madurez. De acuerdo a lo previsto inicialmente y respecto al mismo viñedo en años anteriores, las condiciones imperantes determinaron un adelanto en la cosecha de aproximadamente 15 días e influyeron también sobre la plasmólisis de las bayas.

Durante enero y febrero del 2003 la demanda ambiental, medida en términos de evaporación del tanque "A", resultó superior a la media correspondiente a la serie de 1968 a 2001 con valores de 13,6 y 12,2 mm/día respecto al registro histórico de 8,0 y 7,2 mm/día. Esta situación repercutió sobre la plasmólisis natural que se observa en las bayas de Syrah acentuándola y ocasionando con notoria reducción del peso debido a la pérdida de agua (Figura 18 A).

Por ello se consideró para el análisis también la cuarta fecha de muestreo (Figuras 18, 19 y 20; tabla 9), además de la correspondiente a la cosecha, para ver como hubiera sido el comportamiento de tratamientos ensayados en este viñedo de Syrah en un año con condiciones ambientales más cercanas a lo que es habitual para la zona o incluso para tener una idea de como sería en una zona más fría.

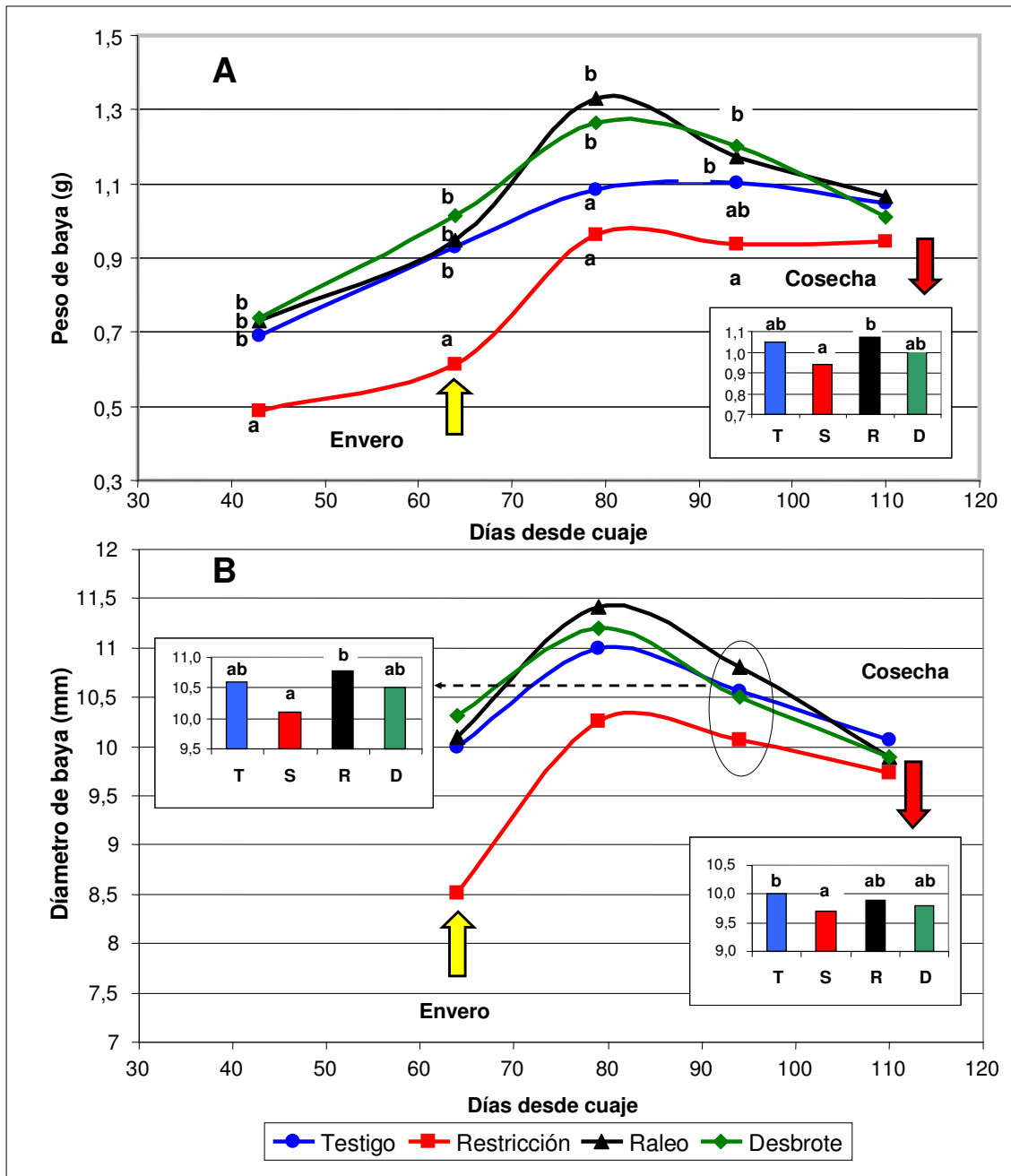


Figura 18: Evolución del peso (A) y del diámetro (B) de bayas de Syrah correspondientes al ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en el departamento de Pocito, provincia de San Juan. Temporada 2002-2003. T: Testigo, S: Restricción hídrica desde cuaje, R: Raleo de racimos, D: Desbrote. Los valores con distintas letras son significativamente diferentes ($p=0,05$)

4.7. Composición de la baya

4.7.1. Contenido de azúcares

Desde envero el contenido de azúcares fue ligeramente superior en S que en los demás tratamientos. Luego T comenzó a mostrar un atraso en la acumulación que alcanzó valores significativos pasando los 90 días desde el cuaje. Sin embargo, esta tendencia se anuló y finalmente a cosecha S fue el más afectado y R el que mostro mayor °Brix (Figura 19).

El análisis del mostos, previo a la vinificación, mostró que T y S tuvieron niveles de azúcar inferiores a los otros tratamientos.

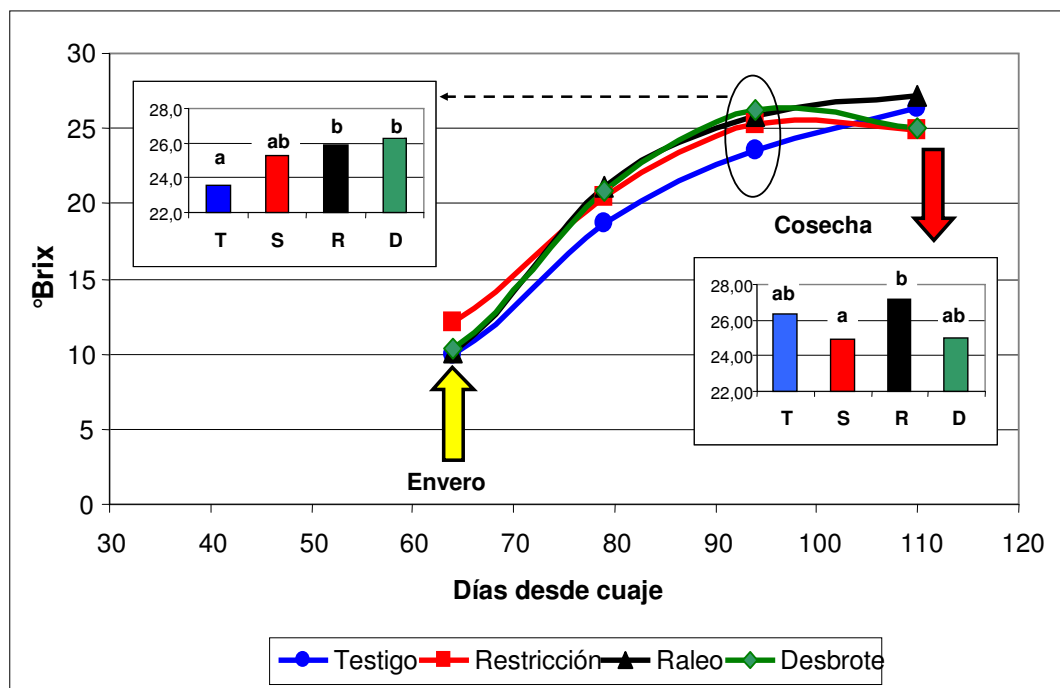


Figura 19: Evolución del contenido de azúcares en baya expresados en °Brix correspondientes al ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en la variedad Syrah en el departamento de Pocito, provincia de San Juan. Temporada 2002-2003. T: Testigo, S: Restricción hídrica desde cuaje, R: Raleo de racimos, D: Desbrote. Los valores con distintas letras son significativamente diferentes ($p=0,05$)

4.7.2. Evolución del pH

El pH de R y D comenzó a aumentar prácticamente desde el envero, coincidiendo con una mayor madurez de las uvas. Pasando los 90 días desde el cuaje, los pH de R y D comenzaron a separarse llegando a cosecha con pH 3,95 y 3,85 respectivamente. Con bayas más ácidas, T y S se mantuvieron prácticamente iguales durante todo el desarrollo de la baya alcanzando finalmente los valores de 3,73 y 3,72 respectivamente a cosecha (Figura 20).

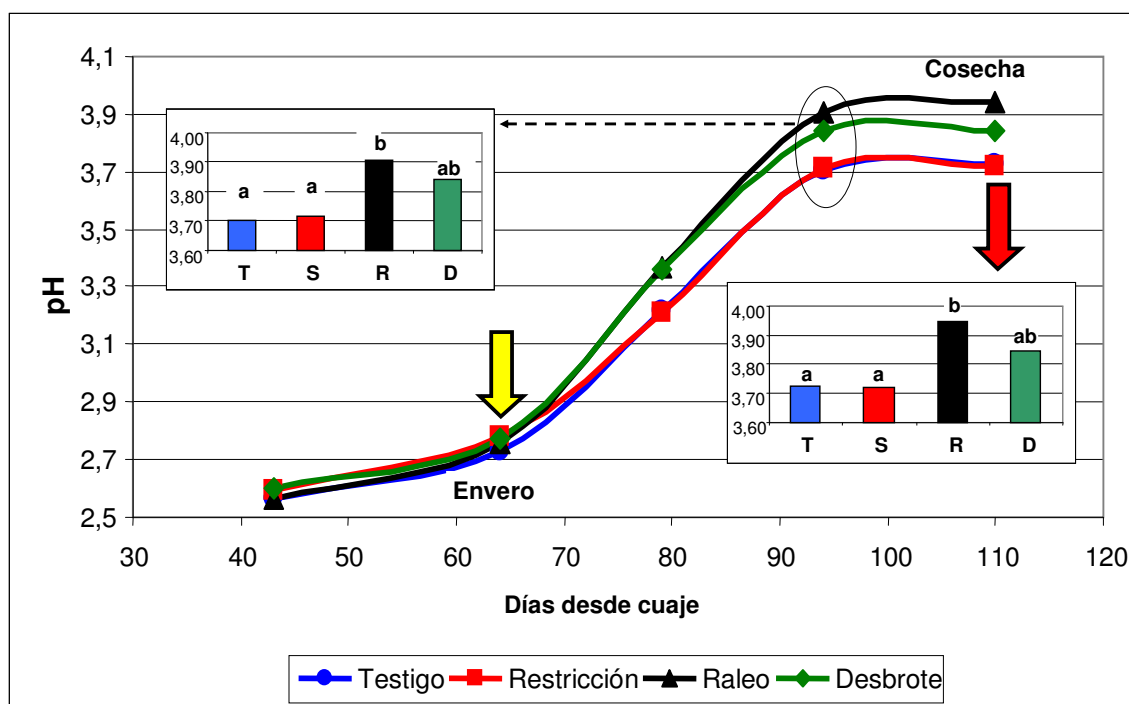


Figura 20: Evolución del pH. en bayas de la variedad Syrah correspondientes al ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en el departamento de Pocito, provincia de San Juan. Temporada 2002-2003. T: Testigo, S: Restricción hídrica desde cuaje, R: Raleo de racimos, D: Desbrote. Los valores con distintas letras son significativamente diferentes ($p=0,05$)

4.7.3. Compuestos fenólicos

Una semana antes de cosecha, 94 días desde el cuaje, el contenido de antocianinas en bayas (expresadas en mg/Kg y en mg/baya) en el tratamiento S fue menor y significativamente diferente a T que presentó el valor más alto. En una situación intermedia y sin diferenciarse significativamente de los anteriores estuvieron los tratamientos R y D (Tabla 9). El nivel de 3-flavanoles monómeros (catequinas) expresados mg/baya de S también resultó el más bajo de todos, mientras que R y D alcanzaron los mayores valores. Por su parte T se ubicó en un nivel intermedio sin diferenciarse estadísticamente del resto de los tratamientos.

Los resultados correspondientes al muestreo que se llevo a cabo al momento de la cosecha (12/02/02) no evidenciaron diferencias significativas en el contenido en ninguno de los polifenoles analizados (Tabla 10).

En general se observaron valores muy cruzados entre las diferentes fechas de muestreo que hicieron difícil la interpretación de los resultados y la visualización de las tendencias evolutivas de los polifenoles durante el crecimiento de la baya.

Tabla 9: Contenido de polifenoles expresados en mg/Kg y mg/baya e índice de polifenoles totales (IPT, en mg/Kg de uva) correspondientes al ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en la variedad Syrah en el departamento de Pocito, provincia de San Juan. Temporada 2002-2003. T: Testigo, S: Restricción hídrica desde cuaje, R: Raleo de racimos, D: desbrote. Determinación realizada a los 94 días desde cuaje, una semana antes de cosecha. *Los valores con distinta letra son significativamente diferentes ($p=0,5$).*

Antocianas	T	S	R	D
Mg/Kg. de uva	941,3 a	667,8 b	747,6 ab	758,4 ab
Mg/Baya	1,03 a	0,62 b	0,87 ab	0,91 ab
flavonoles (quercitina)				
Mg/Kg. de uva	172,1 a	169,2 a	146,0 a	157,1 a
Mg/Baya	0,18 a	0,16 a	0,17 a	0,18 a
3-Flavonoles (catequinas)				
Mg/Kg. de uva	253,9 a	246,9 a	270,4 a	275,6 a
Mg/Baya	0,27 ab	0,23 b	0,32 a	0,32 a
3-Flavonoles (proantocianidinas)				
Mg/Kg. de uva	4453 a	5251 a	4438 a	4524 a
Mg/Baya	4,86 a	4,91 a	5,25 a	5,31 a
Índice de polifenoles totales (IPT)				
Mg/Kg. Uva	43 a	50 a	44 a	49 a

Tabla 10: Contenido de polifenoles expresados en mg/Kg. y mg/baya e índice de polifenoles totales (IPT, en mg/Kg. de uva) correspondientes al ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en la variedad Syrah en el departamento de Pocito, provincia de San Juan. Temporada 2002-2003. T: Testigo, S: Restricción hídrica desde cuaje, R: Raleo de racimos, D: desbrote. Determinación realizada a cosecha. *Los valores con distinta letra son significativamente diferentes ($p=0,5$).*

Antocianas	T	S	R	D
Mg/Kg. de uva	906,9 a	932,6 a	906,7 a	852,8 a
Mg/Baya	0,94 a	0,87 a	1,00 a	0,84 a
Flavonoles (quercitina)				
Mg/Kg. de uva	215,9 a	197,0 a	186,3 a	203,0 a
Mg/Baya	0,22 a	0,18 a	0,19 a	0,20 a
3-Flavonoles (catequinas)				
Mg/Kg. de uva	237,9 a	245,6 a	222,3 a	231,0 a
Mg/Baya	0,24 a	0,23 a	0,25 a	0,22 a
3-Flavonoles (proantocianidinas)				
Mg/Kg. de uva	4502 a	4432 a	4405 a	4259 a
Mg/Baya	4,62 a	4,17 a	4,69 a	4,28 a
Índice de polifenoles totales (IPT)				
Mg/Kg. uva	52 a	53 a	53 a	57 a

4.8. Componentes de rendimiento

El estudio del rendimiento de cada tratamiento se realizó a nivel de sus diferentes componentes (Tabla 11).

Los rendimientos de R y D fueron menores como consecuencia directa de la aplicación de la práctica de control. En efecto, R redujo un 41,3 % su rendimiento respecto de T debido principalmente al menor número de racimos por brote. Por su parte D produjo 28,8% menos uva que el T a causa de la reducción del número de brotes por planta. Si bien S tuvo la baya más chica en respuesta a la restricción hídrica temprana, su rendimiento se redujo sólo un 13,9% respecto al testigo, valor no significativo de acuerdo al análisis estadístico. La reducción generalizada del tamaño de la bayas de todo el ensayo en las semanas previas a la cosecha como consecuencia de la deshidratación, especialmente las correspondientes a R, T y D, le quitaron efectividad a la práctica de restricción hídrica desde el cuaje para controlar rendimiento (ver 4.6).

Finalmente, los valores por planta llevados a hectárea correspondieron a rendimientos de T = 12,9 Mg/ha, S = 11,1 Mg/ha, D = 9,3 Mg/ha y R = 7,6 Mg/ha.

Tabla 11: Rendimientos y sus componentes correspondientes al ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en la variedad Syrah en el departamento de Pocito, provincia de San Juan. Temporada 2002-2003. T: Testigo, S: Restricción hídrica desde cuaje, R: Raleo de racimos, D: Desbrote. Determinación realizada al momento de la cosecha. *Los valores con distintas letras son significativamente diferentes (p=0,05).*

Tratamiento	Rendimiento (Kg./planta)		nº de brotes por planta	nº racimos por brote	nº de bayas por racimo	peso de la baya
	(1)	(2)				
T	5,93 b	5,15	22,75 b	1,79 b	121,6 a	1,04 ab
S	5,10 b	3,96	20,92 b	1,80 b	112,0 a	0,94 a
R	3,48 a	3,55	20,92 b	1,35 a	118,7 a	1,06 b
D	4,25 a	3,75	17,82 a	1,87 b	111,6 a	1,01 ab

(1) Rendimiento determinado pesando la producción por planta en el momento de la cosecha.

(2) Rendimiento calculado con la fórmula: Rendimiento (Kg./planta) = nº brotes/planta * nº racimos/brote * nº bayas/racimo * peso de la baya

4.9. Equilibrio vegetativo/productivo

Con el fin de determinar cómo los tratamientos evaluados afectaron el balance vegetativo/productivo se calculó el Índice de Ravaz (IR)⁸ y la relación Superficie Foliar Expuesta potencial/Rendimiento (SFEp/R).

⁸ Índice de Ravaz= Producción por planta (kg) / Peso de poda (kg). Valores comprendidos entre 5 y 10 corresponden a plantas equilibradas, cuando la relación es mayor a 12 hay situación de sobreproducción y valores menores a 3 indican un desequilibrio hacia el aspecto vegetativo.

De acuerdo a los valores tomados como referencia (Rodriguez, J. 2000), T y S presentaron valores de IR de 5,76 y 6,66 respectivamente, indicando que las plantas se encontrarían en una situación de equilibrio, sin embargo cabe recordar la disminución que la restricción hídrica precoz ejerció sobre el crecimiento vegetativo en S. El tratamiento de desbrote (D) y de raleo (R) con valores de IR 4,53 y 3,17 respectivamente, están por debajo del límite inferior con plantas que estarían próximas a entrar en un desequilibrio hacia el aspecto vegetativo. Sin embargo en estos dos últimos casos se debe tener en consideración la reducción en la producción al momento de interpretar los valores del IR.

Al estudiar la relación entre superficie foliar y producción en base a la relación SFEp/R, la interpretación que puede hacerse de los tratamientos es, en principio, diferente a lo que indica el IR.

Los valores de la relación SFEp/R fueron los siguientes: T = 0,59 ; S = 0,56 ;R = 1,01 y D = 0,82. Experiencias para Syrah en la región mediterránea de Francia mencionan valores entre 0,8 y 1 lo que significa que 1 m² de superficie foliar es necesaria para madurar de 0,8 a 1,0 kg de uva, considerándose en ese caso como viñedos equilibrados (Deloire A., 2002). De acuerdo a ello R y D estarían en esa condición, mientras que T y S están algo desbalanceados debido a producciones superiores a lo óptimo en T, mientras que en S la reducción del crecimiento vegetativo fue mayor que la del rendimiento. Los valores de referencia de la relación SFEp/R de deben considerarse como orientativos y estudiarse para las condiciones locales.

Sin embargo los registros obtenidos, que son una consecuencia directa de la práctica de control de rendimiento aplicada, guardan una cierta correlación con el grado de madurez de la uva expresado en grados Brix a cosecha. A mayor valor de SFEp/R le correspondió una mejor maduración de la uva, en términos de acumulación de azúcares (Tabla 12).

4.10. Análisis de mostos y vinos

En el mosto obtenido, previo al inicio de la fermentación, los valores de °Brix para T y S resultaron los más bajos (Tabla 12). El comportamiento de T ya se había observado en las curvas de evolución del °Brix que se realizaron periódicamente con los muestreos de uva (punto 4.7.1). R fue el que presentó la mayor concentración de azúcares. El pH también tuvo un comportamiento similar al observado en las curvas (punto 4.7.2).

Tabla 12: Resultado de los análisis de acidez total, pH y °Brix de los mostos provenientes de un ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en la variedad Syrah en el departamento de Pocito, provincia de San Juan. Temporada 2002-2003. T: Testigo, S: Restricción hídrica desde cuaje, R: Raleo de racimos, D: Desbrote.

Tratamientos	Acidez total g/l	pH	°Brix
T	3,40	3,90	24,4
S	3,52	3,86	24,0
R	3,00	4,04	26,4
D	3,37	3,97	25,8

El 27 de febrero, se realizó el descube con los siguientes valores de azúcar: 1,84 g/L, 1,47 g/L, 1,98 g/L y 2,10 g/L para T, S, R y D respectivamente. El vino se colocó en damajuanas de 25 L en un ambiente a 18 °C por 20 días. Posteriormente permaneció en cámara frigorífica hasta mediados de mayo, luego de lo cual se le realizaron los análisis de acidez total, alcohol % volumen, pH e intensidad colorante (Tabla 13).

El porcentaje de color debido a antocianinas polimerizadas según Boulton (1996) fue mayor en los tratamientos S, R y D que en T.

Tabla 13: Resultado de los análisis de acidez total (expresada en ácido tartárico, según método oficial argentino) alcohol, pH e intensidad colorante de los vinos provenientes de un ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en la variedad Syrah en el departamento de Pocito, provincia de San Juan. Temporada 2002-2003. T: Testigo, S: Restricción hídrica desde cuaje, R: Raleo de racimos, D: Desbrote

Análisis	T	S	R	D
Acidez Total g/L	4,95	4,95	5,02	4,87
Alcohol % Vol.	14,5	14,5	15,5	15,0
pH	3,7	3,7	3,7	3,7
Intensidad Colorante	0,94	0,93	1,15	1,12
Matiz	0,83	0,75	0,79	0,75
IPT	55	56	64	50
Antocianos totales (mg/L)	555,0	555,7	562,0	620,4
% color polimerizado	27,4	31,5	37,9	28,4

4.10.1. **Análisis sensorial**

En la evaluación sensorial de los vinos realizada en el Centro de Estudios Enológicos del INTA EEA Mendoza (Figura 21), los degustadores describieron al vino proveniente de T con menor valor de intensidad en el color, intensidad global, sensación de calor, concentración y persistencia aromática en boca. Fue descrito como el vino de menor color, menor cuerpo y más ligero.

El vino S se percibió con algunas semejanzas respecto de T, pero con mejor nivel del color, con una intensidad similar pero con mejor matiz presentando tintes violáceos característicos que resaltaron respecto al resto de los vinos. Además resultó menos amargo y con una sensación de astringencia y de calor algo superior.

El vino de R también fue más intenso que T a nivel del color y más rico en tonos violáceos. A nivel de nariz la intensidad global fue superior con una menor nota vegetal. En boca resultó con mayor sensación de calor, más astringente, más amargo y con una mayor concentración y persistencia aromática.

Finalmente, el vino D se observaron características próximas a R pero con un carácter más vegetal y una nota menos especiada además de una menor persistencia aromática en boca. Ambos vinos son susceptibles de evolucionar favorablemente durante el añejamiento.

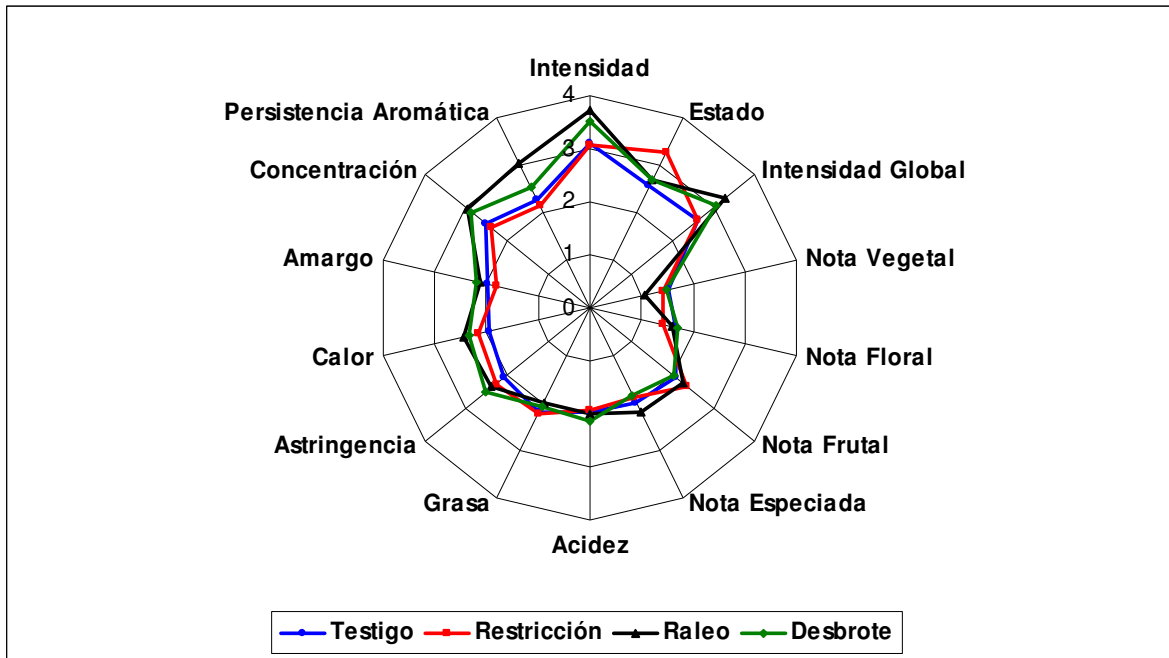


Figura 21: Evaluación sensorial de los vinos de la variedad Syrah, provenientes de un ensayo de control de rendimiento en la variedad Syrah en el departamento de Pocito, provincia de San Juan. Temporada 2002-2003. T: Testigo, S: Restricción hídrica desde cuaje, R: Raleo de racimos, D: Desbrote. Los descriptores fueron elegidos sobre la base de la planilla utilizada en el INRA de Montpellier.

5. DISCUSION

Sobre la base del manejo del viñedo realizado por la empresa, considerado como testigo (T), caracterizado fundamentalmente por la aplicación de una restricción hídrica de intensidad moderada desde envero hasta cosecha, los distintos métodos de control de rendimiento aplicados en el ensayo modificaron de forma diferencial el comportamiento vegetativo/productivo de las cepas.

Las mediciones periódicas del potencial hídrico de base permitieron determinar el momento y la lámina de riego a aplicar y así controlar el estado hídrico de las plantas en los límites preestablecidos al inicio del ensayo de acuerdo a cada tratamiento.

El comportamiento global de cada tratamiento es analizado individualmente:

La restricción hídrica moderada, aplicada a partir del cuaje (S), disminuyó el crecimiento de los brotes, expresado en longitud y número de nudos, respecto de los demás tratamientos. Concomitantemente, la SFE (Carbonneau 1995) y el crecimiento del tronco también fueron reducidos de manera significativa.

El crecimiento vegetativo es muy sensible a la restricción hídrica (Kliwer *et al.*, 1983; Champagnol, 1984; Matthews *et al.*, 1987; Naor *et al.*, 1993; Williams *et al.* 1994; Carbonneau, 1998). El crecimiento de raíces y del tronco también son afectados (Van Zyl 1984, 1985). Los diferentes procesos fisiológicos son influenciados por el estado hídrico de la vid aunque presentan distinta sensibilidad. El crecimiento vegetativo a través de la expansión y división celular es el primero en ser afectado (Champagnol, 1984). En el mismo sentido Carbonneau (1998) observó que ante situaciones crecientes de estrés el vigor se reduce de manera más que proporcional a la fotosíntesis por lo que hay mayor disponibilidad de fotoasimilados para los racimos, alcanzando un máximo que se corresponde con una restricción hídrica moderada. Otros parámetros fisiológicos también son afectados por el estado hídrico de las plantas como transpiración y conductancia estomática (Williams *et al.*, 1994; Ojeda, 1999).

En el período cuaje-envero se produce parte importante del crecimiento de brotes, raíces y tronco con tasas decrecientes aunque en distintas magnitudes, también se lleva a cabo la fase I y la fase estacionaria de crecimiento del fruto (Williams and Matthews, 1990). Durante este lapso las vides estuvieron con distintos estados hídricos, restricción moderada en S mientras que leve o nula en T. Las diferencias diarias de Ψ^h fueron puestas de manifiesto en la cinética realizada el 30 de diciembre, inmediatamente antes del envero, donde se observó que los Ψ^h correspondientes a T fueron significativamente superiores a los registrados para S, lo que produjo en este tratamiento una mayor reducción de la conductancia estomática, transpiración y fotosíntesis neta. Que conjuntamente con la sensibilidad diferencial de los procesos fisiológicos involucrados, respecto al estado hídrico de las vides, explica la reducción del crecimiento vegetativo en S respecto a T.

Hay evidencias de modificaciones del área foliar no sólo a nivel de la producción total de materia seca sino también en la distribución durante el ciclo del cultivo (Gómez del Campo *et al.*, 2002) y de la arquitectura del brote en Grenache Noir donde el crecimiento secundario es el más afectado (Lebon, *et al.*, 2001).

El impacto de la restricción hídrica temprana alcanzó también al peso medio de sarmientos, coincidente con otras observaciones de correlación negativa entre el peso de poda y el nivel de estrés a que es sometida la planta (Stevens *et al.*, 1995). También se observó un efecto negativo sobre el crecimiento del tronco expresado como diámetro. Al igual que en las otras variables de crecimiento S fue el más afectado aunque diferenciándose significativamente sólo de R (raleo de racimos) en el ciclo vegetativo estudiado. Es de esperar que, de continuar con este tipo de restricción en los años sucesivos, las diferencias de diámetro de tronco aumenten entre S y los demás tratamientos.

El único componente de rendimiento afectado por la restricción temprana fue el peso de la baya que resultó el más bajo de todos los tratamientos. Esta diferencia fue evidente desde los

40 días a partir del cuaje llegando a envero con una reducción del 33 % respecto del testigo, en concordancia con lo planteado en la hipótesis previa y con los antecedentes bibliográficos (Hardie y Considine, 1976; Becker y Zimmermann, 1984; Matthews *et al.*, 1987; Ojeda *et al.*, 2001, 2002; Peterlunger, 2002). Hasta 90 días después del cuaje el tamaño de baya de S fue significativamente diferente a R y D pero al llegar a cosecha las diferencias de peso y diámetro disminuyeron debido a la deshidratación de las bayas, principalmente en estos dos tratamientos. Finalmente el rendimiento de S alcanzó un nivel intermedio entre T y los tratamientos R y D. Es de esperar que si la deshidratación de las bayas al final del período de maduración no hubiera ocurrido, al menos en la intensidad en se produjo, el rendimiento de S habría alcanzado los niveles de R y D, es decir un 30% a 40% inferiores al testigo.

La disminución del volumen de las bayas de Syrah es un resultado conocido (Smart *et al.*, 1974; Freeman y Kliewer, 1983; Davis y Robinson, 1996; McCarthy 1997, 1999). El volumen celular disminuye por pérdida de agua. A partir del envero el floema es el único medio de ingreso de agua a la baya por disfunción del xilema (Düring *et al.*, 1987; Creasy *et al.*, 1993; Creasy y Lombard 1993; Greenspan *et al.* 1994) y la baya pierde agua casi exclusivamente por transpiración (Greenspan *et al.* 1996). Como hipótesis para explicar la fuerte deshidratación que se produce al final de la fase de maduración en la baya de Syrah, ha sido postulado la interrupción del transporte floemático (McCarthy y Coombe, 1999). Este fenómeno de "sobremaduración", típico de la Syrah pero que a veces se da en otras variedades como el Merlot, es acompañado por un aumento de la concentración de azúcares y antocianas (McCarthy y Coombe, 1999).

La reducción del tamaño de la baya afecta de manera más que proporcional al peso ya que pequeñas reducciones de diámetro de baya están correlacionadas con grandes modificaciones en el peso, lo que genera cambios a nivel de la relación hollejo/pulpa (Cordonnier, 1976; Ojeda, 1999). En este ensayo el nivel de azúcar en S fue reducido aunque sólo significativamente con respecto a R al momento de cosecha. Similar respuesta tuvo el pH.

La composición polifenólica de la baya es sensible a la restricción hídrica, que produce aumento de antocianas (Freeman y Kiewer, 1983; Bravdo *et al.*, 1985; Matthews y Anderson, 1988 ; Morlat *et al.*, 1992; Ginestar *et al.*, 1998), o de flavonoles (Ojeda *et al.*, 2002).

En este ensayo, la composición polifenólica no presentó diferencias significativas, posiblemente debido a la fuerte deshidratación que sufrieron las bayas al final del período de maduración. Esto puede haber provocando una concentración de componentes, principalmente en los tratamientos que hasta ese momento tenían bayas más grandes (D y R) disminuyendo las diferencias respecto a R y T. Además es posible que el tipo de muestreo realizado, potenciado por la pequeña cantidad de submuestra utilizada para el análisis, si bien fue apropiado para determinación de azúcar, no lo haya sido para los fenoles que presentan gran variabilidad no sólo debido al tamaño de la baya sino también por las variables condiciones microclimáticas de las canopias del ensayo, como veremos más adelante.

Tanto el riego como el rendimiento afectaron la composición y las características sensoriales de vinos de (Ahlgren *et al.*, 2000; Koundouras *et al.*, 1999). Si bien el vino correspondiente a S resultó con algunas semejanzas al proveniente de T, el análisis sensorial mostró diferencias fundamentalmente a nivel del color: la intensidad fue similar pero fue notoria la diferencia de matiz presentando tintes violáceos característicos que resaltaron respecto del resto de los vinos. Además resultó levemente más amargo y con una sensación de calor algo superior.

El viñedo donde se llevó a cabo el ensayo presentó algunos problemas de suelo (Ver anexo I, II y III) a nivel de microrelieves que afectaron la distribución del agua de riego y disminuyeron la proporción de suelo explorado por las raíces, alrededor del 20 %. Esto posiblemente generó un pobre desarrollo del sistema radicular que fue potenciado por la restricción hídrica precoz a la que fueron sometidas las cepas en S. Esta situación afectó las plantas y todos los indicadores de crecimiento vegetativo así lo demostraron (longitud y número de nudos por brotes, número de capa de hojas, SFE, peso de poda, peso medio de sarmientos, diámetro de tronco). Esto sin duda demuestra que bajo las condiciones donde se desarrolló el ensayo, la restricción post-cuaje no sería sostenible en el tiempo para cumplir con los objetivos

establecidos: reducir rendimientos, aumentar concentración de polifenoles y aromas en las bayas y mejorar la calidad del vino.

El raleo de racimos (R) combinado con restricción hídrica tardía y moderada, común a todos los tratamientos ensayados, produjo a nivel del crecimiento vegetativo y de las condiciones microclimáticas de la canopia una respuesta similar a T. Aunque el peso de poda y el peso medio del sarmiento fueron superiores, no se diferenciaron significativamente. Este incremento es consecuencia de la alteración de la relación fuente:destino. Este mismo efecto del raleo sobre el crecimiento vegetativo, expresado a través de una mayor longitud del brote y peso de poda, fue observado en Ruby Seedless (Ezzahouani y Williams, 2001).

Si bien el objetivo en R fue disminuir el rendimiento reduciendo el número de racimos por brote, significativamente menor que los demás tratamientos, indirectamente otro componente de rendimiento fue afectado: el peso de la baya. En efecto, a 90 días desde el cuaje, el peso de la baya aumentó de manera significativa respecto de T y S. Un comportamiento similar a R tuvo D, posiblemente como compensación al menor número de racimos por planta. Como vimos anteriormente, por efectos de la deshidratación al final del período de maduración, las diferencias de tamaño de las bayas a cosecha se redujeron. Finalmente R produjo el menor rendimiento del ensayo con una disminución del 41,3% respecto de T.

La práctica del raleo limita los posibles destinos hacia los cuales migran los fotoasimilados producidos, mientras que la superficie fotosintéticamente activa sigue invariable. Debido a ello, el tamaño de la baya aumenta compensando, en parte, la reducción del rendimiento buscada. Este efecto es mayor cuanto más intenso y precoz es el raleo (Schlosser and Reynolds, 2002). Sin embargo, el problema principal no es una limitación del rendimiento menor a la buscada sino que fundamentalmente se reduce la relación hollejo/pulpa y con ello se diluyen los compuestos fenólicos en el mosto, esenciales para la calidad enológica de las uvas, especialmente las variedades tintas (Ojeda *et al.*, 2002).

El comportamiento vegetativo no varió respecto de T, pero el nivel de azúcar de R a cosecha presentó el valor más alto, aunque sólo significativamente mayor a S. Un comportamiento similar tuvo el pH.

Hay numerosa evidencia que refleja los cambios en la composición de la baya no solo a nivel de concentración de azúcar, acidez y pH, sino también a nivel de compuestos polifenólicos y aromas, lo que determina diferencias en las características sensoriales de los vinos. En Cabernet Sauvignon los vinos provenientes de parcelas con menores rendimientos tuvieron más aromas a pimienta blanca, astringencia y amargos con un mayor grado alcohólico y mayor concentración de taninos (Ahlgren *et al.*, 2002). En Chardonnay Musqué, una mayor respuesta al raleo mostraron los terpenos potencialmente volátiles, las bayas de los tratamientos a inicios de la fase I y envero tuvieron valores más altos que el control sin raleo (Schlosser and Reynolds, 2002). En Pinot Noir cuanto menor fue el raleo el nivel de antocianos, el color y el contenido de taninos del vino disminuyeron y se produjeron aromas menos intensos a frutos rojos (Roberts, 1994). Sobre Nebbiolo se observaron modificaciones a nivel de antocianos totales y también cambios en la composición de antocianos como consecuencia del raleo: Peonidina-3-glucósido y malvidina-3-glucósido fueron los antocianos más abundantes (Guidoni *et al.*, 2002).

En el ensayo no se observaron diferencias significativas en la composición de bayas a nivel polifenólico posiblemente debido al problema en el muestreo de las bayas, como ya fuera comentado. A pesar de ello las diferencias a nivel sensorial a favor de R fueron evidentes especialmente respecto del vino T. A nivel del color resultó más intenso y levemente más rico en tonos violáceos. A nivel de nariz la intensidad global fue marcadamente superior mientras que menor fue la nota vegetal. En boca resultó con mayor sensación de calor más astringente, levemente más amargo y con una notoria mayor concentración y persistencia aromática. Sin duda que este conjunto de características lo hace un vino superior al testigo y con mejores condiciones para el añejamiento. La elección de esta práctica de manejo deberá considerar, necesariamente, si el beneficio cualitativo obtenido en el vino justifica el costo de la mano de obra necesaria para llevar a cabo esta labor y la reducción de la producción.

El desbrote (D), seguido de una restricción hídrica moderada a partir de enero, redujo, como era de esperar, el número de brotes por planta dentro de los componentes del rendimiento. Esto provocó una disminución en el rendimiento de 28,8% (4,25 Kg/planta ó 9,2 Mg/ha) respecto de T. El peso de la baya tuvo un comportamiento similar a R pero a cosecha no resultó significativamente diferente a T, S y R. Es posible que, sin la restricción hídrica aplicada en post-enero, el peso de la baya y del racimo y el vigor del brote hubiesen aumentado respecto de T (Meyers *et al.*, 1994).

D modificó de manera significativa las características de las canopias, caracterizada por el método de Point Quadrat, aumentando el porcentaje de claros y disminuyendo el número de capas de hojas y el porcentaje de hojas y racimos interiores en relación a los demás tratamientos. Estos valores indican una canopia más abierta y mejor aireada e iluminada que tiene una relación directa con el microclima del racimo (Smart y Robinson, 1991). En D, dos terceras partes de los racimos estuvieron expuestos directamente al sol contra un tercio en los demás tratamientos.

Las condiciones microclimáticas en general, y el grado de exposición de los racimos en particular, son aspectos muy importantes al momento de definir una práctica de manejo, principalmente en un ambiente con un alto nivel de insolación y temperaturas elevadas. Modificaciones en las condiciones microclimáticas de la canopia también generaron cambios en la composición de la uva a nivel de pH, acidez titulable y compuestos fenólicos, como los mencionados para Syrah en Australia (Haselgrove *et al.*, 2000), Cabernet Sauvignon y Grenache en California (Bergqvist *et al.*, 2001).

Altas temperaturas en las bayas como resultado de una completa exposición de los racimos a la luz solar parecen inhibir el metabolismo de antocianos (Haselgrove *et al.*, 2000). Por lo tanto para zonas cálidas como Pocito, San Juan (Cañadas *et al.*, 1999) es aconsejable que en el sector de la canopia donde están localizados los racimos haya un predominio de luz difusa sobre la exposición directa al sol. Esto se logra con canopias moderadamente abiertas que presentan las mejores condiciones para obtención de niveles óptimos de antocianos (Haselgrove *et al.*, 2000).

Los valores de pH, grados Brix y polifenoles se ubicaron en niveles intermedios, sin diferencias significativas con los demás tratamientos.

A pesar de la falta de diferencia en los contenidos de polifenoles a nivel de bayas, en el vino de D se observaron diferencias respecto de los correspondientes a T y S. D presentó un carácter más vegetal y menos especiada que R pero con una mayor persistencia aromática en boca. Junto con R, el vino de D es susceptible de evolucionar favorablemente durante el añejamiento.

Finalmente la evaluación de las características sensoriales de los cuatro vinos demostró que el tratamiento sin control de rendimiento (T) tuvo menor intensidad de color y de matices rojizos. A nivel de aromas la intensidad global también fue la más baja. La misma tendencia se observó con la sensación de calor, el gusto amargo, la concentración y la persistencia aromática en boca. En conjunto resultó el de menor color, menor cuerpo y más ligero. Estas características estuvieron directamente ligadas al rendimiento. En efecto, en el otro extremo fueron clasificados los vinos de R y D, como más concentrados y con mayores cualidades para el añejamiento. Estos últimos tratamientos fueron los de menor rendimiento y en un nivel intermedio se ubicó S.

Estos resultados, correspondientes a un sólo año de estudios, mostraron que la calidad sensorial de los vinos estuvo inversamente relacionada al rendimiento, independientemente del componente modificado por cada tratamiento. Por lo tanto, la decisión en relación al método de control de rendimiento a utilizar deberá basarse en las cualidades y desventajas ligadas a la aplicación de cada técnica y a una evaluación económica que contemple la relación beneficio/costo inherente a cada metodología estudiada.

6. CONCLUSIONES

Los resultados del ensayo mostraron que la calidad sensorial de los vinos estuvo estrechamente relacionada al rendimiento, independientemente del componente modificado en cada tratamiento.

El tratamiento sin control de rendimiento (T) con menor intensidad de color y de matices rojizos, produjo los vinos con más bajo nivel de aromas y de intensidad global y con menor sensación de calor (alcohol), concentración y persistencia aromática en boca. Estos atributos aumentaron en al medida que el rendimiento disminuyó (S<D<R).

La restricción hídrica precoz y moderada (S) redujo el tamaño de la baya (único componente modificado) y, proporcionalmente, el rendimiento. Este efecto fue menor al esperado debido a una deshidratación general de las bayas en el ensayo que, si bien es una característica típica de la Syrah, fue particularmente importante durante la temporada en que se desarrolló el estudio.

El análisis sensorial del vino respecto a T, mostró diferencias fundamentalmente a nivel del color: la intensidad fue similar pero fue notoria la diferencia de matiz presentando tintes violáceos característicos que resaltaron respecto del resto de los vinos. Además resultó levemente más amargo y con una sensación de calor algo superior.

Si bien el tenor de azúcares no se afectó significativamente, el fuerte impacto de S sobre el crecimiento vegetativo indica que la aplicación de esta técnica en años sucesivos tendría consecuencias perjudiciales para la sostenibilidad del viñedo en las condiciones en que se desarrolló el trabajo.

El raleo de racimos (R) fue la práctica que produjo el mayor control de rendimiento como consecuencia exclusivamente de una disminución del número de racimos, el incremento del tamaño de la baya no fue significativo debido al control ejercido por la restricción hídrica tardía. Esta reducción de la carga sin modificar significativamente el aspecto vegetativo incrementó la relación superficie foliar/producción que se evidenció en un mayor nivel de azúcares en el mosto, en el vino en un color más intenso y levemente más rico en tonos violáceos. A nivel de nariz la intensidad global fue marcadamente superior mientras que menor fue la nota vegetal. En boca resultó con mayor sensación de calor más astringente, levemente más amargo y con una notoria mayor concentración y persistencia aromática. Sin duda que este conjunto de características lo hace un vino superior al testigo y con mejores condiciones para el añejamiento

El beneficio cualitativo del vino deberá contrastarse con la pérdida de producción y con el costo de la mano de obra que demanda la aplicación de esta práctica.

La eliminación de brote (D) fue eficaz para controlar el rendimiento, siendo el número de brotes por planta el único componente modificado ya que respecto al tamaño de baya no se registraron cambios significativos. En el mosto el nivel de azúcares fue superior a T, mientras que el vino presentó diferencias respecto de los correspondientes a T y S. Con un carácter más vegetal y menos especiado que R pero con una mayor persistencia aromática en boca, es junto a él susceptible de evolucionar favorablemente durante el añejamiento.

La reducción del número de brotes produjo una canopia más aireada y con mayor insolación de los racimos que puede constituir una ventaja o un inconveniente dependiendo de las condiciones agroclimáticas del viñedo. En Pocito, lugar donde se desarrolló el ensayo, el alto grado de exposición de los racimos podría ser problemático debido a las altas temperaturas e insolación habituales en esta localidad.

Finalmente, en la elección de la técnica de control de rendimiento a recomendar para la explotación comercial del viñedo deberá considerarse una evaluación técnico-económica de cada tipo de manejo teniendo en cuenta las ventajas y los inconvenientes observados en este ensayo.

7. CONSIDERACIONES

Sería recomendable estudiar las relaciones entre crecimiento vegetativos y producción para los distintos terruños, sistemas de conducción, cepajes, rendimientos, etc. en busca de los equilibrios que permitan obtener uvas de alta calidad enológica, de acuerdo al objetivo propuesto, compatible con un rendimiento que haga rentable el sistema productivo a la vez que sustentable en el tiempo.

En este sentido el empleo de metodologías como Point Quadrat (Smart and Robinson, 1991) constituye una herramienta simple y útil para estudiar y caracterizar la canopia, sin embargo los niveles óptimos de las variables empleadas deben ser revisados y ajustados para las condiciones predominantes en nuestra zona.

Así mismo relaciones entre el crecimiento vegetativo y la producción estudiadas a través de índices como el de Ravaz o de relaciones como SFEp/R, sin embargo los valores aconsejables deben ser evaluados y de ser necesario ajustados a las condiciones locales.

El control del rendimiento toma verdadera importancia como factor de calidad cuando se lo aplica en viñedos equilibrados y con condiciones de ser sustentables en el tiempo. Dentro de este contexto la restricción hídrica es una herramienta de control de vigor y rendimiento, para su aplicación requiere definir con precisión lo que se busca, conocer acabadamente el comportamiento de la vid bajo condiciones de restricción, además de contar con cultivos homogéneos, tanto más cuanto más precoz e intensa es.

Estudiar de control de rendimiento a través del raleo de racimos, considerando distintos momentos de cuaje a envero e intensidades, con o sin restricciones hídricas.

Al considerar el desbrote como técnica para el control del rendimiento y debido al alto grado de exposición de los racimos podría ser problemático debido a las altas temperaturas e insolación habituales en esta localidad. Esto se ve aumentado en la cara oeste de los sistemas de conducción vertical como espalderos por ejemplo.

Evaluar estas y otras alternativas de control de rendimiento ensayadas para otras variedades, sistemas de conducción y terruños.

Empleo de la cámara de presión es una herramienta muy útil para el manejo racional del riego, no solo para llevar a cabo restricciones hídricas, ya que permite por ejemplo obtener el Kc para diferentes situaciones.

En el contexto de viñedos equilibrados, continuar avanzando en el estudio de los polifenoles como herramienta para ayudar a definir: momento de cosecha (junto a las determinaciones tradicionales como azúcar, acidez, pH, etc.), evaluar el impacto de prácticas de manejo o para caracterizar cepajes y terruños. Para ello se requiere definir técnicas de muestreo, que variables evaluar por ejemplo IPT, antocianos, etc., que protocolos utilizar para analizarlos, de modo de formar bases de datos que ayuden al momento de tomar decisiones. Considerar en el mismo sentido el tema de aromas.

8. ANEXOS

Anexo I: Estudio de suelo realizado por el M.Sc. Ing. Agr. Juan José Aguilera sobre la parcela de Syrah donde se realizó el ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento, durante la temporada 2002-2003, en el departamento de Pocito, provincia de San Juan

Trabajos realizados:

Se realizó la caracterización de un suelo del Departamento Pocito, Provincia de San Juan, ubicado en la Calle Vidart, entre 12 y 13, en una propiedad perteneciente a la firma Graffigna. A tal fin se realizó en la melga 10 de una espaldera de vid, regada con riego por goteo, una calicata para descripción del perfil, ver la distribución radicular, y el perfil húmedo (distribución de la humedad) debajo de la línea de goteo. La calicata abarco desde el centro de la melga hasta debajo de las raíces de la planta (1,25 m de ancho) y hasta una profundidad de 1,2 m. Se tomaron muestras de las capas encontradas para su análisis en laboratorio (Conductividad eléctrica, cationes, aniones en extracto de saturación, materia orgánica, contenido de gravas, peso específico aparente y humedad, textura con dispersión y curvas de capacidad hídrica). Se realizaron 5 barrenados en distintas ubicaciones del parral a fin de determinar la profundidad del perfil de suelo sin la presencia de gravas.

Resultados

El suelo de la propiedad corresponde a lo que fue clasificado como "Complejo El Salado", según el estudio de suelos del Valle del Tulúm, realizado por el INTA en 1976. Este complejo se caracteriza por comprender suelos de distinta textura, con distribución anárquica que impide su separación cartográfica en distintas series. Está clasificado dentro del orden Entisoles, suborden Fluventes, gran grupo y subgrupo Torrifluventes típicos, de las familias franco fina y franco gruesa sobre esquelético arenoso.

Este complejo se ubica preferentemente en la llanura pedemontana de las Sierras Chicas de Zonda, del Villicun, las lomas del Salado y el antiguo cono aluvial del Río San Juan, el relieve original es normal, con pendientes del 2 % o más. Las profundidades de los perfiles hasta la grava es muy variable y en muchos casos estos perfiles han sido originados por la acción del hombre, que rellenó en algunos lugares hasta una profundidad de 1 m

El significado de la clasificación de suelos es la siguiente, el orden entisoles agrupa aquellos suelos jóvenes donde no se han desarrollado horizontes genéticos, por la acción de los agentes formadores de suelos, las diferentes capas que se presentan son solamente acumulación de material sobre el suelo original, principalmente por inundaciones provenientes del Río, por lo que de acuerdo a la fuerza de la inundación, esta puede haber dejado capas de materiales gruesos (arenas) o finos (limos y arcillas), El Suborden Fluventes se caracteriza por presentar la roca madre (contacto lítico o paralítico) a más de 25 cm de profundidad, pendientes menores al 25 %, y carbono orgánico que disminuye con la profundidad o se mantiene por encima del 0,2 % y su temperatura media anual es superior a 0°C, Los torrifluventes significa que son entisoles del suborden Fluventes que tienen un régimen de humedad torrido (o Arídico) que significa calido y seco y la sección de control de humedad se encuentra seca más de la mitad del tiempo, cuando la temperatura del suelo a la profundidad de 50 cm es superior a 5 °C y nunca está húmedo en alguna o todas sus partes por más de 90 días consecutivos, cuando la temperatura a 50 cm es superior a 8 °C. Las familias franco finas corresponden a predominancia de las fracciones limo y arcilla, mientras que las franco gruesas predominan las arenas. Esquelético arenoso indica que se encuentra sobre un subsuelo con gravas o fragmentos de roca mayores a 2 mm de diámetro en un 35 % o más, en volumen, con suficiente tierra para llenar los intersticios superiores a 1 mm y la fracción menor de 2 mm corresponde a partículas del tamaño de las arenas.

En la calicata se pudo observar la presencia de tres capas bien diferenciadas, una primer capa de 0,0 m a 0,40 m de textura franco arenosa, con estructura masiva, seca y muy dura (compactada), de color 10 YR 5/4 pardo amarillento en húmedo y 10 YR 6/4 pardo amarillento claro en seco, con poco desarrollo radicular, concentrado principalmente a poca distancia del tronco de la planta. , La segunda capa de muy poco espesor de 0,40 a 0,50 m de textura arenosa y desde esa profundidad hasta 1,0 m ripio con una matriz de arena fina. La profundidad del ripio se corroboró con 3 barrenados en el mismo cuartel con profundidades que alcanzaron los 0,7 m y 0,9 m donde el relleno fue mayor, siendo el promedio de 0,7 m.

En la primer capa los valores de CE son normales lo que indica que no existen problemas de salinidad, al igual que el RAS (relación de absorción de sodio) bajo, que indica que no hay problemas de sodicidad (saturación del complejo de intercambio con ión sodio que producen la dispersión de los coloides y problemas físicos de suelo como baja infiltración y aireación). El contenido de materia orgánica es muy bajo (menos del 1 %) lo que explica la estructura masiva y la falta de agregación observada. El resultado del peso específico aparente está de acuerdo con la textura y no indica compactación excesiva del suelo. En la tercer capa el porcentaje de gravas es importante, el 65 % en peso y corresponde a un 50 % o más en volumen.

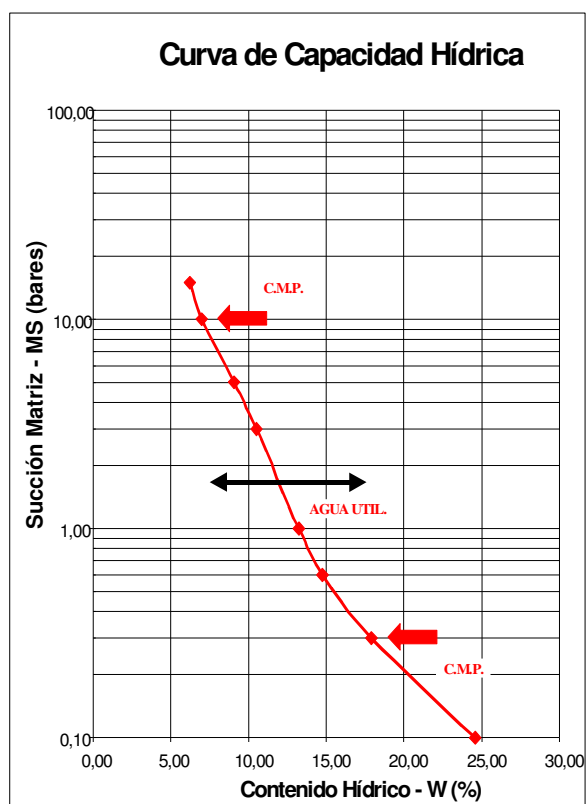
Como detalle importante, se observaron serios problemas de infiltración, las muestras de peso específico aparente se tomaron debajo de la planta y de la línea de goteo, en este sector el suelo se encontraba completamente seco 8,8 % de humedad (justo debajo del gotero) casi en punto de marchites permanente 6,22 % (según curva de capacidad hídrica para este suelo), mientras que hacia el otro lado de la melga se concentraba toda la humedad, principalmente debido a la deriva del agua por un problema de microrelieve, sumado a una costra superficial que reduce drásticamente la infiltración. Este problema está relacionado principalmente con el laboreo que se realiza, de por sí excesivo, que a destruido toda la estructura del suelo y favorecido la disminución de la materia orgánica presente., además se a formado un escalón de 20 cm de de alto y 40 cm de ancho donde se encuentra el cuello de la planta y la línea de manguera, estando el piso del interfilas 20 cm por debajo, el agua de los goteros se acumula en la superficie del escalón (por la baja infiltración del suelo) y escurre (deriva) hacia un lado (hacia el interfilas), penetra unos 10 cm donde se encuentra un pie de arado provocado por el paso continuo de la rastra.. Por lo tanto el volumen de suelo explorado por las raíces es muy reducido, al igual que la capacidad de almacenaje de agua del suelo. Como resultado de estos el suelo disponible para la planta es escaso (menos del 20 % de lo que se puede utilizar), por lo tanto cualquier disminución en la frecuencia de riego, ocasionará un gran estrés hídrico en la planta.

Del análisis de la curva de capacidad hídrica se desprende que a capacidad de campo este suelo contiene 17,88 % de agua, y en su punto de marchites 6,22 %, siendo el porcentaje de agua útil 11,66. Para transformar la humedad gravimétrica (g/100 g) a volumétrica multiplicamos por la densidad aparente, o sea que el porcentaje de agua útil es 17.72 cm³/100 cm³, para transformarlo en altura de agua multiplicamos este contenido de humedad por la profundidad de suelo 700 mm y dividimos por 100 y obtenemos 120 mm de agua en los 70 cm de profundidad de suelo, de esta agua se considera que las plantas pueden extraer solamente la mitad sin mayores problemas, o sea que se debe reponer el agua (regar) cuando se han consumido 60 mm del agua útil. Dadas las características del suelo observado se considera que las plantas solamente tienen acceso al 20 % de esta agua útil o sea a 12 mm, por lo que la frecuencia de riego debe ser diaria, un período largo sin riego (una semana) provocará un severo estrés en las plantas.

Por lo tanto se recomienda cambiar el sistema de labranzas (reducirlo), incrementar el contenido de materia orgánica de los suelos mediante el cultivo de abonos verdes, para mejorar la estructuración de los suelos y su infiltración y modificar el pedestal donde se encuentran hoy día las plantas y las mangueras de riego para evitar la deriva del agua. Con

estas medidas se espera poner a disposición de las raíces un volumen mayor de suelo para que puedan extraer el agua que se almacene en él, así como un mejor aprovechamiento de los nutrientes.

Anexo II: Curva de capacidad hídrica del suelo sobre el cual se realizó el ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en Syrah, durante la temporada 2002-2003, en el departamento de Pocito, provincia de San Juan. Fuente: Laboratorio de Suelo, INTA EEA San Juan.



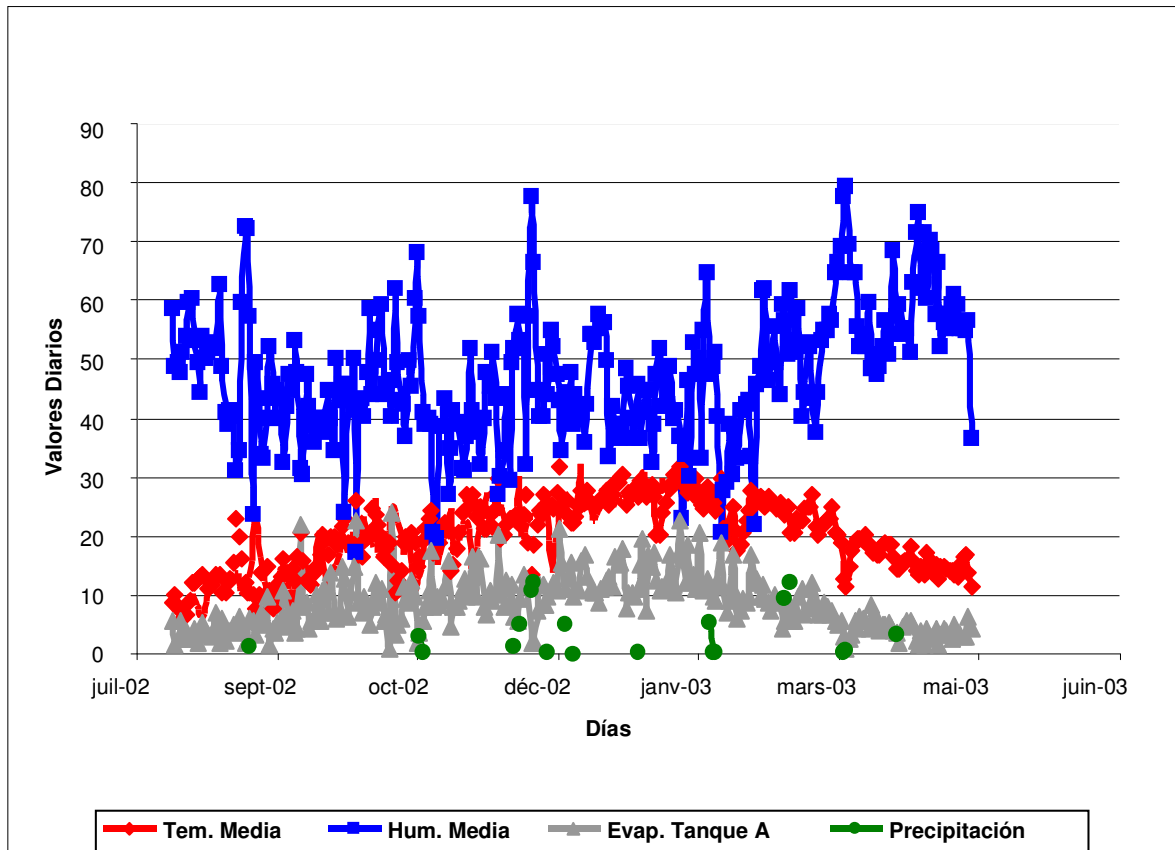
Anexo III: Planilla de análisis de suelo correspondiente al sector del cuartel donde se realizó el ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en Syrah, en la temporada 2002-2003, en el departamento de Pocito, San Juan. Fuente: Laboratorio de Suelo, INTA EEA San Juan, fecha de análisis: 24 de enero de 2003.

Observaciones	Profundidad	CEe (1)	Cationes me/l (2)			Aniones me/l (3)		
	(m)	$\mu\text{S/cm}$	Ca	Mg	Na	CO_3H^-	Cl^-	SO_4^{2-}
Calicata 1 Melga 10 Seco	0,00 - 0,50	2.030	16,26	5,59	5,91	3,47	3,71	18,0
	0,50 - 1,00	-	-	-	-	-	-	-
Calicata 1 Melga 10 Húmedo	0,00 - 0,50	1.801	-	-	-	-	-	-
Interfilar	Tarro 29	-	-	-	-	-	-	-
Bajo Gotero	Tarro 37/22	-	-	-	-	-	-	-

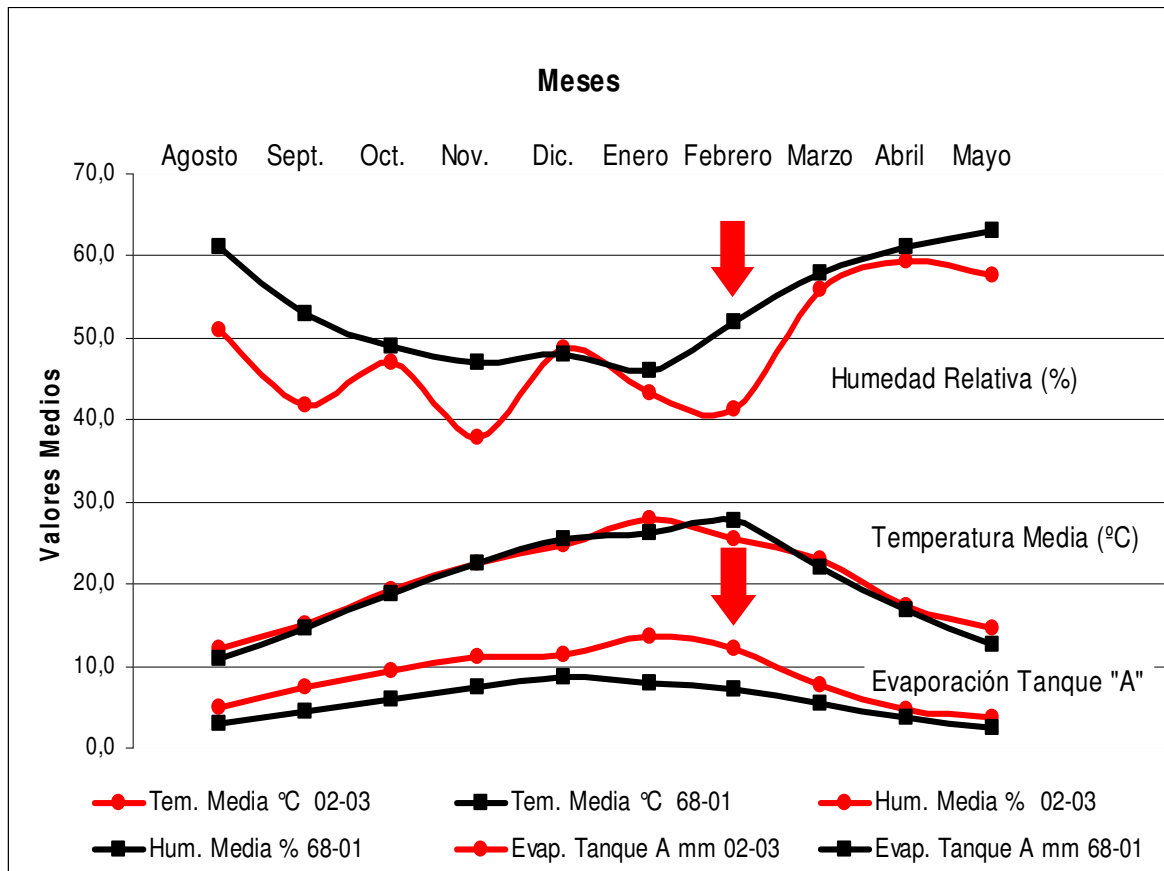
Observaciones	Profundidad	RAS	MO (4)	Gravas	Humedad	PEA
	(m)		%	%	%	g.cm^{-3}
Calicata 1 Melga 10 Seco	0,00 - 0,50	1,8	0,84	-	-	-
	0,50 - 1,00	-	-	65,83	-	-
Calicata 1 Melga 10 Húmedo	0,00 - 0,50	-	-	-	-	-
Interfilar	Tarro 29	-	-	-	5,44	1,53
Bajo Gotero	Tarro 37/22	-	-	-	8,80	1,50

Notas: (1) Conductividad eléctrica del extracto de saturación, expresada en μScm^{-1} . (2) Cationes solubles en extracto de saturación, expresados en miliequivalentes por litro. (3) Aniones solubles en extracto de saturación, expresados en miliequivalentes por litro. (4) Materia Orgánica oxidable con ácido crómico. Método Walkley-Black, expresado en %. RAS: Relación de Adsorción de Sodio. PEA: Peso Especifico Aparente. Expresado en gramos por centímetro cúbico.

Anexo IV-A: Evolución diaria de temperatura media (°C), humedad relativa media (%), evaporación del tanque "A" (mm) y precipitaciones (mm) de agosto de 2002 hasta mayo de 2003. Fuente: estación meteorológica del INTA EEA San Juan.



Anexo IV-B: Comparación de la evolución mensual de la temperatura media (°C), humedad relativa media (%), evaporación del tanque "A" (mm/día) para el período agosto a mayo correspondiente a las temporadas desde 1968 hasta 2001 y al ciclo 2002-2003. Fuente: estación meteorológica del INTA EEA San Juan.



Anexo V: Registro de las fechas correspondientes a los estados fenológicos, precipitaciones (Pp), valores de ETo del tanque "A", cálculo de lámina de riego en base a la ecuación del tanque tipo "A" (Etc), Ψ base, lámina de riego efectivamente aplicada para tratamientos T, R y D, lámina de riego aplicada en S, diferencia de lámina entre testigo y ecuación del tanque tipo "A" (a), diferencia de lámina de riego entre T y S (b) y porcentaje de lámina aplicada en S respecto a T (c). Datos de ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en Syrah, en la temporada 2002-2003, en el departamento de Pocito, San Juan.

Día/ Mes	Eto mm	Kp	Kc	Pp mm	Etc mm	Ψ base		Riegos mm		T-Etc (a) mm	T-S (b) mm	$\frac{S*100}{T}$ (c) mm	Observaciones
						T,R,D	S	T,R,D	S				
1/9								0					Septiembre
2/9								0					
3/9								7,5					
4/9								0					
5/9								0					
6/9								6,3					
7/9								0					
8/9								0					
9/9								3,8					
10/9								3,8					
11/9								0					
12/9								0					
13/9								0					
14/9								0					
15/9								0					
16/9								0				Brotación	
17/9								7,5					
18/9								0					
19/9								7,5					
20/9								0					
21/9	3							0					
22/9	10							0					
23/9	5							7,5					
24/9	10							0					
25/9	9							0					
26/9	5							8,8					
27/9	10							0					
28/9	7							3,8					
29/9	6							0					
30/9	7							7,5					
1/10								0				Octubre	
2/10	10							6,3					
3/10	7							0				Rastra	
4/10	9							7,5					
5/10	13							0					
6/10	14							0					
7/10	9							0					
8/10	7							10					
9/10	9							0					
10/10	8							6,3					
11/10	5							0					
12/10	8							0					

Día/ Mes	Eto mm	Kp	Kc	Pp mm	Etc mm	ψ base		Riegos mm		T-Etc (a) mm	T-S (b) mm	S*100 T (c) mm	Observaciones
						T,R,D	S	T,R,D	S				
13/10	8							0					
14/10	9							0					
15/10	11							0					
16/10	5							0					
17/10	7							0					
18/10	12							7,5					
19/10	7							0					
20/10	7							0					
21/10	5							7,5					
22/10	5							0					
23/10	13							0					
24/10	9							0					
25/10	8							0					
26/10	11							0					100 % de Floración
27/10	9							0					
28/10	5							0					
29/10	1			3				7,5					
30/10	4							0					
31/10	8							0					
1/11	7							7,5	7,5	7,5			Noviembre
2/11	6							0					
3/11	9							0					Cuaje
4/11	9							0					
5/11	6							7,5	7,5	7,5			
6/11	10							0					
7/11	10					-4,10	-4,04	0					= - 4,11 bares
8/11	12	0,66	0,7		5,54			3,8	1,9	-1,74	-3,64	50	Rest. Cuaje
9/11	5	0,66	0,7		2,31			3,8	1,9	1,49	-0,41	50	
10/11	6	0,66	0,7		2,77			3,8	1,9	1,03	-0,87	50	
11/11	9	0,66	0,7		4,16			3,8	1,9	-0,36	-2,26	50	Rastra
12/11	8	0,66	0,7		3,7			3,8	1,9	0,10	-1,80	50	
13/11	10	0,66	0,7		4,62			3,8	1,9	-0,82	-2,72	50	
14/11	9	0,66	0,7		4,16	-2,66	-4,7	3,8	1,9	-0,36	-2,26	50	
15/11	6	0,66	0,7		2,77			3,8	2,1	1,03	-0,67	55	
16/11	8	0,66	0,7		3,7			5,6	2,1	1,90	-1,60	38	
17/11	15	0,66	0,7		6,93			5,6	2,1	-1,33	-4,83	38	
18/11	8	0,66	0,7		3,7	-3,24	-5,3	5,6	2,1	1,90	-1,60	38	
19/11	15	0,66	0,7		6,93			5,6	2,1	-1,33	-4,83	38	
20/11	12	0,66	0,7		5,54			0	2,1	-5,54	-3,44		
21/11	8	0,66	0,7		3,7			8,8	2,1	5,10	-1,60	24	
22/11	5	0,66	0,7		2,31			8,8	2,1	6,49	-0,21	24	
23/11	10	0,66	0,7		4,62	-2,03	-4,33	8,8	2,1	4,18	-2,52	24	
24/11	6	0,66	0,7		2,77			8,8	2,1	6,03	-0,67	24	
25/11	10	0,66	0,7		4,62			8,8	2,1	4,18	-2,52	24	
26/11	17	0,66	0,7		7,85			5,6	2,1	-2,25	-5,75	38	
27/11	10	0,66	0,7		4,62			5	2,1	0,38	-2,52	42	
28/11	7	0,66	0,7		3,23			5	2,1	1,77	-1,13	42	
29/11	13	0,66	0,7		6,01			5	2,1	-1,01	-3,91	42	
30/11	8	0,66	0,7		3,7			5	2,1	1,30	-1,60	42	
1/12	8	0,68	0,75		4,08			5	2,1	0,92	-1,98	42	Diciembre

Día/ Mes	Eto mm	Kp	Kc	Pp mm	Etc mm	ψ base		Riegos mm		T-Etc (a) mm	T-S (b) mm	S*100 T (c) mm	Observaciones
						T,R,D	S	T,R,D	S				
2/12	6	0,68	0,75	1,5	3,06	-3,24	-5,03	5	2,1	3,44	-0,96	42	Rastra
3/12	2	0,68	0,75	5,3	1,02			5	2,1	9,28	1,08	42	
4/12	9	0,68	0,75		4,59			0	0	-4,59	-4,59		
5/12	10	0,68	0,75		5,1			5	0,9	-0,10	-4,20	18	
6/12	9	0,68	0,75		4,59			5	0,9	0,41	-3,69	18	
7/12	0	0,68	0,75	11	0			5	0,9	16,00	0,90	18	
8/12	9+	0,68	0,75	12,3	0			0	0	12,30	0,00		
9/12	2	0,68	0,75		1,02			0	0	-1,02	-1,02		
10/12	7	0,68	0,75		3,57			0	0	-3,57	-3,57		
11/12	7	0,68	0,75		3,57	-2,59	-4,73	0	0	-3,57	-3,57		
12/12	9	0,68	0,75		4,59			5	2,2	0,41	-2,39	44	
13/12	5	0,68	0,75		2,55			5	2,2	2,45	-0,35	44	
14/12	12	0,68	0,75		6,12			5	2,2	-1,12	-3,92	44	
15/12	7	0,68	0,75		3,57	-2,74	-4,64	5	2,2	1,43	-1,37	44	
16/12	9	0,68	0,75		4,59			5	2,2	0,41	-2,39	44	
17/12	8	0,68	0,75		4,08			5	2,2	0,92	-1,88	44	
18/12	19	0,68	0,75		9,69			5	4,4	-4,69	-5,29	88	
19/12	10	0,68	0,75		5,1			7,5	2,5	2,40	-2,60	33	
20/12	9	0,68	0,75	5	4,59	-2,95	-4,7	5	2,2	5,41	-2,39	44	
21/12	11	0,68	0,75		5,61			5	2,2	-0,61	-3,41	44	
22/12	13	0,68	0,75		6,63			5	2,2	-1,63	-4,43	44	
23/12	8	0,68	0,75		4,08			5	2,2	0,92	-1,88	44	
24/12	8	0,68	0,75		4,08			5	2,2	0,92	-1,88	44	
25/12	5	0,68	0,75		2,55			5	2,2	2,45	-0,35	44	
26/12	16	0,68	0,75		8,16	-3,02	-4,75	5	2,2	-3,16	-5,96	44	
27/12	11	0,68	0,75		5,61			8,1	3,4	2,49	-2,21	42	
28/12	13	0,68	0,75		6,63			5	2,2	-1,63	-4,43	44	
29/12	7	0,68	0,75		3,57			5	2,2	1,43	-1,37	44	
30/12	10	0,68	0,75		5,1	-3,14	-4,8	5	2,2	-0,10	-2,90	44	
31/12	7	0,68	0,75		3,57			2,2	2,2	-1,37	-1,37		
1/1	10	0,64	0,75		4,8			2,2	2,2	-2,60	-2,60		
2/1	7	0,64	0,75		3,36			2,2	2,2	-1,16	-1,16		
3/1	10	0,64	0,75		4,8			0	0	-4,80	-4,80		
4/1	12	0,64	0,75		5,76			2,2	2,2	-3,56	-3,56		
5/1	10	0,64	0,75		4,8	-5,39	-5,46	2,2	2,2	-2,60	-2,60		
6/1	11	0,64	0,75		5,28			2,2	2,2	-3,08	-3,08		
7/1	12	0,64	0,75		5,76			2,5	2,5	-3,26	-3,26		
8/1	12	0,64	0,75		5,76			2,5	2,5	-3,26	-3,26		
9/1	12	0,64	0,75		5,76			2,7	2,7	-3,06	-3,06		
10/1	13	0,64	0,75		6,24	-4,92	-4,98	3,1	3,1	-3,14	-3,14		
11/1	7	0,64	0,75		3,36			3,8	3,8	0,44	0,44		
12/1	8	0,64	0,75		3,84			3,8	3,8	-0,04	-0,04		
13/1	8	0,64	0,75		3,84			2,5	2,5	-1,34	-1,34		
14/1	7	0,64	0,75		3,36	-4,79	-4,75	2,5	2,5	-0,86	-0,86		
15/1	10	0,64	0,75		4,8			2,8	2,8	-2,00	-2,00		
16/1	12	0,64	0,75		5,76			2,8	2,8	-2,96	-2,96		
17/1	14	0,64	0,75		6,72			2,8	2,8	-3,92	-3,92		
18/1	8	0,64	0,75		3,84			3,1	3,1	-0,74	-0,74		
19/1	12	0,64	0,75		5,76			3,1	3,1	-2,66	-2,66		
20/1	12	0,64	0,75		5,76			2,5	2,5	-3,26	-3,26		

Día/ Mes	Eto mm	Kp	Kc	Pp mm	Etc mm	ψ base		Riegos mm		T-Etc (a) mm	T-S (b) mm	S*100 T (c) mm	Observaciones
						T,R,D	S	T,R,D	S				
21/1	14	0,64	0,75		6,72			2,5	2,5	-4,22	-4,22		
22/1	10	0,64	0,75		4,8			2,5	2,5	-2,30	-2,30		
23/1	8	0,64	0,75		3,84	-5,08	-5,02	2,5	2,5	-1,34	-1,34		
24/1	9	0,64	0,75		4,32			2,5	2,5	-1,82	-1,82		
25/1	11	0,64	0,75		5,28			2,5	2,5	-2,78	-2,78		
26/1	9	0,64	0,75		4,32			2,5	2,5	-1,82	-1,82		
27/1	11	0,64	0,75		5,28			2,5	2,5	-2,78	-2,78		
28/1	10	0,64	0,75		4,8	-5,07	-5,06	2,5	2,5	-2,30	-2,30		
29/1	8	0,64	0,75		3,84			2,5	2,5	-1,34	-1,34		
30/1	18	0,64	0,75		8,64			2,5	2,5	-6,14	-6,14		45,6°C+Zonda
31/1	12	0,64	0,75		5,76			6,9	6,9	1,14	1,14		
1/2	11	0,67	0,75		5,53			5	5	0,52	0,52		
2/2	14	0,67	0,75		7,04	-4,29	-4,3	6,3	6,3	-0,74	-0,74		
3/2	10	0,67	0,75		5,03			5	5	-0,03	-0,03		
4/2	10	0,67	0,75		5,03			3,1	3,1	-1,93	-1,93		
5/2	10	0,67	0,75		5,03			3,1	3,1	-1,93	-1,93		
6/2	14	0,67	0,75		7,04			3,1	3,1	-3,94	-3,94		
7/2	11	0,67	0,75		5,53			6,9	6,9	1,37	1,37		
8/2	9	0,67	0,75		4,52			3,8	3,8	-0,72	-0,72		
9/2	4	0,67	0,75		2,01	-4,64	-4,63	3,8	3,8	1,79	1,79		
10/2	10	0,67	0,75		5,03			3,1	3,1	-1,93	-1,93		
11/2	15	0,67	0,75		7,54			2,5	2,5	-5,04	-5,04		Cosecha
12/2	10	0,67	0,75		5,03			2,5	2,5	-2,53	-2,53		
13/2	14	0,67	0,75		7,04			5	5	-2,04	-2,04		
14/2	9	0,67	0,75		4,52			5	5	0,48	0,48		
15/2	7	0,67	0,75		3,52			5	5	1,48	1,48		
16/2	7	0,67	0,75		3,52			5	5	1,48	1,48		
17/2	13	0,67	0,75		6,53			5	5	-1,53	-1,53		
18/2	9	0,67	0,75		4,52			5	5	0,48	0,48		
19/2	6	0,67	0,75		3,02			5	5	1,99	1,99		
20/2	6	0,67	0,75		3,02			5	5	1,99	1,99		
21/2	6	0,67	0,75		3,02			0	0	-3,02	-3,02		
22/2	8	0,67	0,75		4,02			5	5	0,98	0,98		
23/2	9	0,67	0,75		4,52	-3,41	-3,37	5	5	0,48	0,48		
24/2	13	0,67	0,75		6,53			5	5	-1,53	-1,53		
25/2	9	0,67	0,75		4,52			6,3	6,3	1,78	1,78		
26/2	10	0,67	0,75		5,03			5	5	-0,03	-0,03		
27/2	7	0,67	0,75		3,52			5	5	1,48	1,48		
28/2	5	0,67	0,75		2,51			6,3	6,3	3,79	3,79		
1/3	5	0,66	0,7		2,31			5	5	2,69	2,69		
2/3	5	0,66	0,7		2,31			5	5	2,69	2,69		
3/3	8	0,66	0,7		3,7			5	5	1,30	1,30		
4/3	6	0,66	0,7		2,77			5	5	2,23	2,23		
5/3	9	0,66	0,7		4,16			6,3	6,3	2,14	2,14		
6/3	5	0,66	0,7		2,31			7,5	7,5	5,19	5,19		
7/3	5	0,66	0,7		2,31	-3,66	-3,59	5	5	2,69	2,69		
8/3	1+	0,66	0,7	9,7	0,46			1,3	1,3	10,54	10,54		
9/3	4	0,66	0,7		1,85			0	0	-1,85	-1,85		
10/3	4	0,66	0,7	12,5	1,85			0	0	10,65	10,65		
11/3	4	0,66	0,7		1,85			0	0	-1,85	-1,85		

Día/ Mes	Eto mm	Kp	Kc	Pp mm	Etc mm	ψ base		Riegos mm		T-Etc (a) mm	T-S (b) mm	S*100 T (c) mm	Observaciones
						T,R,D	S	T,R,D	S				
12/3	4	0,66	0,7		1,85			0	0	-1,85	-1,85		
13/3	5	0,66	0,7		2,31			0	0	-2,31	-2,31		
14/3	8	0,66	0,7		3,7			0	0	-3,70	-3,70		
15/3	8	0,66	0,7		3,7			5	5	1,30	1,30		
16/3	7	0,66	0,7		3,23			4,4	4,4	1,17	1,17		
17/3	6	0,66	0,7		2,77			5	5	2,23	2,23		
18/3	7	0,66	0,7		3,23			5	5	1,77	1,77		
19/3	9	0,66	0,7		4,16			5	5	0,84	0,84		
20/3	7	0,66	0,7		3,23			5	5	1,77	1,77		
21/3	4	0,66	0,7		1,85			5	5	3,15	3,15		
22/3	6	0,66	0,7		2,77			0	0	-2,77	-2,77		
23/3	7	0,66	0,7		3,23			0	0	-3,23	-3,23		
24/3	6	0,66	0,7		2,77			5	5	2,23	2,23		
25/3	5	0,66	0,7		2,31			5	5	2,69	2,69		
26/3	7	0,66	0,7		3,23			5	5	1,77	1,77		
27/3	4	0,66	0,7		1,85			3,8	3,8	1,95	1,95		
28/3	4	0,66	0,7		1,85			3,8	3,8	1,95	1,95		
29/3	4	0,66	0,7		1,85			2,5	2,5	0,65	0,65		
30/3	1	0,66	0,7		0,46			0	0	-0,46	-0,46		
31/3	1	0,66	0,7		0,46			0	0	-0,46	-0,46		
1/4	2	0,67	0,7		0,94			3,8	3,8	2,86	2,86		
2/4	3	0,67	0,7		1,41			3,8	3,8	2,39	2,39		
3/4	4	0,67	0,7		1,88			2,5	2,5	0,62	0,62		
4/4	3	0,67	0,7		1,41			3,8	3,8	2,39	2,39		
5/4	5	0,67	0,7		2,35			3,8	3,8	1,46	1,46		
6/4	4	0,67	0,7		1,88			0	0	-1,88	-1,88		
7/4	5	0,67	0,7		2,35			3,1	3,1	0,76	0,76		
8/4	3	0,67	0,7		1,41			3,1	3,1	1,69	1,69		
9/4	6	0,67	0,7		2,81			3,1	3,1	0,29	0,29		
10/4	4	0,67	0,7		1,88			3,1	3,1	1,22	1,22		
11/4	4	0,67	0,7		1,88			3,1	3,1	1,22	1,22		
12/4	3	0,67	0,7		1,41			0	0	-1,41	-1,41		
13/4	4	0,67	0,7		1,88			0	0	-1,88	-1,88		
14/4	4	0,67	0,7		1,88			3,1	3,1	1,22	1,22		
15/4	3	0,67	0,7		1,41			3,1	3,1	1,69	1,69		
16/4	3	0,67	0,7		1,41			0	0	-1,41	-1,41		
17/4	2+	0,67	0,7	3,5	0,94			3,1	3,1	5,66	5,66		
18/4	2	0,67	0,7		0,94			3,1	3,1	2,16	2,16		
19/4	4	0,67	0,7		1,88			2,5	2,5	0,62	0,62		
20/4	3	0,67	0,7		1,41			0	0	-1,41	-1,41		
21/4	3	0,67	0,7		1,41			2,5	2,5	1,09	1,09		
22/4	4	0,67	0,7		1,88			2,5	2,5	0,62	0,62		
23/4	4	0,67	0,7		1,88			0	0	-1,88	-1,88		
24/4	4	0,67	0,7		1,88			2,5	2,5	0,62	0,62		
25/4	1	0,67	0,7		0,47			2,5	2,5	2,03	2,03		
26/4	2	0,67	0,7		0,94			0	0	-0,94	-0,94		
27/4	2	0,67	0,7		0,94			0	0	-0,94	-0,94		
28/4	2	0,67	0,7		0,94			2,5	2,5	1,56	1,56		
29/4	2	0,67	0,7		0,94			2,5	2,5	1,56	1,56		
30/4	2	0,67	0,7		0,94			2,5	2,5	1,56	1,56		

Herbicida

Anexo VI: Diámetros medios de tronco (medido 5 cm bajo la apertura de los brazos) de las vides de Syrah muestreadas en cada una de las unidades experimentales (hileras) correspondientes al sector del cuartel donde llevo a cabo el ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en el departamento de Pocito, provincia de San Juan. Septiembre de 2002.

Hilera	Plantas Seleccionadas													Media	Desvio	Cv %
	2º	7º	12º	17º	22º	27º	32º	37º	42º	47º	52º	57º	62º			
11	29,5	25,5	28,5	28,5	27,5	24,5	22,5	22	27,5	21	22,5	25	34,5	26,08	3,62	13,88
12	31	29,5	23	27	29	31	30,5	27	24,5	25	26	25,5	28,5	27,50	2,53	9,19
13	29	31,5	28	29,5	22	26	24	28	26	24	28,5	24,5	30	27,00	2,70	10,01
14	28,5	24	32	31	28,5	27	27,5	21,5	27,5	25	27	29	27	27,35	2,66	9,71
15	27	29		31	30	20	30,5	24,5		28,5	26,5	20	27	26,73	3,66	13,69
16	31	30	28,5	26	29	41	31	30	29,5	27,5	27	29	23	29,42	3,96	13,44
17	34,5	23	27	20,5	26		25	32	26,5	32	32	27	30	27,96	4,01	14,33
18	23	27	28,5	32,5	29,5	22	30,5	28,5	31	28	28,5	26	25	27,69	2,94	10,61
19	36,5	32	29,5	22,5	33	30,5	29,5	29	27	26	30,5	28	29	29,46	3,28	11,13
20	26,5	33,5	30	25	28	29,5	29	30	30	27	31	27	32	29,12	2,28	7,83
21	35,5	33,5	35,5	31,5	31	31	28	32,5	32,5	29	24,5	29	31,5	31,15	2,92	9,37
22	34	32	29	31	28	25,5	26,5	30	31	25,5	26	23,5	31,5	28,73	3,03	10,54
23	32,5	25	29	32,5	28,5	30,5	30	31	33	27,5	23,5	26	22,5	28,58	3,34	11,70
24	35,5	28	24	26,5	35,5	29	23	23,5	30	34	23,5	27	26,5	28,15	4,30	15,27
25	29	34	39	31	27	32	29,5	27,5	29	29,5	29,5	23,5	26,5	29,77	3,66	12,28
26	30	28,5	34	26,5	27	29		30	20,5	30	27,5	21,5	30	27,88	3,59	12,90
27	28,5	20	30,5	27,5	29,5	32,5	20	30,5	29	32	25,5	25,5	28	27,62	3,83	13,88
28	34	30	33	28,5	36,5	30,5	23,5	35	31	26	21,5	28	24,5	29,38	4,43	15,09
29	29,5	29,5	30	26	29	28,5	37	31	27,5	25,5	24	27		28,71	3,18	11,07
30	32	31,5	30	23,5	29	32	25	22	27	20,5	21,5	31	21	26,62	4,36	16,38
31	28,5	27	30	32	27	29	22,5	26	25	22,5	25,5	24	22,5	26,27	2,91	11,09
32	29,5	28,5	28,5	25	20	28	20	27	26		22,5	22,5	22	24,96	3,29	13,20
33	28,5	23	26,5	22	28	20,5	20,5	27		21	20	20	23,5	23,38	3,13	13,39
34	29,5	29	24,5	24	21	26,5		20	22	25	20,5	23	25,5	24,21	2,98	12,32
35	28,5	26	27	24,5	25,5	29		24,5	30,5	24,5	23,5	24,5	26	26,17	2,07	7,93
36	27,5	24	23	25,5	27	26		21,5	21,5		24,5	20	25	24,14	2,30	9,52
37	29	22,5	24,5	22,5	26			22	27		26,5	21,5	29,5	25,10	2,78	11,08
38	28,5	29	23	26,5	21,5	26,5	23	24	34		24	27	33	26,67	3,77	14,14
39	23,5	26	30,5	22,5	24	21		23	22,5			25	30	24,80	3,03	12,20
40	26	23,5	28,5	26	23	26,5		28			21,5	21	26,5	25,05	2,49	9,96
41	29	30	26,5	26	26,5	23	20,5	28	23,5		27	30,5	27,5	26,50	2,82	10,65
42	26	27,5	27,5	30	28,5	28,5	21	24	26,5	30	28,5	30,5	26,5	27,31	2,52	9,24
43	30	28,5	29	29,5	32			21	22,5	20,5		24	23,5	26,05	3,97	15,22
44	26	24,5	21	26,5	20	28		29,5	28	28,5	28	22,5	26	25,71	2,96	11,52
45	29	27,5	30,5	29,5	30		30,5	22,5	26,5		28,5	24	26,5	27,73	2,53	9,11
46	34,5	29	27,5	29,5	26,5	26	22	28,5	24	27,5	25	26,5		27,21	3,00	11,04
47	31,5	28,5	26	23,5	25,5	27,5		26,5	27	21	21,5	20	20	24,88	3,52	14,14
48	35	30	26,5		30	31	21,5	30		22,5	34	29,5	21,5	28,32	4,51	15,94
49	28	32	27	27,5	31,5	29,5	27,5	24,5	27,5	29	31	27,5		28,54	2,07	7,24
50	22,5	28	24,5	26,5	20	31		30	27,5	28	21,5	22	22,5	25,33	3,48	13,73
51	25	29,5	27,5	24,5	24	25	24,5	25,5	38	26,5	31,5	23,5	25,5	26,96	3,87	14,34
52	30,5	27,5	29	31,5	29	29,5	24	30,5	32,5	31	30	27,5	24	28,96	2,52	8,71
53	30	32	30,5	38	32,5	26,5	28	23	24	28,5	27,5	21		28,46	4,44	15,61
54	33	27,5	23,5	43	27	23	23	28,5	29	29,5	27	26,5		28,38	5,22	18,38
55	25,5	28,5	30	28	32,5	33,5	32	30	32,5	29,5	28,5	24	30	29,58	2,65	8,97
56	36	27,5	26,5	36,5	26,5	27,5	28	27,5	34	34	26,5	24,5	24,5	29,19	4,13	14,15

Hilera	Plantas Seleccionadas												Media	Desvio	Cv %	
	2º	7º	12º	17º	22º	27º	32º	37º	42º	47º	52º	57º				62º
57	30,5	26,5	28,5	31	28	27,5		29,5	28,5	29,5	32,5	21	25	28,17	2,90	10,28
58	25,5	34	32	27,5	33	26	30	30	24,5	26	26,5	26,5	27	28,35	2,98	10,52
59	20	31,5			34,5	26	30,5	26,5	29		32	22		28,00	4,52	16,15
60		32,5	29,5	31,5	30	25,5	24,5	29,5			20,5			27,94	3,80	13,61
61	38	29	28		29	24,5	27	20,5	21	28	25	20	26,5	26,38	4,69	17,79
62		31	28	28,5	24,5	27,5	25	27,5		28		23	23	26,60	2,48	9,32
63	30	27	28		32,5	31	31,5	27	23	28,5	26,5	22,5	27	27,88	2,97	10,67
64	34,5	32,5	26,5	34	26	26	26	27,5	22	25,5	22,5	23	21	26,69	4,27	16,01
65	39	33	33	32	30,5			24	28	22	23,5	27	27	29,00	4,83	16,65
66	34	29,5		29,5		25	28,5	23,5	26	29	24,5	26,5	22	27,09	3,25	12,01
67		28	31	30	32	27,5	28,5	22,5	24			25,5	23	27,20	3,17	11,66
68	27	20,5	27,5	27	27,5	26	29	20,5				22,5	22	24,95	3,05	12,24
69	20,5		26	36,5	23,5		33	25,5			26			27,29	5,13	18,81
70	29,5	31,5	27,5	26	19,5	26,5	30,5				20,5	26		26,39	3,89	14,75
71	23,5	29	29,5			20	28,5	22		22	20	21	27	24,25	3,65	15,05

Anexo VII: Selección de las 16 unidades experimentales de la parcela de Syrah considerando los menores Cv, luego agrupadas en bloques según valores crecientes de sus medias y finalmente distribución aleatoria de los tratamientos en las unidades experimentales de cada bloque. Correspondientes al ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento, departamento de Pocito, provincia de San Juan. Septiembre de 2002.

1º Elección U. Exp.	Según % Cv	2º Según los diámetros medios		Bloques	Tratamientos
49	7,23917	39	24,8	I	Raleo
20	7,83078	32	24,9583	I	Restricción
35	7,92987	35	26,1667	I	Desbrote
52	8,71044	62	26,6	I	Testigo
55	8,96609	67	27,2	II	Desbrote
45	9,1098	42	27,3077	II	Testigo
12	9,18829	12	27,5	II	Restricción
42	9,24012	45	27,7273	II	Raleo
62	9,31542	26	27,875	III	Restricción
29	11,0715	49	28,5417	III	Desbrote
67	11,6608	23	28,5769	III	Raleo
23	11,7039	29	28,7083	III	Testigo
39	12,2038	52	28,9615	IV	Desbrote
26	12,8958	20	29,1154	IV	Testigo
32	13,1992	16	29,4231	IV	Raleo
16	13,4444	55	29,5769	IV	Restricción

Anexo VIII - A : Valores promedios del potencial base (bares) medidos desde cuaje (07/11/02) hasta post-cosecha (07/03/03), para la variedad Syrah, sometidas a diferentes tratamientos en el ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento durante la temporada 2002-2003, en el departamento de Pocito, provincia de San Juan. T: Testigo, S: Restricción hídrica desde cuaje, R: Raleo de racimos, D: Desbrote.

Fecha	Días desde Cuaje	T	S	R	D	Observaciones
3 Noviembre	0					Cuaje
7 Noviembre	4	-4,09	-4,04	-4,05	-4,17	Inicio restricción en S
14 Noviembre	11	-2,70	-4,70	-2,65	-2,64	
18 Noviembre	15	-3,33	-5,30	-3,24	-3,15	
23 Noviembre	20	-2,05	-4,33	-2,00	-2,03	
2 Diciembre	29	-3,20	-5,03	-3,28	-3,25	
11 Diciembre	38	-2,58	-4,73	-2,54	-2,65	
15 Diciembre	42	-2,82	-4,64	-2,80	-2,61	
20 Diciembre	47	-2,92	-4,70	-2,96	-2,97	
26 Diciembre	53	-3,04	-4,75	-3,03	-2,99	
30 Diciembre	57	-3,10	-4,80	-3,17	-3,16	Inicio de Enero
5 Enero	63	-5,43	-5,46	-5,42	-5,32	31 de Diciembre inicio restricción en: T, R, D
10 Enero	68	-4,94	-4,98	-4,89	-4,94	
14 Enero	72	-4,85	-4,75	-4,71	-4,82	
23 Enero	81	-5,07	-5,02	-5,04	-5,12	
28 Enero	86	-5,05	-5,06	-5,10	-5,07	
2 Febrero	91	-4,30	-4,30	-4,28	-4,28	
9 Febrero	96	-4,59	-4,63	-4,72	-4,60	
23 Febrero	110	-3,30	-3,37	-3,45	-3,48	12 de Febrero: Cosecha
7 Marzo	122	-3,66	-3,59	-3,70	-3,61	

Anexo VIII - B: Valores medios de temperatura (°C), humedad relativa (%); evaporación tanque "A" (mm) y láminas de riegos (mm) aplicadas a los tratamientos T: Testigo, S: Restricción hídrica desde cuaje, R: Raleo de racimos, D: Desbrote para la variedad Syrah el ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento, en el departamento de Pocito, provincia de San Juan, temporada 2002-2003.

FECHA	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Evaporación (mm)	Riegos T, R y D (mm)	Riegos S (mm)
14/11/02	24,7	32	9,0	3,8	1,9
15/11/02	27,5	38	6,0	3,8	2,1
16/11/02	26,4	53	8,0	5,7	2,1
17/11/02	27,6	42	15,0	5,7	2,1
18/11/02	23,7	40	8,0	5,7	2,1
21/11/02	21,6	41	8,0	8,8	2,1
22/11/02	21,8	49	5,0	8,8	2,1
23/11/02	24,2	46	10,0	8,8	2,1
01/01/03	26,5	59	10,0	2,2	2,2
02/01/03	26,5	56	7,0	2,2	2,2
03/01/03	27,3	57	10,0	2,2	2,2
04/01/03	28,3	51	12,0	2,2	2,2
05/01/03	25,9	34	10,0	2,2	2,2
19/01/03	29,0	46	12,0	3,1	3,1
20/01/03	29,3	33	12,0	2,5	2,5
21/01/03	27,0	40	14,0	2,5	2,5
22/01/03	20,7	48	10,0	2,5	2,5
23/01/03	20,5	53	8,0	2,5	2,5
29/01/03	30,7	42	8,0	2,5	2,5
30/01/03	32,5	38	18,0	2,5	2,5
31/01/03	29,6	24	12,0	6,9	6,9
01/02/03	29,0	35	11,0	5,0	5

Anexo IX: Valores medios de potenciales (bares) registrados en las unidades experimentales 29 y 26 correspondientes a los tratamientos T y S respectivamente, durante la cinética del 30 de diciembre inmediatamente, antes del inicio de la restricción post-cuaje. Correspondiente al ensayo de control de rendimiento realizado durante la temporada 2002-2003, en el departamento de Pocito, provincia de San Juan.

Horas del día	T	T	S	S
	Media	Desvío	Media	Desvío
0:00	-2,63	0,21	-4,67	0,22
3:00	-3,07	0,15	-4,83	0,14
6:00	-3,10	0,10	-4,77	0,14
9:00	-6,58	0,38	-8,62	0,38
12:00	-8,83	0,39	-12,17	0,47
15:00	-11,27	0,41	-14,51	0,36
19:00	-10,77	0,67	-13,83	0,47
21:00	-5,47	0,47	-8,23	0,47
24:00	-2,64	0,20	-4,90	0,21

Anexo X: Evolución del crecimiento de brotes (cm) y del número de nudos por brote, desde cuaje hasta una semana antes de cosecha de la variedad Syrah. Correspondiente a los tratamientos T: Testigo, S: Restricción hídrica desde cuaje, R: Raleo de racimos, D: Desbrote. Registrados en el ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento, en el departamento de Pocito, provincia de San Juan, temporada 2002-2003.

Fechas	Días desde cuaje	T		S		R		D	
		Crecim	Nudos	Crecim	Nudos	Crecim	Nudos	Crecim.	Nudos
3 Nov.	0								
11 Nov.	8	119,31	18,00	123,31	18,06	122,00	18,50	112,69	18,06
19 Nov.	16	123,69	19,69	125,44	18,69	128,13	20,31	118,25	19,88
26 Nov.	23	128,25	21,13	126,56	18,69	133,31	22,00	123,19	21,63
4 Dic.	31	134,13	23,38	127,56	18,69	138,38	23,69	128,81	23,88
10 Dic.	37	139,76	25,44	128,13	18,69	144,00	26,00	135,56	26,31
17 Dic.	44	149,45	29,00	128,13	18,69	152,63	29,31	146,38	30,06
28 Dic.	55	159,14	32,56	128,13	18,69	161,25	32,63	157,19	33,81
2 Ene.	60	163,52	33,69	128,13	18,69	166,38	34,19	163,69	35,81
7 Ene.	65	166,70	34,69	128,13	18,69	169,31	35,13	167,63	37,13
15 Ene.	73	167,89	34,88	128,13	18,69	170,50	35,44	169,06	37,56
23 Ene.	81	167,89	34,88	128,13	18,69	170,50	35,44	169,06	37,56
30 Ene.	88	167,89	34,88	128,13	18,69	170,50	35,44	169,06	37,56
6 Feb.	95	167,89	34,88	128,13	18,69	170,50	35,44	169,06	37,56

Anexo XI: Evolución del peso (g), diámetro (mm), contenido de azúcar (°Brix) y pH en bayas de Syrah desde 15 días antes de envero hasta cosecha, correspondiente a los tratamientos T: Testigo, S: Restricción hídrica desde cuaje, R: Raleo de racimos, D: Desbrote. Registrados en el ensayo de de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento, en el departamento de Pocito, provincia de San Juan, temporada 2002-2003.

Evolución del peso y diámetro de baya, contenido de azúcar y pH					
Evolución del peso de la baya					
Fecha	Días desde cuaje	T	S	R	D
16/12/02	43	0,69	0,49	0,73	0,74
06/01/03	64	0,93	0,61	0,95	1,01
21/01/03	79	1,08	0,96	1,33	1,27
05/02/03	94	1,10	0,94	1,17	1,20
13/02/03	101	1,05	0,94	1,07	1,01
Evolución del diámetro de la baya					
Fecha	Días desde cuaje	T	S	R	D
16/12/02	43				
06/01/03	64	9,99	8,51	10,10	10,32
21/01/03	79	11,00	10,26	11,42	11,20
05/02/03	94	10,56	10,06	10,81	10,51
13/02/03	101	10,06	9,74	9,90	9,90
Evolución de Brix					
Fecha	Días desde cuaje	T	S	R	D
16/12/02	43	4,13	5,38	4,00	4,25
06/01/03	64	10,00	12,13	10,13	10,38
21/01/03	79	18,75	20,50	21,13	20,88
05/02/03	94	23,55	25,25	25,88	26,25
13/02/03	101	26,38	24,9	27,18	25,00
Evolución del pH					
Fecha	Días desde cuaje	T	S	R	D
16/12/02	43	2,57	2,59	2,57	2,60
06/01/03	64	2,73	2,78	2,76	2,77
21/01/03	79	3,22	3,21	3,37	3,36
05/02/03	94	3,70	3,72	3,91	3,84
13/02/03	101	3,73	3,72	3,95	3,85

Anexo XII: Evolución contenido en bayas de Syrah de antocianinas, flavonoles (quercitina), 3-flavonoles (catequizas) y proantocianidinas expresados en mg/Kg uva y mg/baya e índice de polifenoles totales en mg/Kg en los tratamientos T: Testigo, S: Restricción hídrica desde cuaje, R: Raleo de racimos, D: Desbrote en las cinco fechas de muestreo. Datos del ensayo de evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento, realizado en Pocito, provincia de San Juan, temporada 2002-2003.

Antocianinas				
Días desde cuaje	T	S	R	D
	mg/Kg.			
64	29,09	128,45	104,97	123,35
79	662,63	824,29	893,66	750,55
79	941,28	667,82	747,61	758,43
101	906,97	932,57	906,69	852,78
	mg/Baya			
64	0,027	0,07	0,09	0,13
79	0,71	0,79	1,19	0,94
94	1,03	0,62	0,87	0,91
101	0,94	0,87	1,00	0,84
Flavonoles (quercitina)				
Días desde cuaje	T	S	R	D
	mg/Kg.			
41	46,59	65,49	41,78	32,74
64	59,69	98,79	43,28	23,89
79	124,86	171,09	145,90	120,10
79	172,06	169,18	146,02	157,09
101	215,94	196,99	186,39	203,05
	mg/Baya			
41	0,06	0,05	0,05	0,04
64	0,1	0,11	0,07	0,05
79	0,15	0,29	0,30	0,22
94	0,18	0,16	0,17	0,18
101	0,22	0,18	0,19	0,20
Índice de polifenoles totales (IPT)				
Días des cuaje	T	S	R	D
	mg/Kg. Uva			
41	31	39	28	33
63	19	26	18	18
78	31	38	44	42
94	43	50	44	49
101	52	53	53	57

3-Flavanoles (catequinas)				
Días desde cuaje	T	S	R	D
	mg/Kg.			
41	0,29	0,25	0,26	0,28
64	0,31	0,30	0,37	0,37
79	0,31	0,30	0,37	0,33
79	0,27	0,23	0,32	0,32
101	0,24	0,23	0,25	0,22
	mg/Baya			
41	423,59	514,74	366,61	393,68
64	337,41	490,59	399,70	310,58
79	289,48	318,94	282,11	265,27
94	253,87	246,97	270,39	275,64
101	237,90	245,58	222,34	231,04
3-Flavanoles (proantocianidinas)				
Días desde cuaje	T	S	R	D
	mg/Kg.			
41	3802,56	4352,67	3665,94	3991,22
64	4221,46	6486,68	5008,90	4486,38
79	4660,37	4565,66	3990,20	4531,09
79	4453,00	5251,58	4438,48	4524,67
101	4501,90	4432,10	4405,04	4258,68
	mg/Baya			
41	2,59	2,12	2,66	2,89
64	3,94	3,99	4,77	4,55
79	4,96	4,36	5,32	5,71
94	4,86	4,91	5,25	5,31
101	4,62	4,17	4,69	4,28

9. BIBLIOGRAFIA

AHLGREN D., LUM, D., TURNIPSEED B., LEIGHTON M., MATTHEWS J., HARBERTSON F. and GUINARD J. 2002. Vine Irrigation and Crop Yield Effects on the Sensory Quality of Cabernet Sauvignon. *American Journal of Enology and Viticulture* 53:3 p. 248 A.

BATE-SMITH E. 1954. Astringency in Food. *Food* 23: 124.

BECKER N., ZIMMERMANN H. 1984. Influence de divers apports d'eau sur des vignes en pots, sur la maturation des sarments, le développement des baies et la qualité du vin. *Bull. O. I. V.*, p. 573-583.

BERGQVIST J., DOKOOZLIAN N. and EBISUDA N. 2001. Sunlight Exposure and Temperatura on Berry Growth and Composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. *American Journal Viticulture & Enology* 52:1 p. 1-6.

BOULTON R. 1996. A Method for the assessment of Copigmentation in Red Wines. *American Journal of Enology and Viticulture* 47. 346.

BRAVDO B., HEPNER Y., LOINGER C., COHEN S., TABACMAN H. 1985. Effect of irrigation and crop level on growth, yield and wine quality of Cabernet Sauvignon. *American Journal of Enology and Viticulture*. 36 (2), 132-139.

BUSTOS J.E. 1993. Chilquilla o clavel amarillo, *Wedelia glauca* (Otr.) Hoffman ex Hicken. *Revista Agro de Cuyo*, marzo de 1993, año 3 p. 30-32. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

CARBONNEAU A. 1995. La Surface Foliare Exposéé Potentielle. *Le progrès Agricole et Viticole*, 1995, 112 N° 9, p 204-212.

CARBONNEAU A. 1998. Irrigation, vignoble et produit de la vigne. In : *Traité d'Irrigation*. J.-R. Tiercelin, coord. Paris, Lavoisier Tec & Doc. Chapitre IV: Aspects Qualitatifs, 257-298.

CARBONEAU A. et OLLAT N. 1991. Instabilité de la réhydratation tardive des feuilles à l'amorce du régime de transpiration en situation de sécheresse. Exemple de *Vitis vinifera* L. cv. Sémillon. *J. Intern. Sciences Vigne et Vin* 25 (2), 75-83.

CARBONEAU A. 2002. Módulo 12 Ecofisiología Aplicada. (a) Terroir. Clases de la Maestría de Viticultura & Enología, ciclo 2002/2003. FCA UNCuyo, INTA, INRA, Agro Montpellier.

CARBONEAU A. 2002. Módulo 12 Ecofisiología Aplicada. (b) Los componentes del Rendimiento. Clases de la Maestría de Viticultura & Enología, ciclo 2002/2003. FCA UNCuyo, INTA, INRA, Agro Montpellier.

CARBONNEAU A. 2002. (c) Gestion de l'eau dans le Vignoble: Théorie et Pratique: *Le progrès Agricole et Viticole*, 21, p 455-467.

CARBONNEAU A., DELOIRE A., COSTENZA P. 2003. Le potentiel hydrique foliaire : sens des différentes modalités de mesure. *Gesco XIIIème journées du groupe européen d'étude des systèmes de conduite de la vigne*; Montevideo; Uruguay; 3-7 février.

CASTRO T. y LIOTTA M. 1998. Incorporación de riego localizado en parrales establecidos para uva de mesa. *Informe de progresos 1998/1999*. INTA, EEA San Juan, p. 27-28

- CHAMPAGNOL F. 1983. Incidentes, sue la Physiologie de la Vigne, de la Disposition du Feuillage et des Operations en Vert. *Le progrès Agricole et Viticole*, 1993, 110, N° 13,-14 p. 295-301.
- CHAMPAGNOL F. 1984. Elements de Physiologie de la Vigve et de la Viticulture Generale. Chapitre I Croissance et developpement du Rameau, Facteurs Internes de la Croissance. P. 7-20. Chapitre VI Techniques Culturelles et Qualite de la Vendange p. 314-318.
- CHONE X., TREGOAT O., VAN LEEUWEN, C. et DUBOURDIEU D. 2000. Déficit Hydrique Modéré de la Vigne: Parmi les 3 Apllications de la Chambre à Presion, le potentiel Tige est L'Indicateur le Plus Précis. *Journal Internacional Des Sciences de la Vigne & du Vin*. 34, n° 4 p. 169-176.
- COMBE B. G. 1995. Adoption of a system for identifying grapevines growth stage. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 1, p.100-110.
- CORDONNIER R. 1976. Qualité de la vengange et methodologie de la selection viticole *Le Progrès Agricole et Viticole* 93 (24), p. 760-762.
- CREASY G. L., LOMBARD P. B. 1993. Vine water stress and peduncle girdling effects on pre- and post-veraison grape berry growth and deformability. *American Journal of Enology and Viticulture* 44 (2), p. 193-197.
- CREASY G. L., PRICE S. F., LOMBARD P. B. 1993. Evidence for xylem discontinuity in Pinot Noir and Merlot grapes: dye uptake and mineral composition during berry maturation. *American Journal of Enology and Viticulture* 44 (2), p. 187-192.
- DAVIES C., BOSS P. K. ROBINSON S. P. 1997. Treatment of grape berries, a nonclimacteric fruit with a synthetic auxin, retards ripening and alters the expression of developmentally regulated genes. *Plant Physiol.* 115, p. 1155-1161.
- DELOIRE A. 2002. Módulo 5 Materia prima. Clases de la Maestría de Viticultura & Enología, ciclo 2002/2003. FCA UNCuyo, INTA, INRA, Agro Montpellier.
- DOWNEY M., HARVER J. and ROBINSON, S. 2003. Analysis of Tannins in Seed and Skins of Shiraz Grapes throughout Berry Development. *Australian Journal of Grape And Wine Research*. 9. 15 p. 15-27.
- DRY P.R., LOVEYS B.R. 1998. Factors influencing grapevine vigour and the potential for control with partial rootzone drying. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 4, 140-148.
- DÜRING H., LANG A., OGGIONNI F. 1987. Patterns of water flow in Riesling berries in relation to developmental changes in their xylem morphology. *Vitis* 26, p. 123-131.
- EICHHORN K. W. and LORENZ H. 1977. Phaenologische Entwicklungstadien der Rabe. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* 29, p.119-120.
- EYNARD I. and GAY, G. 1993. Proceedings - Eighth Australian Wine Industry Technical Conference p. 54-63.
- EZZAHOJANI A. and WILLIAMS L. 2001.. The Effect of Thinning and Girdling on Leaf Water Potential, Growth and Fruit Composition of Ruby Seedless grapevines. *Journal Internacional Des Sciences de la Vigne & du Vin* 35 n°2 p. 79-85.

FREEMAN B.M., KIEWER W. M. 1983. Effect of irrigation, crop level and potassium fertilization on Carignane vines. II Grape and wine quality. American Journal of Enology and Viticulture. 34, p.197-207.

GAUDILLÈRE J.P., VAN LEEUWEN C., OLLAT N. 2002 Carbon isotope composition of sugar in grapevine, integrated indicator of vineyard water status. Journal of Experimental Botany, 53 (369), p. 757-763.

GINESTAR C., EASTHAM J., GRAY S., ILAND P. 1998: Use of sap-flow sensors to shedule vineyard irrigation. I. Effects of post-veraison water deficits on compositon of Shiraz grapes. American Journal of Enology and Viticulture 49 (4), p.421-428.

GOMEZ del CAMPO M., RUIZ C., and LISSARRAGUE J. 2002. Effect of Water Stress on Leaf Area Development, Photosynteisis, and Productivity in Chardonnay and Airén Grapevines. American Journal of Enology and Viticulture 53:2 p. 138-143.

GRASSIN M., NAZRALA J., VILA H., y TROILO,C. 2002. Contribution à l'étude du zonage viticole de la province de San Juan, Argentine.

GREENSPAN M. D., SHACKEL K. A., MATTHEWS M. A. 1994. Developmental changes in the diurnal water budget of the grape berry exposed to water deficits. Plant, Cell and Environment 17, p. 811-820.

GREENSPAN M. D., SCHULTZ H. R., MATHEWS M. A. 1996. Field evaluation of water transport in grape berries during water deficits. Physiol Plant 97, p. 55-62.

GUIDONI S., ALLARA P. and SCHUBERT A. 2002. Effect of Cluster Thinning on Berry Skin Anthocyanin Composition of *Vitis vinifera* cv. Nebbiolo American Journal of Enology and Viticulture 53:3 p. 224-226.

HARDIE W. J., CONSIDINE J. A. 1976. Response of grapes to water-deficit stress in particular stages of development. American Journal of Enology and Viticulture 27 (2), p. 55-61.

HASELGROVE L., BOTTING D., van HEESWIJCK R., HOJ P., DRY P., Ford C. and ILAND P. 2000. Canopy Microclimate and Berry Composition: The Effect of Bunch on the Phenolic Composition of *Vitis vinifera* L. Cv. Shiraz Grape Berries. Australian Journal of Grape and Wine Research 6. P. 141-149.

ILAND P., EWART A. and SITTER J. 1993. Techniques for Chemical Analysis and Stability Test of Grape Juice and Wine. Kitchener Press Pty. Ltd, Adelaide, Australia.

INTA Estación Experimental Agropecuaria San Juan 2002. Informe Presentado al Foro Vitícola 26 p. San Juan. Argentina.

INTA Estación Experimental Agropecuaria San Juan 1976. Estudio de Suelos de Valle de Tulún, San Juan. Argentina.

KATERJI N., HALLAIRE M. 1984. Les grandeurs de référence utilisables dans l'étude de l'alimentation en eau des cultures. Agronomie 4 (10), 999-1008.

KLIEWER W. M., FREEMAN B. M, C HOSSSOM. 1983. Effect of irrigation, crop level and potassium fertilization on Carignane vines. I Degree of water stress and effect on growth and yield. American Journal of Enology and Viticulture 34 (3), p. 186-196.

KOUNDOURAS S., VAN LEEUWEN C., SEGÚN G. et Glories Y. 1999. Influence de l'Alimentacion en AEU sur la Croissance de la Vigne, la Maturation des Raisns et les

Caractéristiques des Vins en Zone Méditerranée (Exemple de Némée, Grèce, Céoage Saint-Georges, 1997). *Journal International Des Sciences de la Vigne & du Vin*. 33, n° 4, p. 149-160.

LEBON E., SCHULTZ. R. 1996. Photosynthèse et conductance stomatique de la vigne à l'échelle du couvert pendant un stress hydrique. II. Validation du modèle. *CR GESCO* 9, 157-167.

LEBON E., PELLEGRINO A., LECOEUR J. et Tardieu, F. 2001 Reponses Architecturales du Rameau Induites par un Deficit Hydrique Controle du Sol chez de la Vigne (*Vitis vinifera* L. cv. Grenache Noir)

LE CLECH B. 1996. Fonctionnement hydrique de la vigne, de l'échelle de la journée à celle de l'année, étude de quelques conséquences en viticulture. Thèse de l'Université de Bordeaux 2. 235p.

MARTIN N., et REVEL, G. 1.999. Evaluation Sensorielle: Bases Scientifiques et Applications Oenologiques. *Journal International Des Sciences de la Vigne & du Vin*. Hors sèrie "La Dégustation".

MATTHEWS M., ANDERSON M. and SCHULTZ H. 1987. Phenologic and Growth Response to Early and Late Season Water Deficit in Cabernet Franc. *Vitis* 38 (4) p. 145-150.

MATTHEWS M. A., ANDERSON M. M. 1988. Fruit Ripening in *Vitis vinifera* L: Responses to Seasonal Water Deficits. *American Journal of Enology and Viticulture* 39 (4), p. 313-320.

MATUS M. Y RODRIGUEZ J. 1998. Caracterización ampelografica de la variedad Syrah, cultivada en Mendoza, Argentina según el método de la O.I.V.. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza* tomo XXX N° 2, p. 73-79.

MEYERS J., WOLPERT J., BOULTON R. AND NOBLE C. 1995. Influence of Shoot Thinning on Growth and Yield Composition, and Wine Characteristics of Sangiovese. *American Journal of Enology and Viticulture* 43: N°3, p. 402 A.

MCCARTHY M. G. 1997. The effect of transient water deficit on berry development of cv. Shiraz. (*Vitis vinifera* L.). *Australian Journal of Grape and Wine Research* 3, p. 102-108.

MCCARTHY M. G. 1999. Weight loss from ripening berries of Shiraz grapevines (*Vitis vinifera* L. cv. Shiraz). *Australian Journal of Grape and Wine Research* 5, p. 10-16.

MCCARTHY M. G., COOMBE B. G. 1999. Is weight loss in ripening grape berries cv. Shiraz caused by impeded phloem transport?. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 5, p. 17-21.

MCCARTHY M. G. 2000. Developmental variation in sensitivity of *Vitis vinifera* L. (Shiraz). *Australian Journal of Grape and Wine Research* 6, p. 136-140.

McMURROUGH I. and McDOWELL J. 1978. Chromatographic Separation and Automated Analysis of Flavonols. *Anal Biochem.*, 91 p. 92-100.

MIRANDA O., LIOTTA M. y CORNEJO R. (2000): Superior Seedless Table Grape Evapotranspiration under Arid Climate Conditions. Estación Experimental Agropecuaria San Juan, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Calle 11 y Vidart (5427) Villa Aberastain, San Juan, Argentina.

MORLAT R., PENAVAYRE M., JACQUET A., ASSELIN C., LEMAITRE C. 1992. Influence des terroirs sur le fonctionnement hydrique de la vigne en millésime exceptionnellement sec (1990).

Conséquence sur la maturation du raisin. *Journal International Des Sciences de la Vigne & du Vin*. 26 (4), p. 197-220.

NIJENSOHN L., GRASSI C. y PILASI H. 1963 Un procedimiento de campo para medir la intensidad relativa de transpiración. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza*. Tomo X N° 1-2, p. 41-53.

NAOR A., BRAVDO B., HEPNER Y. 1993. Effect of post-véraison irrigation level on Sauvignon blanc yield, juice quality and water relations. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 14 (2), p. 19-25.

OJEDA H. 1999. Influence de la contrainte hydrique sur la croissance du péricarpe et sur l'évolution des phénols des baies de raisin (*Vitis vinifera* L.) cv. Syrah. Tesis doctoral de la Escuela Nacional Superior Agronómica de Montpellier, 159 p.

OJEDA H., DELOIRE A., CARBONNEAU A., AGEORGES A. and ROMIEU C. 1999. Berry Development of Grapevines: Relations Between the Growth of Berries and their DNA content Indicate Cell Multiplication and enlargement. *Vitis* 38 (4) p. 145-150.

OJEDA H., DELOIRE et A. CARBONNEAU, 2001. Influence of Water Deficits on Grape Berry Growth. *Vitis* 40 (3) p. 141-145.

OJEDA, H. 2002. Como se relaciona la calidad de la uva y del vino con el rendimiento del viñedo. Comunicación personal. EEA Luján de Cuyo, Mendoza.

OJEDA H., ANDARY C., KRAEVA E., CARBONNEAU A. and DELOIRE A. 2002. Influence of Pre- and Postveraison Water Deficit on Synthesis and Concentration of Skin Phenolic Compounds during Berry Growth of *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz. *American Journal of Enology and Viticulture* . 53 (4), 261-267.

OJEDA H., DELOIRE A., WANG Z y CARBONNEAU A. 2004. Detereminación y Control del Estado Hídrico de la Vid. Efectos Morfológicos y Fisiológicos de la Restricción Hídrica en Vides. *Viticultura y Enología Profesional*, N°90.

OUGH C and AMERINE M.. 1998. *Methods for Analysis the Musts and Wines*: Edit. John Wiley & Son, New York. P. 208-210.

PETRELUNGER E., SIVILOTTI P., BONETTO C. and PALADIN M. 2002. Water Stress Induce Changes in Polyphenol concentration in Merlot Grapes and Wines. *Riv. Vitic. Enol.* n° 1, 2002.

PONI S., LAKSO A. N., TGURNER J. R., MELIOUS R. E. 1994. Interactions of crop level and last season water stress on growth and physiology of field-grown Concord grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture* 45 (2), 252-258.

PRICHARD T., HANSON B., SCHWANKL L., VERDEGAL P., and SMITH R. 2003. *Irrigation of Quality Winegrapes Using Micro-Irrigation Techniques*. University of California Coperative Extension, Departament of Land, Air and Water Resources. University of California Davis. 83 p.

RIBERAU-GAYON P and STONESTREET E. 1965. *Bull. Aoc. Chim. Fr.* p. 2649-2652.

RIBERAU-GAYON P and STONESTREET E. 1966. *Chim. Anal.* 48. p. 188-196.

RIOU, V. et ASSELIN, C. 1996. Potentiel polyphénolique disponible du raisin. Estimation rapide par extraction partielle à chaud. *Le progrès Agricole et Viticole*, 1996, 113, N° 18, p. 382-384.

ROBERTS D. 1994. Cluster Thinning Experiments on Pinot noir. *American Journal of Enology and Viticulture* Vol. 45 Nro. 4 p. 470.

- RODRIGUEZ, J. 2000. Sistemas de Conducción. Segunda parte: Manejo de la Canopia. Serie Apunte de Viticultura Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza.
- RUHL E. 1993. Rootstock Evaluation for Low Juice p.H. Proceedings - Eighth Australian Wine Industry Technical Conference p. 64-67.
- SCARSI H. 2002. Caracterización Vitícola y Enológica de 19 clones de Malbec Argentinos Obtenidos por Selección Clonal y Sanitaria. Tesis de Maestría de Viticultura & Enología. Mendoza, Argentina.
- SCHLOSSER J. and REYNOLDS A. 2002. Effect of Viticultural and Enological Practices on Chardonnay Musque Fruit and Wine Composition. American Journal of Enology and Viticulture 53:3 p. 237A.
- SCHOLANDER P., HAMMEL H., BRANB STREET E. and HEMMINGSEN E. 1965. Sap Pressure in Vascular Plant. Science 148, p 339-346.
- SMART R. E. 1974. Aspect of water relations of the grapevine *Vitis vinifera*. American Journal of Enology and Viticulture Vol. 25 N°2, p. 84-91.
- SMART R. E., TURKINGTON C. R., EVANS J. C. 1974. Grapevine response to furrow and trickle irrigation. American Journal of Enology and Viticulture 25 (2), p. 62-66.
- SMART R. and ROBINSON M. 1991. Sunlight into Wine. A Handbook for Winegrape Canopy Management. Under the auspices of Ministry of Agriculture and Fisheries. New Zealand. Winetitles, Adelaide.
- STEVENS R., HARVEY G., and ASPINAL D. 1995. Grapevine Growth of Shoots and fruit lineary correlate with water stress indices based on root-weighted soil matric potential. Australian Journal of Grape and Wine Research I, p. 58-66
- TORRES P. 1993. Etude de Quelques Techniques en vue de Maitriser le Rendement de la Vigne. Le progrès Agricole et Viticole, 1993, 110, N° 9, p. 199-204.
- TURNER N. C. 1981. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. Plant and Soil 58, p. 339-366.
- VALANCOGNE C. et NASR Z. 1989. Une méthode de mesure du débit de sève brute dans de petits arbres par bilan de chaleur. Agronomie 9, p. 609-617.
- VALLONE R. 2003. Módulo Relación Agua-Planta, clases de la Maestría de Viticultura & Enología, ciclo 2002/2003. Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo, INTA, INRA, Agro Montpellier.
- VALLONE, R., NIJENSOHN J., CAVAGNARO B., MAFFEI J. and OJEDA H. 2004. Validation of a simple biological indicador of plant water status to determinate irrigation timing of grapevines. Simposio Internacional Riego y Relaciones Hídricas en Vid y Frutales. Mendoza 4-6 de diciembre de 2001. p. 77-89.
- VAN LEEUWEN C., LERICH R., RENARD R., TREGOAT O., et ALLA, P. 2000. Micromorphometric Changes in Trunk Diameter in Relation to Mild Water Stress in Field Grown Vines. Journal International Des Sciences de la Vigne & du Vin.34, n° 2, p. 41-47.

VAN LEEUWEN C., GAUDILLERE J., et TREGOAT O. 2001. L'évaluation du Régime Hydrique de la Vigne à Partir du Rapport Isotopique $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$. L'intérêt de sa Mesure sur les Sucres du Moût à Maturité. *Journal International Des Sciences de la Vigne & du Vin*.35, n° 4, p. 195-205.

VAN ZYL J. K. 1984. Reponse of colombar grapevines to irrigation as regards quality aspects and growth. *S. Afr. Enol. Vitic.* 5 (1), p. 19-28.

VAN ZYL J. L. 1985. Influence de l'irrigation sur la croissance et la qualité des vignes et raisins de Colombar. *Bulletin de l'O.I.V.* n°^{ros} 648-649, 173-188.

VAN ZYL J. L. 1986. Canopy temperature as a water stress indicator in wines. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 7 (2), p. 53-58.

VAN ZYL J. L. 1987. Diurnal variation in grapevine water stress as a function of changing soil water status and metreological conditions. *S.Afr. J. Enol. Vitic.* 8, 45-52.

VILA H., CANADA M., LUCERO C., y GRASSIN, M. 1999. Caractérisation des zones mésoclimatiques aptes por la culture de la vigne (*Vitis vinifera* L.) dans la province de San Juan, Argentina.

VILA H. 2002. Efecto del tiempo de maceración sobre el color, la composición tánica y la astringencia de vinos Cabernet Sauvignon y Malbec. Tesis de Maestría de Viticultura & Enología. Mendoza, Argentina.

WILLIAMS L. E., DOKOOZLIAN N. K., WAMPLE R. 1994. Grape. In: *Handbook of Environmental Physiology of fruit crops*. Vol. I. Temperature crops. B. Shaffer and P. Andersen (Eds.) p. 85-133. CRC Press, Inc. Florida - USA.

WILLIAMS L. E. and MATTHEWS M. A. 1990. Grapevine. In: *Irrigation of Agricultural Crops*. (Agronomy Monographs N° 30). Ed. J.B. Stewart and D. R. Nielsen. Pp 1019-55. ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin.

WINKLER L. J., COOK J. A., KLIEWER W. M, AND LIDER L.A. 1974. *General Viticulture*. University California press Berkley and Los Angeles, California. University of California press, Ltd. London England.

ZIRONI R., BUIATTI S and CELOTTI E. 1992. Evaluation of a New Colorimetric Method for the Determination of Catechins in Musts and Winesa. *Wien Wissenchft, Wiesbaden*, 47. p. 1-7.

10. AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento al Dr. Ing. Agr. Hernán Ojeda por su guía, apoyo y colaboración a lo largo de todo el trabajo, sin lo cual el mismo no hubiese sido posible de llevar a cabo. A su familia que durante mi estadía en Francia, donde se redactó la mayor parte de este trabajo, me hizo sentir más cerca de los afectos.

Al M.Sc. Ing. Agr. Carlos Catania responsable de las vinificaciones, por su consejo y apoyo a lo largo de toda esta experiencia.

A la empresa Santiago Graffigna, en la persona del Ing. Carlos Rizo y muy especialmente del Ing. Agr. Carlos Coria, responsable del área técnica, que con su experiencia y predisposición facilitó la realización del trabajo, permitiendo que mis pensamientos estuvieran focalizados exclusivamente en los aspectos técnicos. En el mismo sentido deseo agradecer al encargado de la finca, donde se llevó a cabo el trabajo, Sr. Molina por su completa colaboración.

Al Ing. Agr. Emilio Cáceres por sus conocimientos, experiencia fue una guía permanente que colaboro con la ejecución del trabajo a campo. Del mismo modo al M.Sc. Ing. Agr. Jorge Bustos por su colaboración durante la realización del trabajo y sus aportes en el área de malezas y su consejo permanente.

Al M.Sc. Ing. Agr. Juan José Aguilera y al Enólogo Oscar Bocelli por su participación y consejo en lo referente al tema suelo.

A la INTA EEA San Juan por facilitar la cámara de presión, necesaria para realizar las mediciones de potencial, también a los responsables del área de meteorología por brindar la información necesaria para el seguimiento del trabajo a campo.

Al departamento de viticultura de la INTA EEA Luján de Cuyo, Mendoza en la persona del MSc. Ing. Agr. Hernán Vila y al personal del laboratorio de Fenoles Lic. María Sance y a los Srs. Ángel De Biazzi y Rodolfo Martos por su cooperación.

A la Sra. Norma Peralici, responsable de la biblioteca de la INTA EEA Luján de Cuyo por su colaboración en la revisión bibliográfica.

A la Ing. Agr. Cristina Herrera de la Cátedra de Estadística de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo por su colaboración en el diseño estadístico del ensayo, que facilitó la ejecución del trabajo a campo

Si duda la realización de este trabajo me ha permitido crecer profesionalmente. A nivel personal, he recibido el afecto y un trato preferencial de numerosas personas que ante requerimientos puntuales han aportado su experiencia, conocimientos y su desinteresada colaboración, lo que de por sí ya hace valiosa esta experiencia.

Resumen

Un factor de gran incidencia en la calidad de las uvas y vinos es el rendimiento cuyo control es un aspecto fundamental a tener en cuenta para la obtención de cosechas de calidad. El objetivo de este trabajo fue estudiar diferentes métodos de manejo de cultivo orientados a controlar el rendimiento del viñedo, modificando sus distintos componentes, con la finalidad de aumentar la calidad enológica de los vinos y evaluar la compatibilidad de los métodos ensayados con el uso comercial del viñedo y la sostenibilidad en el tiempo.

El ensayo se llevó a cabo en el departamento de Pocito, provincia de San Juan, en un viñedo comercial de la variedad Syrah, durante la temporada 2002-2003. Sobre la base del manejo del viñedo realizado por la empresa, considerado como testigo (T), caracterizado principalmente por la aplicación de una restricción hídrica de intensidad moderada desde enero hasta cosecha, se aplicaron distintos métodos para disminuir el rendimiento un 30% en relación a T a partir de la modificación de diferentes componentes: *restricción hídrica moderada* ($-4 \text{ bares} \geq \psi_b \geq -6 \text{ bares}$) a *partir del cuaje* (S) con el objetivo de disminuir el tamaño de la baya; *raleo de racimos* (R) para reducir el número de racimos por brote y *raleo de brotes* (D) para el control del número de brotes por planta.

El manejo del riego se realizó sobre la base de la determinación de la lámina de agua a aplicar a partir del cálculo del consumo hídrico del viñedo (Etc por el método del tanque tipo "A") controlada por el método de la cámara de presión en base a de la determinación del potencial hídrico foliar de base (ψ_b) (en pre-amanecer).

La restricción hídrica precoz y moderada (S) influyó negativamente en el aspecto vegetativo a nivel de crecimiento de brotes (longitud y número de nudos), superficie foliar expuesta (SFE), densidad de la canopia, peso medio de sarmiento y crecimiento del tronco. El rendimiento (11 Mg/ha) fue menor en 13,9% respecto de T debido únicamente a la reducción del peso de la baya. Esta disminución fue menor a la esperada debido a la ocurrencia de una fuerte deshidratación que sufrieron las bayas al final del período de maduración que redujo drásticamente las diferencias de peso y diámetro de las bayas entre los tratamientos. El vino de S presentó similitudes respecto del proveniente de T pero diferenciándose favorablemente por matices violáceos notorios y una sensación de calor superior. En las condiciones en las que se desarrolló el trabajo, el fuerte impacto de S sobre el crecimiento vegetativo de las plantas tendría consecuencias perjudiciales para la sostenibilidad del viñedo, condición requerida para cumplir con los objetivos establecidos.

El raleo de racimos (R) produjo el menor rendimiento del ensayo (7,5 Mg/ha) con una reducción de 41,3% respecto de T. El crecimiento vegetativo aumentó levemente aunque de manera no significativa. Sin embargo subió la relación SFE/rendimiento y consecuentemente la concentración de azúcares del mosto. El análisis sensorial del vino mostró diferencias evidentes con los demás tratamientos pero principalmente con T, debido a una coloración e intensidad aromática superiores y mayor sensación de calor, astringencia, concentración y persistencia aromática en boca. Será necesario considerar si el beneficio cualitativo obtenido en el vino justifica el costo de la mano de obra necesaria para llevar a cabo esta labor.

En el tratamiento de desbrote (D), la reducción del rendimiento (9,2 Mg/ha) alcanzó el 28,8% respecto T. Disminuyó fuertemente la densidad de la canopia, aumentando el porcentaje de claros y disminuyendo el número de capas de hojas y el porcentaje de hojas y racimos interiores. El vino, superior a T, presentó similitudes con R diferenciándose de éste principalmente por una menor persistencia aromática en boca. El alto grado de exposición de los racimos (más del 70 %) podría ser un problema en una zona extremadamente cálida y con alta insolación como Pocito, San Juan.

Globalmente, los resultados del ensayo, correspondientes a un sólo año de estudio, mostraron que la calidad sensorial de los vinos estuvo inversamente relacionada al rendimiento, independientemente del componente modificado por cada tratamiento. Por lo tanto, la decisión

en relación a la técnica de control de rendimiento a utilizar deberá basarse en los problemas de manejo y a la evaluación económica inherente a cada metodología estudiada.

Résumé

Un des éléments majeurs pour la maîtrise de la qualité des raisins et des vins est le rendement. Dont le contrôle est un des aspects fondamentaux à tenir en compte pour obtenir des récoltes de qualité. L'objectif de ce travail a été d'étudier l'influence de différentes méthodes destinées à contrôler le rendement de la vigne, en modifiant ses divers composants, ayant comme but l'augmentation de la qualité œnologique des vins et d'évaluer la compatibilité de ces méthodes dans la situation d'une exploitation commerciale.

L'essai a été réalisé dans le Département Pocito, Province de San Juan, dans un vignoble commercial du cépage Syrah, pendant la saison 2002-2003. Sur la base de la stratégie de conduite du vignoble réalisée par l'entreprise, considérée comme témoin (T) et caractérisée surtout pour l'application d'une contrainte hydrique modérée dès la véraison jusqu'à la récolte, de diverses méthodes ont été appliquées pour diminuer le rendement de 30% par rapport à T, à partir de la modification des différents composants : *restriction hydrique modérée* ($-4 \text{ bars} \geq \psi_b \geq -6 \text{ bars}$) à partir de la nouaison (S), ayant comme objectif de diminuer la taille de la baie; *l'éclaircissage des grappes (R)*, pour réduire le nombre de grappes par rameau et *l'épamprage (D)*, pour contrôler le nombre de pousses par plante.

Le contrôle de l'irrigation a été réalisé à l'aide de la détermination de la lame d'eau à appliquer, à partir du calcul de la consommation hydrique du vignoble (Etc par por el método del tanque tipo "A"), contrôlée par la méthode de la chambre de pression à partir de la détermination du potentiel hydrique foliaire de base (ψ_b).

La restriction hydrique précoce et modérée (S) a agi négativement sur l'aspect végétatif au niveau de la croissance des rameaux (longueur et nombre de nœuds), la surface foliaire exposée (SFE), la densité de la canopée, le poids moyen du sarment et la croissance du tronc. Le rendement (11 Mg/ha) a été inférieur de 13,9% par rapport à T, à cause de la réduction du poids de la baie. Cette diminution a été inférieure à la prévision car la forte déshydratation des baies à la fin de la période de maturation a réduit de manière sévère les différences de poids et de diamètre des baies entre les traitements. Le vin de S a présenté des similitudes avec celui de T mais avec une différence favorable à cause de ses nuances violacées remarquables et une sensation plus marquée de la chaleur. Dans les conditions où le travail a été développé, la forte influence de S sur la croissance végétative des plantes devrait avoir des conséquences nuisibles pour la préservation du vignoble.

L'éclaircissage des raisins (R) a produit le rendement le plus bas de l'essai (7,5 Mg/ha) avec une réduction de 41,3% quant à T. La croissance végétative a augmenté légèrement, mais de manière non significative. Cependant, le rapport SFE/rendement a augmenté, et par conséquent la concentration de sucres du moût. L'analyse sensorielle du vin a montré des différences évidentes par rapport aux autres traitements, mais principalement avec T, par une intensité aromatique supérieure et une plus grande sensation de chaleur, d'astringence, de concentration et de persistance aromatique dans la bouche. Il faudra considérer si les avantages qualitatifs obtenus dans le vin justifient le coût de la main d'œuvre nécessaire pour accomplir cette tâche.

Dans le traitement de *épamprage (D)*, la réduction du rendement (9,2 Mg/ha) a atteint le 28,8% quant à T. La densité de la canopée a diminué fortement, le pourcentage des trous dans le feuillage a augmenté et le nombre de couches de feuilles et grappes intérieures a diminué. Le vin, supérieur à celui de T, a montré des similitudes avec celui de R, mais la différence par rapport à ce dernier a été surtout la plus petite persistance aromatique dans la bouche. L'exposition plus élevée des grappes (plus du 70 %) pourrait être un problème dans une région extrêmement chaude et avec une grande insolation comme celle de Pocito, San Juan.

De manière globale, les résultats de l'essai correspondants à une année d'études, ont montré que la qualité sensorielle des vins a été attachée de manière inverse au rendement, indépendamment du composant modifié pour chaque traitement. Par conséquent, la décision

par rapport à la technique de contrôle de rendement à utiliser devra s'appuyer sur les aspects relatifs aux problèmes de mise en place de la technique et sur l'évaluation économique concernant chaque méthodologie étudiée.

Ing. Agr. Gustavo Luis Matocq

MSc. Viticultura & Enología
Enólogo

Perú 571 (N) 5400. San Juan, Argentina
Tel/Fax = 0264 - 4273505
E-mail: gustavomatocq@uolsinectis.com.ar