

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DEL MANEJO DE LA ENTREFILA Y
LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA
SOBRE EL RENDIMIENTO Y
LA CALIDAD DE LA UVA *Vitis vinifera* L. cv. TANNAT

por

Manuel FILGUEIRA CHIOSSONI

Tesis presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO
URUGUAY
2005

PÁGINA DE APROBACIÓN

Director: _____
José Zamalvide

Vocal 1: _____
Marcelo Ferrando

Vocal 2: _____
Alfredo Silva

Fecha: 21 de noviembre de 2005

Autor: _____
Manuel Filgueira

AGRADECIMIENTOS

Las siguientes personas ayudaron al máximo de sus capacidades y mucho más de lo que se les pidió:

- Berobide, Juana
- Blangero, Diego
- Bornsani, Julio
- Chiossoni, Martha
- De Frutos, Estela
- Díaz, Gustavo
- Ferrando, Marcelo
- Filgueira, José Luis
- Filgueira, Mariana
- Garmendia, Gabriela
- Gil, Graciela
- González-Neves, Gustavo
- Korovsky Edgardo

- Personal AEQ
- Personal Bedelía
- Personal Biblioteca
- Personal de Viñedo y Bodega Filgueira
- Pouso, Jorge
- Presno, Nicolás
- Silva, Alfredo
- Unidad de ciencia y tecnología de los alimentos, Fac. Qca.
- Vázquez, Susana
- Zamalvide, José

• TABLA DE CONTENIDOS

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	3
AGRADECIMIENTOS.....	3
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 RELACIONES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE LA UVA.....	3
2.1.1 Parámetros que definen la calidad de la uva para vinificar.....	3
2.2 MOVIMIENTO DEL NITRÓGENO EN LA PLANTA DE VID.....	3
2.3 EL AGUA EN LA PLANTA DE VID.....	3
2.4 DESCRIPCIÓN DE LA INFLUENCIA DEL EMPASTADO Y LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN LA CALIDAD DE LA UVA.....	3
2.4.1 La pastura y su relación con la calidad de la uva para vinificar.....	3
2.4.2 Las vías indirectas del agua y del nitrógeno.....	3
2.4.2.1 Nitrógeno disponible y vigor de la planta.....	3
2.4.2.2 Nitrógeno disponible y rendimiento.....	3
2.4.2.3 El agua disponible y el rendimiento.....	3
2.4.2.4 El vigor y el rendimiento.....	3
2.4.3 La raíz y el nitrógeno disponible.....	3
2.4.3.1 La raíz y el vigor.....	3
2.5 PROPOSICIÓN DE MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
2.6 VALORES ESPERADOS.....	3
2.6.1 Análisis foliar.....	3
2.6.2 Variables medidas al momento de la cosecha.....	3
2.6.2.1 Para la variedad Tannat.....	3
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3.1 LOCALIZACIÓN Y SUELO.....	3
3.2 MANEJO GENERAL DEL CULTIVO.....	3
3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	3
3.4 TRATAMIENTOS.....	3
3.5 VARIABLES EVALUADAS.....	3
3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	3
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	3
4.1 AÑO 2004.....	3
4.1.1 RENDIMIENTO 2004.....	3
4.1.2 ANÁLISIS EN UVA 2004.....	3
4.1.3 ANÁLISIS FOLIARES 2003-04.....	3
4.1.3.1 Índice de clorofila.....	3
4.1.3.2 Nitrato en peciolo.....	3
4.2 AÑO 2005.....	3
4.2.1 RENDIMIENTO Y VIGOR 2005.....	3

4.2.3 ANÁLISIS FOLIARES 2004-05.....	3
5. CONCLUSIONES.....	3
6. RESUMEN.....	3
7. BIBLIOGRAFÍA.....	3
8. ANEXO.....	3
ANEXO I. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	III
ANEXO II. DATOS DE COSECHA 2004.....	III
ANEXO III. DATOS DE COSECHA 2005.....	III
anexo iv. datos de precipitaciones.....	iii

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Figura N°1. Diagrama de relaciones.....	10
Figura N°2 Perfil de la calidad de la uva 2005 para los diferentes tratamientos de nitrógeno.....	44
Figura N°3. Perfil de la calidad de la uva 2005 para diferentes coberturas.....	45
Figura N°4. Relación entre medidas de clorofila y nitratos en floración.....	48
Figura N°5 Relación entre medidas de clorofila y nitratos en envero.....	48
Figura N°6 Relación entre medidas de clorofila y nitrógeno agregado.....	48
Figura N°7. Relación entre nitrato en pecíolo a envero y alcohol probable 2005.....	54
Cuadro N°1 Nivel de nitrógeno total en hoja entera adaptado de LOUE <i>et al</i> , 1984 citado por CHOUY, 1994.....	25
Cuadro N°2 Rendimiento 2004. Comparación entre medias de los distintos tratamientos.	44
Cuadro N°3 Resumen ANOVA realizado a los análisis de la uva.....	46
Cuadro N°4 Lectura de clorofila a floración 2004. Comparación entre medias de los diferentes tratamientos.....	48
Cuadro N°5 Lectura de clorofila a envero 2004. Comparación entre medias de los diferentes tratamientos.....	48
Cuadro N°6 Nitrato a floración (ppm)2004. Comparación entre medias de los diferentes tratamiento.....	49
Cuadro N°7 Nitrato a envero 2004 (ppm). Comparación entre medias de los diferentes tratamientos.....	49
Cuadro N°8 Nitrógeno total a envero (ppm)2004.....	50
Cuadro N°9 Sensibilidad de diferentes métodos para medir el nivel de nitrógeno en la vid.....	50
Cuadro N°10 Rendimiento 2005 (Kg/Ha). Comparación entre medias de los distintos tratamientos.	51
Cuadro N°11 Peso de poda 2005 (Kg/parcela). Comparación entre medias de distintos tratamientos.....	51
Cuadro N°12 Resumen ANOVA realizado a los análisis de la uva.....	53
Cuadro N°13 Nitrato a envero (ppm) 2005. Comparación entre medias de los diferentes tratamientos.....	55
Cuadro N°14 Nitrógeno total a envero (ppm) 2005. Comparación entre medias de distintos tratamientos.....	56

1. INTRODUCCIÓN

En Uruguay, si bien el mercado interno de vino es modesto, el ciudadano promedio se caracteriza por ser importante consumidor de vino (Austral Spectator, 2003). Se produce un promedio de 100 millones de litros anuales, de los cuales el 80 % corresponde a vinos de mesa o comunes y el restante 20 % a vino VCP o finos.

En los últimos años se ha observado una tendencia a la preferencia de vino fino por parte de los consumidores. Este cambio puede deberse a la constante promoción y difusión de los V.C.P. que ha venido realizando INAVI (Instituto Nacional de Vitivinicultura). Como respuesta se obtuvo el aumento de la calidad de los vinos uruguayos. Otro factor puede estar relacionado con recientes investigaciones sobre las propiedades del vino y sus componentes antioxidantes, lo que harían de éste un producto con efectos positivos, especialmente en la prevención de las enfermedades cardiovasculares.

El aumento de la calidad de los vinos uruguayos ocurrido en los últimos años y su difusión, fue el principal detonante en el interés de los consumidores en la obtención de un mejor y mayor conocimiento de sus propiedades y cualidades gustativas, lo que los hace cada vez más exigentes. Con el objetivo de satisfacer esta necesidad, se están buscando y desarrollando continuamente nuevas prácticas agronómicas y enológicas de forma de lograr vinos de la más alta calidad.

Si bien el proceso enológico a nivel de bodega sufrió cambios sustanciales, permitiendo la extracción del mayor potencial de las uvas, en particular en aquellas variedades consideradas finas, no hay que olvidar los avances realizados a nivel vitícola, no sólo en lo relacionado a la incorporación al cultivo de variedades con alto potencial enológico, sino también en el manejo realizado en ellas con el fin de lograr maximizar todos y cada uno de los parámetros de calidad.

La obtención de uvas de buena calidad enológica, en el momento de la vendimia es el resultado de todo un año de trabajo utilizando prácticas agronómicas fundamentadas. Entre ellas se encuentran la fertilización nitrogenada, el manejo de la entrefila, el manejo de la canopia, el deshoje, el raleo de racimos. El objetivo principal es la obtención de una alta actividad fotosintética y en consecuencia una buena producción de azúcares, los cuales serán acumulados en los frutos. Por otra parte se hace imprescindible el control del vigor y rendimiento de la planta, con el fin de favorecer la concentración de los azúcares formados durante la fotosíntesis en los frutos, evitando que estos sean utilizados para el crecimiento vegetativo tardío. En esto juega un papel de importancia la relación fuente –fosa.

La instalación de viñedos, que tuvo lugar como consecuencia de la implantación del programa de reconversión vitícola, fue realizada en gran porcentaje en la zona sur del país. Este incluye tanto variedades comunes como de alto potencial enológico. En muchos casos no se tuvo en cuenta el vigor intrínseco que poseen muchas de ellas (Cabernet Sauvignon, Syrah y Tannat) ni tampoco la elección del portainjerto, en donde en la mayoría de los casos fue utilizado el SO4 con características vigoroso.

La plantación de estos viñedos con alto potencial de crecimiento estaría complicando aquellas variedades con alto potencial enológico y la producción de vinos de alta calidad. Esto está relacionado con una falta del control del vigor y en consecuencia una incorrecta distribución y acumulación de fotosintatos en detrimento de los racimos y a favor de un crecimiento vegetativo exagerado.

Manejando dichos criterios es que los nuevos emprendimientos que se están realizando en el país por parte de productores (tanto extranjeros como nacionales) están incluyendo suelos de roca degradada con bajo potencial de crecimiento y donde el control del vigor se hace mucho más fácil y ajustado. Zonas como Sierra Mahoma, Lavalleja, Florida, Maldonado, Rocha son en general las preferidas.

En viñedos instalados en zonas no muy propensas para producciones de alta calidad (suelos con alto contenido en M.O, excesiva acumulación y retención de agua en el perfil, precipitaciones abundantes durante todo el año), el control de factores que influyen en el vigor, aparece como un objetivo importante.

Respecto a la incorporación de nuevas tecnologías en el manejo de la entrefila, varios autores mencionan las ventajas de su incorporación. Según Cravero *et al* , 1999, los efectos de algunos empastados han sido estudiados por muchos años y suficientemente evaluados, mostrando con el tiempo claras ventajas, entre las que se puede destacar: limitación importante de la erosión, reducción significativa del vigor, aumento de aquellos parámetros de calidad (polifenoles, color, grado alcohólico), reducción del rendimiento, creación de un equilibrio estable en el suelo, reducción de la presión por infección de *Botrytis cinerea*. Todos estos efectos se traducen en una mejora de la calidad de la uva para vinificar.

Una de las metodologías como se mencionara y que es utilizada actualmente en el control del vigor de las plantas es el empastado permanente. Varias son las especies evaluadas en ensayos como empastados permanentes, aunque sin dudas las más utilizadas pertenecen al género *Festuca*. Sus características de buena implantación, competencia por agua y nutrientes y buen desarrollo estival, permiten lograr un manejo en el control del vigor en las plantas de vid acorde a lo buscado.

La fertilización nitrogenada es otra de las prácticas agronómicas de gran importancia. Para su aplicación es necesario determinar la cantidad de nitrógeno a aplicar. El nitrógeno disponible para la planta debe ser el justo y necesario. Una deficiencia de este elemento puede causar poco desarrollo de la planta lo que se traduce en una escasa área foliar y por ende una baja en la actividad fotosintética con una escasa formación de azúcares. Puede provocar también un enlentecimiento en la fermentación de los mostos. Reynier, 1989 establece que un exceso provoca un excesivo vigor, el cual afecta negativamente la calidad de la uva y una disminución en el contenido de polifenoles.

El objetivo del presente trabajo es estudiar el efecto de diferentes coberturas y de la fertilización nitrogenada en el rendimiento y la calidad de la uva *Vitis vinífera* L cv. Tannat destinada a la producción de vinos finos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El desarrollo de la presente revisión tiene como objetivo la búsqueda de la relación entre las técnicas agronómicas a aplicar y la calidad de la uva.

2.1 RELACIONES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE LA UVA

Diferentes autores estudian los factores fisiológicos que hacen variar los distintos parámetros que determinan la calidad de la uva para vinificar. Para CARBONNEAU, 1993 citado por GONZÁLEZ, 1997, los factores fisiológicos determinantes del nivel de azúcar en el racimo son: la superficie foliar expuesta, factores térmicos durante el período de envero-cosecha, el potencial hídrico foliar en el envero y la reserva de agua disponible al momento de cosecha. Mientras que para CHAMPAGNOL, 1986 citado por GONZÁLEZ, 1997, la acidez se debe esencialmente a la presencia de ácido málico y tartárico en la uva. En la etapa de la maduración, la acidez disminuye a causa de tres procesos: la oxidación del ácido málico, la dilución del ácido tartárico y málico debido al crecimiento de la baya, y el aumento del nivel de potasio que neutraliza parcialmente los ácidos. Durante la madurez de la uva, el aumento en málico, se traduce en la disminución de tartárico, determinando un ligero aumento de pH del mosto.

Según RUFFNER, 1982, cuando la acidez es muy alta, se obtienen vinos de poca calidad, en cambio, si es muy baja, se obtienen vinos desequilibrados. Para ZAMBONI *et al*, 1991 y para GONZÁLEZ-NEVES *et al* 1993, el pH (acidez real) es más importante que la acidez total para juzgar las características organolépticas o estabilidad química de los mostos. CHAMPAGNOL, 1984 está de acuerdo en que el pH no está correlacionado especialmente con el contenido de ácidos orgánicos. Está determinado por una relación compleja entre la concentración de cada ácido, la constante de disociación y la concentración de los cationes. Es frecuente observar una acidez normal, con altos pH lo cual se relaciona con elevados contenidos de potasio.

2.1 Parámetros que definen la calidad de la uva para vinificar

Para poder caracterizar el impacto de los tratamientos en la calidad de la uva, es necesario conocer los parámetros que definen la calidad de la uva para la elaboración de vino tinto.

Según CARBONNEAU, 1992 citado por GONZÁLEZ, 1997. La calidad óptima del vino corresponde a una uva donde el **tenor en azúcar** es naturalmente suficiente, al punto de no necesitar ningún correctivo enológico, particularmente chaptalización.

ZAMBONI *et al*, 1991, considera la **acidez** como un parámetro fundamental para evaluar la calidad de la uva, incluso en función de su destino enológico.

Algunos autores le confieren un rol preponderante a los compuestos fenólicos. Es así que RIBÉREAU-GAYON *et al*, 1998b, escriben lo siguiente:

"Los **compuestos fenólicos** son sustancias que juegan un rol importante en la enología. Son responsables de las diferencias entre vinos tintos y blancos, en especial del color y el sabor de los primeros. Sus propiedades sanitarias son el origen de la paradoja francesa, son bactericidas, antioxidantes, vitamínicas y parecen proteger al consumidor de algunas enfermedades cardiovasculares."

"El vino contiene numerosas moléculas fenólicas en cantidades muy variables. Para estimar el contenido fenólico, lo ideal sería definir todas las estructuras presentes y sus concentraciones por separado. Dada la diversidad de las moléculas, lo dificultoso y caro de sus análisis, la difícil interpretación de estos y lo parcial de sus datos, aparecen como interesantes sólo en el marco de la investigación enológica. Es por ello, que se busca una evaluación global del contenido fenólico, bajo la forma de índices. Esto permite clasificar los vinos o prever la incidencia de una operación de vinificación sobre la extracción de estos compuestos."

"Los compuestos fenólicos juegan un rol esencial en el sabor de los vinos tintos. Son responsables de ciertas características gustativas positivas e igualmente de características negativas poco agradables. El cuerpo, el esqueleto, la estructura, la untuosidad y la redondez, son cualidades organolépticas características de los grandes vinos tintos. Por el contrario, el amargor, la aspereza, la dureza, la astringencia, la sequedad, representan defectos que deberían ser evitados por su incompatibilidad con la calidad del vino".

"La sensación organoléptica global reposa sobre un **equilibrio armonioso** entre estos dos tipos de sensaciones, directamente ligadas a la naturaleza y la concentración de las moléculas presentes. Las moléculas concernientes son los **antocianos** y sobretodo los **taninos**; los cuales poseen la propiedad de reaccionar con las glicoproteínas de la saliva (mucina) y con las proteínas de la pared bucal modificando su estado y sus propiedades lubricantes. Es así que la naturaleza y la concentración de los taninos puede derivar en una sensación armoniosa y fusionada o, al contrario, en una agresividad revelada al fin de la degustación, que se corresponde con un amargor o aún después con una astringencia".

"Las catequinas y las proantocianidinas poco polimerizadas, tienden a dar una sensación ácida, más que astringente. Las proantocianidinas oligoméricas y muy polimerizadas le dan volumen a la degustación y se acompaña con un amargor y una

astringencia marcadas. Su polimerización disminuye la reactividad con la mucina, es así que esta condensación disminuye la astringencia. La combinación de éstos taninos y polisacáridos dan a la boca sensaciones de untuosidad y carnosidad muy usadas en la degustación de vinos.”

“Los antocianos y su combinación con los taninos son poco astringentes, pero presentan un amargor marcado, sobretodo cuando el vino es joven (cuando las moléculas están bien definidas, no demasiado complejas). Los taninos extraídos de la película reaccionan menos que las provenientes de las **semillas** y escobajo. Éstos últimos son proantocianidinas, más o menos polimerizadas, dependiendo del estado de **maduración** de la uva; no contienen antocianos libres y complejos formados por taninos y polisacáridos o con proteínas que suavizan los taninos de la película. El equilibrio tánico del vino tinto joven proviene de una buena armonización de estos dos orígenes. Las semillas aportan la estructura y el cuerpo, la película aporta la untuosidad, la carnosidad y el color. Sin embargo, los riesgos de excesiva astringencia, son grandes si las semillas dominan. El amargor y el carácter vegetal, son característicos de las excesivas extracciones peliculares, sobretodo si las películas nos están suficientemente maduras.”

Es así que la calidad de la uva se describe a partir del **equilibrio** y las **relaciones** entre diferentes variables (azúcares, acidez, pH, fenoles de la película y de la semilla, color) y no simplemente a través de máximos o de pertenencia a intervalos. De la mano de la calidad de la uva está la **madurez**. Este es el punto en el cual se logra el mejor equilibrio posible, dentro de un ambiente dado, entre los distintos descriptores de la calidad.

2.2 MOVIMIENTO DEL NITRÓGENO EN LA PLANTA DE VID

Según CONRADIE *et al*, 1989, la vid **absorbe** nitrógeno principalmente bajo la forma de nitrato (NO_3^-). La tasa de absorción de nitrato (NO_3^-) por vía radicular, es controlada según IMSANDE *et al*, 1994 citado por GONZÁLEZ, 1997, por los **aminoácidos** y péptidos circulando por el floema de las plantas.

Según COOPER *et al*, 1989, el nivel de aminoácidos funciona como regulador intermediario, coordinando el nitrógeno demandado por los brotes y la absorción de NO_3^- . Continúa CHRISTENSEN, 1984, con la idea de que diferentes cultivares de vid determinan diferentes niveles de NO_3^- en pecíolos de hojas. Diferencias genéticas en el metabolismo del nitrógeno, puede afectar la eficiencia de absorción de NO_3^- .

CHAMPAGNOL, 1986 citado por GONZÁLEZ, 1997, escribe que en vid, la **reducción** de NO_3^- , se produce esencialmente en hojas. Se libera un ion oxhidrilo (OH^-) y la síntesis de un ácido orgánico, en general málico, suministra un protón. Como el citoplasma no tolera altas concentraciones de ácidos libres, un sistema los

deposita en las vacuolas. A su vez CRAWFORD, 1995 comenta que una vez reducido el NO_3^- a amonio (NH_4^+), es **asimilado** por el glutamato y forma glutamina, catalizado por glutamin sintetasa.

La vid es una de las pocas plantas en la cual se observa el transporte de cantidades apreciables de nitrato en la savia del xilema. (PÉREZ *et al*, 1982 citados por MARANGONI *et al*, 1986).

Según CONRADIE, 1990, la concentración del nitrógeno en las estructuras permanentes de la vid, desciende desde la brotación a cosecha, aumenta hasta entrada en dormancia y decrece nuevamente al iniciarse el crecimiento vegetativo.

CHRISTENSEN, 1984, verifica que la concentración de nitrógeno en pámpanos, hojas y racimos, disminuye al avanzar la estación de crecimiento, pero el contenido total aumenta en el mismo período. Más tarde WILLIAMS, 1987 demuestra que la disminución en la concentración del nitrógeno en las hojas, se debe a un efecto de dilución, durante este período, aumenta el peso seco por unidad de área foliar.

Se determina (PONI *et al*, 1994) la disminución en el contenido de nitrógeno en hojas de vid, al avanzar el ciclo anual, particularmente al final de la estación, lo cual indicaría, su traslocación hacia estructuras permanentes.

NASSAR *et al*, 1996 citado por GONZÁLEZ, 1997 y KLIEWER *et al*, 1967 citado por LAVIN *et al* 1985, observaron que las reservas de nitrógeno en la vid, se encuentran en los tejidos leñosos y principalmente bajo la forma de **arginina**. Según KLIEWER *et al*, 1971, la arginina es utilizada rápidamente al comenzar el crecimiento vegetativo de la vid, siendo movilizadada primero de los sarmientos, luego del tronco y por último de las raíces.

Durante el estado de plena **floración**, casi la totalidad del nitrógeno presente en la savia del xilema (83%) proviene de la absorción de la primavera del año y una parte muy pequeña del otoño anterior (GLAD *et al*, 1994,). CHOUY, 1994, determinó que los niveles de NO_3^- y de nitrógeno total altos en etapa de floración para luego descender bruscamente y estabilizarse.

MENGEL *et al* 1979 citado por CHOUY, 1994, observó que las hojas jóvenes son las mayores importadoras de nitrógeno, en relación a las viejas. Cuando el aporte de nitrógeno es escaso, éste es metabolizado hacia tejidos más jóvenes, razón por la cual en las hojas más viejas es que aparecen las deficiencias de nitrógeno. En estas hojas se realiza la destrucción de la proteína y se redistribuye el nitrógeno en forma de aminoácidos.

RIBÉREAU-GAYON *et al*, 1998^a, escribe “La alimentación nitrogenada de la uva depende a la vez de la savia floemática y xilemática. En ambos casos los nitratos intervienen poco, pues no están presentes, salvo en pequeñas cantidades, dada su reducción a nivel de raíces y hojas. El transporte de nitrógeno hacia las hojas se efectúa esencialmente en la forma de catión amonio y de ácidos aminados; el glutamato representa cerca del 50% de nitrógeno orgánico importado. Existen dos fases de intensa incorporación de nitrógeno en el curso del desarrollo de la uva, la primera seguida del cuajado y la segunda comienza en el envero y continúa hasta mediada la maduración. Al final de la maduración, la concentración de nitrógeno puede aumentar nuevamente. Al momento de la cosecha, la mitad del nitrógeno de la parte vegetal se encuentra en la uva. En la uva verde el catión amonio representa más de la mitad del nitrógeno total. A partir del envero, el tenor de amonio decrece y aumenta la fracción orgánica. Los ácidos aminados aumentan de dos a cinco veces durante la maduración para llegar a una concentración de entre 2 y 5 g/L en equivalente de leucina, 1 a 4 g/L. La fracción de ácidos aminados representa entre el 50 y el 90% del nitrógeno total en el jugo de uva maduro y del 30 al 40% del nitrógeno total del mosto.”

2.3 EL AGUA EN LA PLANTA DE VID

Según FLAMAND, 1996, el agua llega a las bayas a través de dos vías. Por los vasos del xilema, en el cual circula agua conteniendo minerales y algunos compuestos nitrogenados y por el floema, que conduce una solución concentrada en azúcar, moléculas nitrogenadas, ácidos orgánicos y ciertos minerales como el potasio. Durante la primer fase del crecimiento el agua es conducida hacia la baya en un 80% vía del xilema, en cambio, a partir del envero y durante la maduración de la uva, llega casi en un 100% por vía del floema.

Las necesidades de agua de la vid para una producción de vino de calidad, no es del todo comparable con las de otros cultivos. (CRESPY, 2001)El objetivo no es aumentar de manera lineal el rendimiento, pero si, encontrar el mejor equilibrio entre la producción de materia seca y su calidad como materia prima para vino.

La necesidad de agua de la viña, se divide en tres fases: Fase I: brotación – cuajado, Fase II: cuajado – envero y Fase III: envero – madurez.

En la Fase I, se produce el 25% de la fotosíntesis total del ciclo. Los fotosintatos son utilizados preferentemente para la producción de sarmientos, hojas, raíces e inflorescencias. No es deseable una restricción hídrica en esta fase.

En la Fase II, se produce el 55% de la fotosíntesis y sus resultados se utilizan especialmente para la reserva de troncos, raíces y finalmente a los sarmientos y semillas. Un estrés hídrico moderado permite detener el crecimiento vegetativo.

En la Fase III, se recibe el 20% de la energía. La materia seca elaborada se destina a la pulpa y cáscara de la baya, el resto va hacia el sarmiento. Es imperativo que en esta fase se detenga completamente el crecimiento vegetativo, de lo contrario existirá una competencia entre el crecimiento vegetativo y el reproductivo. Hay que generar un estrés hídrico moderado que permita detener el crecimiento vegetativo, sin llegar a detener la fotosíntesis.

2.4 DESCRIPCIÓN DE LA INFLUENCIA DEL EMPASTADO Y LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN LA CALIDAD DE LA UVA

Numerosos autores (CHAMPAGNOL, 1984; CHRISTENSEN, 1984; SOYER, 1990; SMART *et al*, 1992; MORLAT *et al*, 1993; SPAYD *et al*, 1994; GONZÁLEZ, 1997; KELLER *et al*, 1998; Mc GOURTY *et al*, 1998; CRAVERO *et al*, 1999; LE GOFF-GUILLOU *et al*, 2000; TREGOAT *et al* 2000; CHANTELOT *et al*, 2002) han estudiado la relación entre la fertilización nitrogenada y la calidad de la uva o entre la cobertura vegetal de la entrefila y la calidad de la uva.

Según algunos de los anteriores, el vino obtenido de viñas empastadas, en principio tendrían diferencias cuantificables con respecto a aquellos que no. En general, observan un aumento del grado alcohólico asociado a una disminución de la acidez. Para una misma fecha, las uvas obtenidas de la modalidad empastada presentan una madurez más avanzada. La implantación de un empastado en base a gramíneas permitiría obtener una cosecha más rica en grado y color, y una mejora en la concentración de antocianos y compuestos polifenólicos.

El nitrógeno es sin duda el nutriente que normalmente tiene más influencia en el rendimiento y calidad de la uva. La planta necesita nitrógeno para desarrollar el área foliar asociada a un buen rendimiento. Si no es suficiente, el rendimiento se reducirá. Si el suministro es excesivo y especialmente si los excesos se manifiestan en etapas tardías, una menor proporción de los fotosintatos se destinan a la baya, bajando así la calidad de la cosecha. La dosis de fertilización nitrogenada adecuada será aquella que complemente el aporte natural del suelo para alcanzar la demanda asociada a los objetivos de rendimiento y calidad.

Otros autores (SINGH *et al* citados por EGUREN *et al*, 1987; CHRISTENSEN *et al*, 1984; REYNIER, 1989; FREGONI, 1980; DELAS, 1995 citado por GONZÁLEZ, 1997; GONZÁLEZ, 1997), relacionan el agregado de nitrógeno con variables como el vigor, la velocidad de maduración, el rendimiento (con sus componentes), la disponibilidad hídrica y de nitrógeno, cambios hormonales, el desarrollo de las raíces y las distintas competencias entre pasturas y viña.

También HIRSCHFELT, 1998 concluye que el nitrógeno y el agua disponible se encuentran relacionados con la pastura perenne en la entrefila de la viña. Aparece

también, la relación entre pastura, nitrógeno y agua disponible con otras interacciones. Para poder entender las relaciones, es necesario conocer el relacionamiento del agua y el nitrógeno dentro de la planta de vid.

Se desarrolla un diagrama que describe las diferentes relaciones entre los actores tangibles directamente: viña; pastura perenne en la entrefila; agregado de nitrógeno; disponibilidad de agua y nitrógeno; desarrollo de las raíces; vigor; rendimiento; velocidad de maduración; componentes de la calidad de la uva. En la Figura 1 se pueden observar las posibles relaciones a las que se hace mención en la revisión anterior.



Figura N°1. Diagrama de relaciones

TREGOAT *et al* 2000, confirma la relación entre el H₂O y el nitrógeno: en un año seco, el comportamiento de la viña es determinado por el régimen hídrico. Cuando el régimen hídrico no es limitante, un bajo nivel de nitrógeno es un importante factor de calidad.

Buscando describir la relación entre el nitrógeno agregado y su disponibilidad en el suelo, CHAMPAGNOL, 1984, escribe: “La dosis de nitrógeno a agregar estará en función del objetivo de producción, según sea de altos rendimientos o de alta calidad. Los aportes externos de nitrógeno serán un complemento a lo que naturalmente aporte el suelo a través de la materia orgánica. La pluviometría y la temperatura nos darán una idea de la mineralización que se produjo y afectará el aporte natural del suelo. El nitrógeno agregado es un complemento de la oferta del suelo.”

El agregado de nitrógeno va a tener un impacto importante sobre todo entre floración y envero y en los ciclos siguientes. HIRSCHFELT, 1998 apoya esta teoría dado que según él, la mayor necesidad de nitrógeno es en la primavera durante el rápido crecimiento de los brotes. En la brotación y la floración, las vides recurren fuertemente al nitrógeno almacenado durante la época de reposo en el tronco y las raíces. De floración al envero, las vides dependen mayoritariamente de la asimilación de nitrógeno. Aquí es cuando la demanda de nitrógeno es mayor. El nitrógeno aportado durante la maduración tiende a acumularse en la fruta y es removido con la cosecha. Después de la vendimia, el nitrógeno asimilado es convertido en aminoácidos como reservas en el tronco y las raíces para apoyar el nuevo crecimiento en la primavera siguiente

2.2 La pastura y su relación con la calidad de la uva para vinificar

La revisión siguiente intenta aclarar la relación entre la pastura y la calidad de la uva, a través de sus efectos en el agua disponible, en el desarrollo radical y el nitrógeno disponible.

La interacción entre coberturas vegetales, fertilidad del suelo y crecimiento del viñedo es compleja y dinámica. Si las coberturas vegetales van a ser usadas como una herramienta efectiva en el manejo de la nutrición del viñedo, debe haber una comprensión clara de estas interacciones y de la variabilidad de todos los procesos biológicos involucrados. La medición y predicción de los cambios en el nivel de nutrientes del suelo puede ser bastante más difícil en viñedos con cobertura vegetal que en viñedos manejados con fertilizantes químicos solamente (HIRSCHFELT, 1998).

Es así que se estudian las posibles relaciones intermedias entre la pastura y la calidad de la uva: pastura-agua disponible; pastura-desarrollo de la raíz; pastura-nitrógeno disponible.

Varios autores están de acuerdo en la importancia primaria de la competencia por agua entre la pastura permanente y la vid (SOYER, 1990, SMART *et al*, 1992, HIRSCHFELT, 1998, SILVA *et al*, 2003).

Por otro lado CHANTELOT *et al*, 2002, creen que los resultados incitan a pensar que la falta de agua provocada por el empastado está ante todo ligada a una competencia nitrogenada. La competencia hídrica existe pero sería secundaria.

El empastado permanente produce cambios en la raíz de la vid, la viña bajo pradera lleva a enraizamientos más profundos (CUINIER *et al*, 1976). Para MORLAT, 1987, existe una influencia beneficiosa de la Festuca sobre las propiedades físico químicas del suelo. La pradera juega un rol depresivo sobre el enraizamiento superficial. CHAMPAGNOL, 1984 va más allá y plantea que la competencia entre la vid y otras especies empobrece el medio y disminuye la abundancia de raíces de viña y el vigor de las plantas. Más recientemente, SOYER, 1990, en un ensayo de 25 años obtuvo como respuesta que el empastado reduce el enraizamiento de la vid en los primeros 90 cm y obliga a la planta a la búsqueda de agua en los horizontes más profundos. Para un ensayo del mismo estilo MORLAT *et al*, 1993, en 15 años de ensayo concluye que dada la competencia establecida por la facilidad de colonizar el suelo por la festuca, el enraizamiento de la viña en los horizontes superficiales se nota claramente disminuido mientras que paralelamente se nota el aumento de raíces en horizontes más profundos.

Queda descripta la relación entre la raíz la pastura y la disponibilidad de agua. Todos estos elementos son los descriptos en la Figura 1.

Además de la raíz y el agua, la pastura influye sobre el nitrógeno disponible en el suelo, así lo establece HIRSCHFELT, 1998: coberturas vegetales de no leguminosas generalmente establecen una demanda competitiva sobre el nitrógeno disponible en el viñedo. La descomposición de la plantas con alto contenido de carbono puede inmovilizar el nitrógeno, haciéndolo inutilizable para la vid. Las coberturas vegetales pueden influir indirectamente en la fertilidad del suelo por alteración de la composición de la materia orgánica y la estructura del suelo.

Todo esto repercutiría en el vigor y el rendimiento, según CHANTELOT *et al*, 2002, el empastado es una técnica muy bien adaptada para controlar el vigor y el rendimiento.

Para DE LUCCA, 1985, citado por GONZALEZ, 1997, el enraizamiento de la viña en suelos vitícolas del Sur de Uruguay es superficial, por lo que esas prácticas no serían aconsejables.

En base a todo lo anterior se deduce que la cobertura disminuye la disponibilidad hídrica y de nitrógeno y el desarrollo de la raíz de la vid, en horizontes superficiales.

Se continua con el siguiente nivel del diagrama y se estudia como cada uno de los tres factores antes mencionados afectan a la calidad de la uva.

En general para DELAS, 1995 citado por GONZÁLEZ, 1997, los aportes de nitrógeno, se correlacionan en forma negativa con la calidad de la cosecha. TARDÁGUILA, 1993 citado por DÍAZ, 2003, es más preciso: el exceso de nitrógeno modifica características productivas y cualitativas (azúcar, acidez, pH, antocianos y polifenoles). La forma en que estas características se modifican es establecida por CHAMPAGNOL, 1984: con altos niveles de nitrógeno se producen menos polifenoles y menos antocianos. También CHAMPAGNOL, 1984 y SPAYD *et al*, 1994, establecen que con altas dosis de nitrógeno se aumenta la acidez total y también pH. Esto último es explicado por CHAMPAGNOL, 1986 citado por GONZÁLEZ, 1997, el principal efecto del nitrógeno sobre la acidez del fruto, se traduce en el incremento del málico con respecto al tartárico.

No de acuerdo con lo anterior, EGUREN *et al*, 1987 concluye que no aparece diferencia en la calidad de la fruta por efecto de la fertilización.

REYNIER, 1989, establece que con altas dosis de nitrógeno se obtienen mayores rendimientos, menores contenidos de polifenoles y un aumento en el nivel de ácidos.

Sintetizando lo anterior, excesos de nitrógeno disponible tienden a disminuir el alcohol probable, aumentar la acidez y el pH (por aumento de la relación málico: tartárico) y a disminuir el contenido de polifenoles y antocianos.

SEGUIN *et al* 1994 en un ensayo en dos viñedos de Cabernet Franc, sólo uno de ellos disponía de una napa freática observa que el viñedo sobre la napa produjo uvas que contenían menos azúcares, antocianos, compuestos fenólicos y mayor acidez total, en relación al otro viñedo. Más recientemente, TREGOAT *et al*, 2000 concluye que en un régimen hídrico limitante provoca una detención del crecimiento precoz, reduce el peso de bayas y el rendimiento, asegurando así una buena maduración. En estas condiciones, las bayas serán ricas en azúcares, en antocianos y en compuestos fenólicos y pobres en ácido málico.

Los excesos hídricos tienden a disminuir el alcohol probable, mayor acidez, menor concentración de antocianos y polifenoles.

Queda en evidencia la relación entre los tres factores del segundo nivel del diagrama de la figura 1 (nitrógeno disponible, desarrollo de la raíz, disponibilidad de agua) y la calidad de la uva. Siguiendo la misma línea de razonamiento, se estudia la

relación de éstos factores con la calidad de la uva, si es a través de otros factores o si son directos:

Relacionando el vigor con la calidad de la uva PSZCZÓLKOWSKI *et al*, 1988, afirman que el mayor crecimiento vegetativo, puede modificar el microclima luminoso, afectando la calidad de la uva y el vino. Menos dependiente del ambiente, WINKLER, 1974 determina que los efectos de excesivo vigor, consisten principalmente en disminuir el nivel de azúcar en la uva y retardar la maduración. Los carbohidratos sintetizados en las hojas son trasladados hacia los brotes determinando un menor aporte al fruto. CHAMPAGNOL, 1984 afirma que el aumento del vigor, por la elevada nutrición se traduce siempre en una disminución de la calidad de la vendimia ya que éste actúa balanceando el equilibrio hormonal hacia el crecimiento y en detrimento de la acumulación de las sustancias responsables de la calidad. Estas sustancias son: azúcares, polifenoles, sustancias aromáticas, ácidos. Las vendimias provenientes de viñas vigorosas, ya sea porque están sobre suelos muy fértiles o porque las prácticas agronómicas aumentan el vigor, maduran más tarde, y no permiten obtener un producto de gran fineza. Al contrario, las viñas establecidas en lugares donde el agua del suelo está lo suficientemente indisponible como para imponer una detención impuesta del crecimiento, se benefician de un equilibrio hormonal favorable a la calidad.

Se introduce la manera directa en que el vigor impacta en la calidad de la uva: equilibrios hormonales.

En busca de la correcta calidad de la uva, la vid tiene que detener su crecimiento en un momento determinado (FREGONI, 1980), de lo contrario existirá una competencia entre el crecimiento vegetativo y la acumulación de azúcares en las bayas.

Más recientemente, LOYOLA *et al*, 2003, concluyen de sus ensayos que las uvas de plantas de menor vigor presentaron densidad, contenido de sólidos solubles y grado de alcohol probable, intensidad de color, IPT y concentración de antocianos, mayores.

Es evidente que un vigor excesivo tiende a disminuir la calidad de la baya de la misma manera que el exceso de agua y nitrógeno. Ésto indicaría la relación entre los últimos y el primero. Además del vigor está en juego el rendimiento.

REYNIER, 1989 en su manual de viticultura establece claramente la relación entre un alto rendimiento por excesivas dosis de nitrógeno la baja acumulación de compuestos fenólicos.

Desde la década del '80, LAVIN *et al*, 1985, estudiaron la relación entre rendimiento y calidad de la uva. Al analizar el vino de diferentes parcelas experimentales, observaron la disminución en el alcohol, polifenoles e intensidad de color al aumentar la producción, en cambio era mayor la acidez fija.

Para SEGUIN *et al* 1994, en un ensayo, el viñedo con mayor disponibilidad de agua, dio rendimiento 28% más, debido al mayor peso de las bayas, pero las uvas contenían menos azúcares, antocianos, compuestos fenólicos y mayor acidez total, en relación al otro viñedo. Más recientemente y en nuestro país, GONZÁLEZ-NEVES *et al*, 1997, obtuvo que la producción de uva se correlacionó negativamente, con los parámetros analíticos que pueden ser relacionados con la calidad de los vinos (alcohol; IPT; intensidad colorante).

El rendimiento excesivo, tiende a disminuir la calidad de la uva: disminución de alcohol probable, mayor acidez, menor intensidad de color, menor concentración de polifenoles.

Así como influye el vigor y el rendimiento está la maduración, que juega un papel preponderante del momento de cosecha.

Para describir la relación entre la maduración y la calidad de la uva, RIBÉREAU-GAYON *et al*, 1998a, remarcan una de las características más notables de la maduración es la acumulación de pigmentos fenólicos confiriendo a la uva tinta su valor tecnológico. Se trata de productos secundarios del catabolismo de azúcares en las cuales las vías de biosíntesis están presentes y en parte activas desde el principio del desarrollo de la uva. La madurez fenólica busca tener en cuenta el tenor global en sustancias de esta familia, pero también su estructura y su aptitud a la extracción, que permite su pasaje al vino en el curso de la vinificación. La uva posee, según la condición de madurez y la cepa, un potencial de extracción o una "extractibilidad" variable. Para lograr un vino con color, la acumulación de antocianos en las películas constituye una condición necesaria, pero no siempre suficiente; es necesario además que las células estén suficientemente degradadas para que estas moléculas estén fácilmente extraíbles por una tecnología suave. La madurez fenólica corresponde a la obtención simultánea de un potencial importante en pigmentos en la uva y de una buena capacidad de difusión hacia los vinos.

Además, un retraso en la maduración puede llevar a mayor acidez, menor alcohol potencial, menor concentración de antocianos, más difícilmente extraíbles y menor color. A estos inconvenientes, se agrega que en nuestro país al estirar el tiempo de maduración nos exponemos a mayores probabilidades de lluvias y al consecuente ataque de hongos, sobre todo a *B. cinerea*, siendo esto nada deseable en nuestras

condiciones ambientales. La maduración juega un doble papel, ya que afecta a la calidad de la uva, pero a la vez forma parte de ella.

Se estudia las interrelaciones entre el vigor y la madurez de la uva. Según CHAMPAGNOL, 1984, en el período de maduración, en viñas vigorosas, donde el crecimiento en verde se mantiene, el orden según la prioridad en la repartición de los azúcares es el siguiente:

1. Consumo base
2. Extremidades de las ramas en crecimiento
3. Bayas
4. Partes vivas

Es evidente que las bayas compiten por los azúcares en desventaja con las extremidades en crecimiento. CHAMPAGNOL, 1984 afirma que el vigor influencia la duración de la Fase I. Si se mantiene todo constante, una viña vigorosa envera más tarde. La maduración en una viña vigorosa es igualmente tardía.

Para REYNIER, 1989 el aumento de vigor en la vid conduce a una mayor síntesis de ácidos orgánicos en el período de crecimiento y reduce las posibilidades de degradación en el curso de la maduración. Y LOYOLA *et al*, 2003, determinaron que las uvas provenientes de plantas de vigor alto presentaron mayores valores de peso y volumen de bayas así como la acidez total del mosto. En resumen, el excesivo vigor, tiende a atrasar la madurez.

DELAS, 2000 resume lo anteriormente estudiado de la siguiente manera: el vigor traduce la capacidad de crecimiento de la viña, que se manifiesta en detrimento de la capacidad de síntesis de sustancias responsables de la calidad y de la tipicidad del vino. Un vigor demasiado elevado alarga el período de crecimiento verde durante la maduración del racimo, entrañando una reducción de la acumulación de azúcares y compuestos fenólicos en las bayas como consecuencia de la competencia con las hojas en crecimiento activo. Es así que se mantiene alta la acidez de las bayas, se retarda la época de madurez, y se exponen a posibles lluvias y al ataque de hongos. Un vigor demasiado alto induce un rendimiento elevado que se traduce en una disminución del potencial cualitativo del fruto.

2.3 Las vías indirectas del agua y del nitrógeno

Se estudió antes, la relación entre la disponibilidad del nitrógeno y el agua, con la calidad de la uva. También se estudió la similitud entre el impacto de éstos factores en la calidad de la uva con el de otros (vigor, madurez, rendimiento). Esto indicaría que existe una relación indirecta entre la calidad de la uva y la disponibilidad de agua y/o nitrógeno.

Según CHOUY, 1994 la reacción de la viña a un suministro abundante de nitrógeno es la de aumentar su vigor. El vigor consiste en la exaltación de características juveniles de la planta y significa un retardo en la detención del crecimiento, envero y madurez, lo que puede ir en detrimento de la calidad de los frutos.

TREGOAT *et al* 2000 relaciona una fuerte alimentación en nitrógeno con un retardo en la parada de crecimiento y un aumento del peso de los granos. Los racimos son más pobres en azúcares y más ricos en ácido málico. DELAS, 1993 citado por GONZÁLEZ, 1997, observó mayor vigor en las plantas y bajo rendimiento causado por el corrimiento en las parcelas fertilizadas. A su vez el mosto tenía menor concentración de azúcar y mayor acidez que el testigo.

Los intermediarios entre el nitrógeno disponible y la calidad de la uva, podrían ser el rendimiento, el vigor y/o la velocidad de maduración. Es posible que algo parecido suceda con la disponibilidad hídrica.

Los siguientes autores sostienen que es a través de una disminución del rendimiento, del vigor o de la velocidad de maduración que se logra un cambio en la calidad de la uva, a partir de la disminución de la disponibilidad hídrica.

RIBÉREAU-GAYON *et al*, 1998a, escribe que una alimentación hídrica suficiente es necesaria, tanto para el desarrollo de la viña como para el crecimiento y maduración de la uva. La mayor parte de vinos de calidad son producidos en zonas donde la precipitación anual no excede los 700 a 800 mm. La evidencia sugiere que una fuerte lluvia o una irrigación excesiva provoca una disminución de la calidad de la uva. Antes del envero el agua llega a la uva esencialmente por el xilema y existen relaciones hidráulicas estrechas entre las uvas y el resto de la planta. A RIBÉREAU-GAYON *et al*, 1998a se agrega CHAMPAGNOL, 1984 afirmando que un déficit hídrico durante este período puede tener consecuencias graves en el desarrollo normal de la uva y los aportes después del envero no pueden ponerse al día con el retraso en el crecimiento. Luego del envero, la alteración del sistema xilemático entraña un aumento concomitante del flujo floemático. La savia del floema representa ahora el modo principal de la alimentación hídrica de la baya. La

circulación de esta savia, no está directamente ligada al estado hídrico de la planta y el crecimiento deviene más independiente del de la alimentación hídrica de la planta. Una alimentación hídrica conveniente es entonces necesaria para el buen desarrollo de los procesos bioquímicos de la maduración.

MATHEWS *et al*, 1989 citados por RIBÉREAU-GAYON *et al*, 1989b, muestran que un estrés provoca un aumento de los compuestos fenólicos del jugo y de la película, un tenor mayor en prolina y una menor concentración de ácido málico. A la inversa, una fuerte alimentación hídrica entraña un aumento del volumen de las bayas que va de la mano de la disminución del tenor de compuestos fenólicos. A pesar de una concentración de ácidos más importantes, el pH del jugo aumenta. Lo cual es resultado de un aumento de la importación de ácido tartárico y de sustancias minerales, sobre todo potasio. Las sustancias aromáticas son igualmente modificadas; así un exceso de agua confiere a la uva fuertes notas herbáceas. Si un déficit hídrico no impide el llegar a un estado de madurez según tenor de azúcar y acidez, una alimentación hídrica excesiva retarda el proceso de maduración y modifica considerablemente la constitución química de la uva. En las zonas vitícolas donde se puede practicar, se recomienda reducir la irrigación en las semanas precedentes a la cosecha.

CRESPY, 2001 y OJEDA *et al*, 2003, describen la utilización de la restricción hídrica como herramienta reguladora del rendimiento y de la calidad de la uva: Restricciones severas de las Fases I y II, traen pérdidas irreversibles: corrimiento y desecamiento del escobajo. Si las restricciones son severas, pero no demasiado largas en la Fase III, aparecen fenómenos de compensación. En la Fase III, es donde se da la acumulación de antocianos. Es importante que la temperatura media diaria sea cercana a los 20 °C y que exista la mayor diferencia posible entre la máxima diurna y la mínima nocturna.

ACEVEDO *et al*, 2003, proponen más puntualmente que la mejor combinación de balance vegetativo, rendimiento, composición de las bayas, mostos y calidad de vinos fueron obtenidas al aplicar el 40% de la evapotranspiración real (ETreal) en post cuajado y 70% en post pinta. El tratamiento con mayor desequilibrio vegetativo (exceso de crecimiento de brotes y mayor número de capas de hoja) y menor calidad de vino (acidez titulable alta y baja concentración de polifenoles y antocianos totales) fue el que se le repuso un 100% de la ETreal.

De brotación a floración es necesaria una restricción hídrica entre nula y leve, favoreciendo un crecimiento normal de floración a cierre del racimo o a envero. Es deseable una restricción media y progresiva, así se obtiene un control del vigor, un crecimiento vegetativo disminuido, disminución irreversible del tamaño de la baya, aumento de la relación hollejo/pulpa y concentración de metabolitos. De envero a cosecha se busca una restricción hídrica de media a fuerte y progresiva, resultando en

una disminución y/o detención del crecimiento vegetativo, reducción de la fotosíntesis, posible amarillamiento de las hojas basales, disminución del tamaño de las bayas, reducción de la acumulación de azúcares, pero aumento en la concentración, posible estimulación de biosíntesis de antocianos, maduración lenta y concentración de metabolitos. Se desprende entonces que el agua es determinante de la calidad de la uva para vinificar. La excesiva disponibilidad hídrica, en las fases finales de maduración, aumentan el rendimiento y el vigor y disminuyen drásticamente la calidad de la uva.

Siguiendo con las relaciones entre los distintos componentes descritos en el diagrama, se busca bibliografía que afirme o niegue la existencia de dichas relaciones:

2.3.1 Nitrógeno disponible y vigor de la planta

FREGONI, 1980, le concede al nitrógeno una influencia fundamental en la regulación del vigor. El resto de las prácticas (Poda, cepa, porta injerto) tienen papel secundario frente a la deficiencia de nitrógeno. Exceso de nitrógeno provoca vigor elevado, es decir, crecimiento vegetativo elevado, por demasiado tiempo.

WINKLER 1974 y CHAMPAGNOL, 1984 afirman que frente al agregado de nitrógeno se da un aumento del crecimiento vegetativo, se incrementa el follaje y el sombreado y la detención del crecimiento vegetativo se da más tardíamente. Todo esto contribuye a que haya un menor contenido de azúcares en las bayas.

CHAMPAGNOL, 1984, le dedica buena parte del capítulo y escribe que cuando la fertilización determina un nivel elevado de nitrógeno, se ve estimulado el vigor excesivo en la vid. En ausencia de heladas, la detención del crecimiento de ramas y la caída de hojas se retarda cuando se fertiliza con nitrógeno. El nitrógeno aplicado, aumenta el peso de poda. Un aporte alto de nitrógeno provoca una modificación en el balance hormonal. Las citoquininas, que se ven incrementadas por una alta fertilización nitrogenada, promueven el crecimiento vegetativo. El nivel de ácido abscísico se encuentra en baja cantidad, como para tener un crecimiento vegetativo moderado. Un incremento en vigor, dado por un aumento en la fertilización nitrogenada, hace que la velocidad de crecimiento sea mayor, que se incremente el follaje, que exista mayor sombreado entre hojas y la detención del crecimiento se retarde. Altos aportes de nitrógeno dirigen el metabolismo hacia la síntesis de pectinas y proteínas.

Continuando con la idea, FREGONI, 1980 agrega que la vid tiene que detener su crecimiento en un momento determinado, de lo contrario existirá una competencia entre el crecimiento vegetativo y la acumulación de azúcares en las bayas.

LÓPEZ *et al* 2002 y DÍAZ, 2003, encuentran en Uruguay para uvas tintas que la fertilización nitrogenada aumenta el vigor, aún en bajas cantidades.

Resumiendo lo anterior, todos estos autores concuerdan que el nitrógeno modifica el vigor afectando así la calidad de la uva. A mayor disponibilidad de nitrógeno, aumenta el vigor y disminuye la calidad de la uva.

2.3.2 Nitrógeno disponible y rendimiento

REYNIER, 1989, JEAN BELL *et al*, 1999, FREGONI, 1980, TARDÁGUILA, 1993 citado por DÍAZ, 2003. Coinciden en que esta relación existe y es la siguiente: exceso de nitrógeno da más cantidad de frutos y hace que la competencia entre ellos sea mayor y disminuya la concentración de azúcares en la uva. BONOMELLI, 2003, agrega que el déficit en el balance de nitrógeno muestra una disminución del rendimiento.

CASSANELLO, 1975; EGUREN *et al*, 1987 y CHOUY, 1994, no se observaron efectos significativos de la fertilización, sobre el rendimiento.

La relación entre el nitrógeno disponible y el rendimiento es cuestionada por aquellos autores que experimentan sólo uno o dos ciclos. La alta disponibilidad de nitrógeno en ciclos consecutivos aumenta el rendimiento y disminuye la calidad de la uva.

2.3.3 El agua disponible y el rendimiento

SEGUIN *et al* 1994 y FLAMAND, 1996 ponen en evidencia esta relación cuando escriben que la disponibilidad de agua puede incidir sobre el rendimiento de la uva especialmente durante la Fase I del crecimiento del fruto. CHAMPAGNOL, 1984, afirma que la alimentación hídrica influye fuertemente sobre el crecimiento y desarrollo de las bayas. Un apremio severo tiene consecuencias tanto más graves cuanto más precozmente se sufre.

El aumento del agua disponible aumenta el rendimiento y por lo tanto disminuye la calidad de la uva.

Se estudia a continuación si el aumento del rendimiento *per se* tiene impacto en la calidad de la uva o si es a través de algún otro factor.

2.3.4 El vigor y el rendimiento

Para llegar a un mayor rendimiento, CHAMPAGNOL, 1984 lo relaciona con el vigor. El mayor vigor ocasionado por el agregado de nitrógeno, puede determinar una mayor iniciación floral y por tanto un aumento de inflorescencias por yema al año siguiente. También puede haber un aumento de inflorescencia por cepa, por la entrada en actividad de yemas suplementarias. Ambos mecanismos resultan en un mayor volumen de cosecha.

LOINGER *et al*, 1971 citado por PSZCZÓLKOWSKI *et al*, 1988, LOYOLA *et al*, 2003 relacionan el rendimiento y la calidad de la uva a través del vigor y la maduración: las uvas provenientes de plantas de vigor alto presentaron mayores valores de peso y volumen de bayas así como la acidez total del mosto.

Hay una evidente relación vigor-rendimiento. También es claro que los rangos para calidades de cosecha similares son muy amplios, siendo entonces éste factor, de importancia secundaria frente al vigor.

Se estudiaron hasta acá las distintas vías que vinculan disponibilidad hídrica y de nitrógeno con la calidad de la uva, se analizará qué sucede con la raíz.

2.4 La raíz y el nitrógeno disponible

Al igual que otros autores, MORLAT *et al*, 1993 entiende que hay una relación entre el desarrollo de la raíz y el nitrógeno disponible para la vid: la alimentación deficitaria en nitrógeno de la viña empastada se puede explicar en parte por la desaparición casi total de las raíces superficiales y por el establecimiento de formas más estables de la materia orgánica.

2.4.1 La raíz y el vigor

Luego de 15 años de experimentación continua MORLAT *et al*, 1993 demuestran que, la viña sometida a la competencia del empastado, modificó su perfil radicular de tal modo que sus raicillas desaparecieron casi por completo de los horizontes superficiales, evolucionando hacia la búsqueda de horizontes más profundos. Ésto conlleva a grandes gastos de energía metabólica, que se ven reflejados en una reducción de la parte aérea. Esta adaptación a la competencia dura 7 a 8 años.

Es así que la búsqueda de horizontes más profundos tiende a mejorar la calidad de la uva, a la vez que disminuye el vigor de la planta.

El presente experimento busca encontrar relaciones entre dos técnicas agronómicas y la calidad de la uva. Intenta seguir las diferentes vías planteadas con anterioridad y agregar información a la bibliografía ya citada en cuanto a la interacción entre la cobertura en la entrefila, la fertilización nitrogenada, el rendimiento, el vigor, la madurez y la calidad de la uva. Podemos medir el peso de la uva cosechada para conocer el rendimiento; el peso de poda para relacionarlo con el vigor; el pH, la madurez de la semilla y la extractibilidad de antocianos, para saber la madurez y finalmente, el alcohol probable, índice de polifenoles totales y el color que caracterizan la calidad de la uva para vinificar.

Se intenta describir las siguientes relaciones para Tannat en el Sur del Uruguay:

- La cobertura y la calidad de la uva -a través del rendimiento, la madurez y el vigor-
- La fertilización nitrogenada y la calidad de la uva -a través de el rendimiento, la madurez y el vigor-
- La interacción entre cobertura de la entrefila y la fertilización nitrogenada, y la calidad de la uva

Si bien no es el objetivo central del trabajo, también se relacionará el nitrógeno agregado con nitratos en peciolo, nitrógeno total en hoja y medidas de clorofila.

2.5 PROPOSICIÓN DE MATERIALES Y MÉTODOS

2.5.1 Manejo general y Tratamientos

Cómo manejo general del viñedo, MORLAT *et al*, 1993 y Mc GOURTY *et al*, 1998, creen que si las cepas son excesivamente vigorosas, debido a que crecen en suelos fértiles y profundos, con alto contenido de humedad, se deben utilizar coberturas perennes para competir con las vides para reducir el excesivo desarrollo vegetativo. Según Mc GOURTY *et al*, 1998, la competencia por agua y nutrientes de la pastura puede ajustarse aumentando o disminuyendo el ancho de la franja de herbicidas entre ellas. Sin importar la especie de cobertura vegetativa seleccionada, la preparación del suelo es relativamente estándar. Preparar una cama de siembra bien granulada, mullida friable y húmeda generalmente anda bien para cualquier especie. Sólo los primeros años se le agrega nitrógeno para favorecer la implantación de la festuca. Las gramíneas perennes deben ser cortadas temprano en la estación de crecimiento para prevenir el semillado de malezas altas, picar el sarmiento con la cobertura y reducir el riesgo de heladas. Las gramíneas perennes se deben dejar florecer a fines de primavera. Antes de florecer las gramíneas entran en un ciclo de rápido crecimiento seguido de un período en el cual se acumulan carbohidratos en el sistema radicular. Estas reservas les permiten afrontar mejor las sequías de verano y recuperarse con las lluvias de otoño. Si el problema son plantas de vid muy vigorosas, será deseable plantar especies que compitan con el viñedo, *Bromus carinatus*, *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata*, pasturas que pueden formar

coberturas densas y competitivas por los nutrientes y el agua. Estas coberturas compiten bien con las malezas y puede desvigorizar excesivamente la vegetación del viñedo.

BARBAZÁN, 2002 recomienda para Triticale y Avena Negra coberturas de invierno en la entrefila de la viña.

Es así que como tratamientos se siembra una cobertura de invierno (Triticale) y una perenne (*Festuca arundinacea*,) ambos con una pequeña dosis inicial de nitrógeno y fósforo y una buena cama de siembra, para su correcta implantación.

Para las dosis de nitrógeno a valorar en el ensayo, diferentes autores (CHAMPAGNOL, 1984. CONRADIE *et al* 1989, ZAMALVIDE, 1992 ZAMALVIDE, 1996 citado por DÍAZ, 2003 HIRSCHFELT, 1998) hacen recomendaciones distintas, pero todos recomiendan entre 0 y 120 UN. Para este ensayo se usa 0; 50 y 100 Kg N/HA.

Para ver la interacción entre el N agregado, la competencia con la pastura y las necesidades de la planta se busca el análisis que represente fielmente este equilibrio en planta.

2.5.2 Análisis Foliares

Para BOUBALS, 1977 citado por EGUREN *et al*, 1987, CHAMPAGNOL, 1984 y DARP, 1995 citado por DÍAZ, 2003, BONOMELLI, 2003, el análisis foliar es un método diagnóstico más efectivo que el análisis de suelos para conocer el estado nutritivo de las cepas, ya que determina las concentraciones de nutrientes que las plantas han extraído realmente del suelo. El análisis foliar sirve de herramienta, que complementa el análisis del suelo y nos da una orientación clara de si la alimentación de las cepas es correcta o no y si se presentarán problemas de carencia durante el ciclo vegetativo.

CHRISTENSEN, 1984, en California apoya el uso de pecíolos, tomado de hojas opuestas a la inflorescencia.

Es útil tener alguna medida rápida y sencilla para la necesidad de nitrógeno. Los métodos tradicionales requieren muestrear la hoja, secarla, analizarla y el resultado lo obtenemos tres días después. Algunos (BAVERESCO, 1995 y RUPP *et al*, 1995), comparan las lecturas de clorofila en vid con métodos destructivos tradicionales y les

dan correlaciones significativas. Estos autores utilizan como medidor de clorofila el SPAD-502.

El análisis foliar, no es muy confiable debido a que al agregar nitrógeno en la fertilización, se aumenta el vigor de la vid y se encontró que el tenor de nitrógeno en hoja (como % de materia seca) no se correlaciona con el vigor. El contenido de nitratos en pecíolo es más sensible (CHAMPAGNOL, 1984)

En la misma línea de pensamiento, CHRISTENSEN, 1984 agrega que el nitrógeno total en hoja es más estable que $N_{NO_3^-}$ en pecíolo, éste último es más útil que el primero, ya que nitrógeno total enmascara el nitrógeno en forma de proteínas etc., que puede no tener correlación con las necesidades de nitrógeno de la planta. El análisis de $N_{NO_3^-}$ (En contraste con N_{NH_4} o NT) en pecíolo demuestra ser más sensible y consistente para detectar diferencias a nivel de planta. En Chile PÉREZ HARVEY *et al*, 1986 cree que el método más utilizado es el análisis de pecíolos opuestos al racimo basal del pámpano, durante la floración.

Es así que para contrastar para el Uruguay los diferentes métodos, se analizará en hoja el nitrógeno total como porcentaje de materia seca y en pecíolo, el nitrógeno como nitrato. También como experiencia, se medirá la clorofila.

La mayor parte de los autores concuerdan que envero es el período para el muestreo. Si se quiere solucionar un problema de nutrición durante la misma estación de crecimiento, se hace en floración, en caso de hacer correcciones para la estación siguiente, el muestreo se hace en envero (DELAS, 1990 citado por CHOUY, 1994.) Laboratorios de EEUU aconsejan realizar el muestreo en agosto (H.N.) o sesenta días después de floración.

El pico de concentración de nutrientes se da en la floración, allí hay una mayor variabilidad. En el período del envero hay también una gran demanda de nutrientes y la variabilidad es menor.

La lectura de clorofila en el limbo de la vid se hace en los mismos momentos que se muestrea la hoja para medir nitrógeno como nitrato en pecíolo o nitrógeno total: floración y envero.

En Uruguay CASSANELLO, 1975 experimentó los mayores tenores de nitrógeno foliar se encontraron en envero en el limbo. Esto es apoyado por EGUREN *et al*, 1987 que afirma que los niveles mayores de nitrógeno son en el limbo. Ésta es la única variable que responde a la fertilización.

SILVA *et al*, 1984, recomiendan muestrear pecíolos opuestos al racimo basal , en los pámpanos centrales del cargador y de vigor medio. En éstos el contenido de nitrógeno es menos errático. El tejido más utilizado en la vid es el pecíolo, muestra mayor sensibilidad nutricional ante los factores de suelo, clima, manejo y nivel de producción.

Para LÓPEZ *et al*, 2002, el nitrato en pecíolo fue sensible a la fertilización nitrogenada, mientras que el nitrógeno total en hoja al envero no lo fue. Ninguno fue sensible a la forma o fuente de fertilización.

Para las medidas de clorofila en vid en envero, DÍAZ, 2003, en Uruguay, experimenta sensibilidad al nitrógeno agregado.

Para medir el nitrógeno en la planta, utilizaremos N-NO₃ en pecíolo y nitrógeno total en hoja entera, en floración y envero, sólo como dato para corroborar la bibliografía nacional, ya que no es objeto de este ensayo el medir la nutrición o el vigor de las plantas. La lectura de clorofila, se hace en los mismos momentos que los anteriores muestreos, se toma en el tercio inferior (evitando las nervaduras) de la misma hoja que se muestrea para limbo y pecíolo.

2.5.3 Rendimiento

Se mide el rendimiento y se calcula Kg/Ha.

2.5.4 Calidad de la uva

Los métodos para medir calidad de uva los describen RIBÉREAU-GAYON *et al*, 1998b: “Diferentes métodos han sido propuestos para acceder al contenido fenólico total de la uva, pero son insuficientes para preveer, con buena exactitud, el contenido fenólico del vino correspondiente. Por otra parte ellos no permiten apreciar el estado de madurez fenólica, para brindar apoyo a la decisión de la fecha de cosecha. Hay un método simple que da resultados a la vez completos y de fácil interpretación que fue propuesto por Glories en el año 1990. El principio del método consiste en una extracción rápida de los antocianos de las películas, una parte en condiciones suaves y en otra en condiciones más extremas, permitiendo romper las barreras de difusión; el vector elegido para facilitar la extracción es la acidez. Para mejorar la eficiencia de la técnica, se muele, se diluye a la mitad el mosto. Las soluciones son acuosas, a pH 1 y pH 3,2. El medio ácido permite perturbar la membrana proteofosfolipídica, rompiendo los enlaces proteicos y en consecuencia liberar el contenido vacuolar; todos los antocianos son extraíbles y solubilizados en la solución a pH 1. A pH 3,2, la extracción es en principios comparable a aquella que se da en la cuva de

fermentación, durante la vinificación. Si la membrana no es porosa los antocianos difunden poco; si ella es degradada por las enzimas de la uva, los pigmentos salen de la vacuola y la extracción se parece a la precedente. La diferencia entre los resultados obtenidos a los diferentes pH, es un reflejo de la fragilidad de la membrana que comanda la capacidad de extracción de los pigmentos; ella traduce el estado de madurez de la uva. El potencial en antocianos esta dado a pH 1 y varía en función de las cepas, entre 500 y algo más de 2000 mg/L. La extractibilidad de antocianos (E.A.) es expresada como la diferencia de ambas extracciones, en porcentaje de la extracción a pH 1. EA está comprendido entre 20 y 70, en función de la cepa y la madurez. La EA disminuye a lo largo de la madurez de la uva. La contribución de los taninos de las semillas en el contenido fenólico global (Mp). Cuanto más alto el valor de Mp, más rico son las semillas en taninos, los cuales podemos temer por una intervención negativa en la degustación de los vinos. Mp disminuye en el curso de la maduración de la uva. Mp va de 60 a 0 en función de la cepa, del número de semillas y de las condiciones de madurez.”

En Uruguay, GONZÁLEZ-NEVES *et al*, 2003 establecen correlaciones muy significativas entre los índices fenólicos de las uvas de cv Tannat y el color y el contenido fenólicos de los vinos, lo que valida esta técnica para Tannat en Uruguay.

En el presente experimento, para medir la calidad de la uva se mide azúcares, acidez total y pH, EA, IPT, Mp, peso por grano.

2.6 VALORES ESPERADOS

2.5 Análisis foliar

El rango de los valores esperados para el análisis de pecíolo, lo sugieren ROUBELAKIS *et al*, 1992. El análisis de $N-NO_3^-$ en pecíolo a floración, se diferencia en tres rangos: deficiencia cuando $N < 350$ ppm; suficiencia, entre 500 y 2000 ppm y exceso cuando $N > 3000$ ppm.

Para el Uruguay y en condiciones similares a las del presente ensayo, DÍAZ, 2003 obtuvo que la medida de nitratos en pecíolo durante la floración muestra una correlación con el vigor (peso de poda, contenido de clorofila, crecimiento de pámpanos). También encuentra una buena correlación entre los valores de nitratos en pecíolos a la floración y el rendimiento. DÍAZ, 2003 encontró diferencia significativa entre el agregado o no de nitrógeno para nitratos en el pecíolo a la época de envero.

Según LÓPEZ *et al*, 2002, los niveles de $N-NO_3^-$ en pecíolo en floración eran deficientes para el testigo según niveles de ROUBELAKIS, *et al* 1992; sin embargo no aparece esto reflejado en las otras variables medidas.

Según la literatura consultada existe gran variabilidad de respuesta para el N-NO_3^- en pecíolo. Es de esperar que los niveles sean medios o bajos: entre 350 y 2000 ppm.

Para comparar, nitrógeno total (NT) utilizamos las siguientes clases.

Estado nutricional	N como % de MS
Mediocre	1,71 – 1,90
Pasable	1,91 – 2,10
Buena	2,31 – 2,5

Cuadro N°1. Nivel de nitrógeno total en hoja entera, adaptado de LOUE *et al*, 1984 citado por CHOUY, 1994.

Según los siguientes autores, ROUBELAKIS *et al*, 1992, CHAMPAGNOL, 1984 y BERTONI *et al* 1994, el nivel normal de nitrógeno total está comprendido entre 1,5 y 2,5 % de materia seca en el limbo de hojas adultas. Para CHAMPAGNOL, 1984 el valor óptimo promedio, medido en floración y envero es de 2,10 % de la materia seca. LEVY, 1970 citado por GONZÁLEZ, 1997, cree que el nivel normal de nitrógeno total en el limbo, durante el envero, es de 2,25 %

En Uruguay, EGUREN *et al*, 1987 y CHOUY, 1994, experimentaron un ciclo con 0; 50; 100 y 150 Kg N/HA/(Ha.año). Las plantas testigo presentaron un nivel medio de nitrógeno total de 2% en limbo y en hoja. Para DÍAZ, 2003, existió diferencia sólo entre el agregado o no de nitrógeno, al medir nitrógeno total como % de materia seca, medido en envero. Los valores del ensayo se mantuvieron dentro de lo citado establecido por CHAMPAGNOL, 1984. También mostró menos sensibilidad el nitrógeno total que los nitratos.

En cambio para SOYER, 1990, en el contenido de nitrógeno expresado como porcentaje de MS de los pecíolos la cobertura no muestra cambios.

Para el nitrógeno total, se esperan variaciones menores que las medidas en pecíolo, pero basados en lo misma historia presentada para la variable anterior, se tendrán contenidos de nitrógeno foliar expresados como porcentaje de materia seca, de bajos a medios. Es posible que no exista diferencia significativa entre los distintos tratamientos.

Los experimentos a largo plazo, muestran según lo revisto, diferencias significativas, pero los de corto plazo no son tan claros. Es posible que de continuar con el ensayo, se encuentren diferencias significativas.

Para las medidas de clorofila en Tannat, en Uruguay, no existen parámetros para contrastar. Se espera una correlación con el nitrato en pecíolo, ya que éstas parecen ser las más susceptibles a los cambios nutricionales. DÍAZ, 2003, encontró con el mismo medidor de clorofila, valores entre 34,6 y 40,2 para tratamientos entre 0 y 75 Kg N/HA. En dicha bibliografía, la media para 0Kg N/HA es de 35,48; la media para 50 Kg N/HA aplicadas en primavera es de 36,70 y para 75 Kg N/HA, 38,23. Es de esperar que las medidas de clorofila estén cerca de estos parámetros.

2.6 VARIABLES MEDIDAS AL MOMENTO DE LA COSECHA

Para el rendimiento, CHRISTENSEN *et al*, 1984, no observó respuesta del rendimiento al agregado de nitrógeno. En todos los casos hubo retardo en la maduración, cuando la viña contaba con la cantidad suficiente de nitrógeno. PEREZ HARVEY *et al*, 1986 citado por GONZÁLEZ, 1997, evalúa cantidades muy disímiles de nitrógeno agregado (0, 220, 440 Kg N/HA) y tampoco encontraron diferencias significativas en relación al rendimiento, pero a diferencia del anterior, no encontraron diferencias tampoco a nivel de azúcar y acidez total de la uva.

En ensayos de un año, el agregado de nitrógeno, aún en grandes cantidades, no aumenta el rendimiento. El nivel de azúcar (o alcohol probable) no cambia con el agregado de nitrógeno.

Para ensayos de largo plazo con coberturas, las experiencias sí muestran diferencias significativas con el rendimiento y la calidad de la uva: MORLAT *et al*, 1993, en 15 años de ensayo el rendimiento disminuye y se estabiliza entre un 30 y un 25% menos en el tratamiento empastado. Para todos los años, la calidad de la cosecha se vio mejorada fuertemente por el empastado. Los contenidos de azúcar aumentaron (147 a 159 g/l); los antocianos aumentaron de 110 mg/100 bayas a 152 mg/100 bayas; el IPT también pasó de 23,1 a 27,3 y sorprendentemente disminuyeron mucho los ataques de *Botrytis* de 67% a 29%. A SOYER, 1990, en un ensayo de 25 años se le reduce el peso de poda, disminuye los rendimientos entre 20 y 65% y aumenta el alcohol probable, pero nunca en más de 0,5°GL. BARBEAU *et al*, 1999 obtiene resultados parecidos al observar que se reduce el vigor y rendimiento y mejora la calidad de la uva, concentrando azúcares (+0,2 y 0,5° GL), disminuyendo la acidez titulable y concentrando antocianos en uvas más pequeñas pasando de 1230 a 1470 mg de antocianos/Kg de uva en el peor de los casos y de 1280 a 1640 mg/Kg, en el otro extremo. CHANTELOT *et al*, 2002 para el caso de una siembra de festuca erecta, la reducción de vigor se acompaña de una reducción de rendimiento en la misma proporción. Ensayos mas cortos como el de LE GOFF-GUILLOU *et al*, 2000 de 5 años en con Festuca, éste modifica la composición de la vendimia con el enriquecimiento en azúcares que puede alcanzar un aumento de hasta un grado de alcohol probable, (más que lo que presentaban los autores anteriores) el aumento de polifenoles y antocianos y una disminución de la acidez

total sobre todo resultante de un empobrecimiento del ácido málico. También se obtuvo un aumento de entre 30 y 50% de la intensidad de color.

COULON *et al*, 2003 en ensayos de 11 y 6 años comparando Festuca contra labranza total, encontraron como resultado una disminución del rendimiento y de sus componentes (número de racimos por planta; peso medio de cosecha por planta; peso medio de un racimo). También se dio una disminución en el vigor de la vid, disminuyendo el peso de poda por planta.

Según los autores anteriores, la cobertura permite obtener una madurez más temprana, una graduación alcohólica potencial más alta, la acidez más baja (entre -0,3 y -0,6) y poca variación en el pH (+0,1 a +0,2). También aumenta el IPT y la intensidad de color. El mejoramiento de la riqueza polifenólica y la ganancia en color de los vinos tintos que se obtienen gracias a la cobertura, constituyen la ventaja más clara de esta técnica.

Los ensayos a largo plazo, con pastura que compite en la entrefila, muestran una disminución entre 17 y 36% del rendimiento, salvo para SOYER, 1990, que la diferencia se extiende hasta 65%.

Los mismos ensayos muestran que el agregado de pastura aumenta la graduación alcohólica entre 0,2 y 1° GL.

2.6.3 En Uruguay

Para el caso de Uruguay, CASSANELLO, 1975, trabajó en dos viñedos de cv Tannat evaluando en dos años el efecto de 0; 50; 100; 150 y 200 Kg N/HA/(Ha.año) sobre el rendimiento de uva, no encontrando diferencias significativas en la producción, en los viñedos y años. Similar resultado obtuvieron EGUREN *et al*, 1987 y CHOUY, 1994, que experimentaron un ciclo con 0; 50; 100 y 150 Kg N/HA. Las plantas testigo presentaron un nivel medio de nitrógeno total de 2% en limbo y en hoja. No se observaron efectos significativos de la fertilización sobre el rendimiento, azúcar y acidez de la uva.

Según EGUREN *et al*, 1987, la fertilización con nitrógeno no muestra efecto en el rendimiento porque el nivel de nitrógeno ya era adecuado. El estudio de la fertilización en la vid se debe realizar en ensayos de más de cinco años para comprobar el efecto de fertilizantes. Se espera que en los primeros años la fertilización provoque un aumento en el vigor. El vigor creciente llevaría a aumentos en el número de inflorescencias y a un mayor peso de bayas, lo que se traduciría en aumentos de rendimiento. Para EGUREN *et al*, 1987, no aparece diferencia en la

calidad de la fruta por efecto de la fertilización. Al obtener resultados similares, LÓPEZ *et al*, 2002, concluye que el vertisol ofrece el nitrógeno necesario para la planta, ya que no se modificó el rendimiento, el alcohol probable, la acidez total ni el pH con la fertilización nitrogenada.

Contrario a lo anterior, para GONZÁLEZ, 1997, en un caso, la fertilización nitrogenada no afectó la acidez y pH, pero aumentó el rendimiento y disminuyó el alcohol probable. En el otro caso la fertilización de 0-50-100 Kg N/HA/(Ha.año) no afectó el rendimiento, el alcohol probable la acidez total, el pH ni el porcentaje foliar de nitrógeno.

En Uruguay no se encuentra diferencia de rendimiento, aún en el caso de CASSANELLO, 1975, donde el ensayo se extendió durante dos años. La excepción fue GONZÁLEZ, 1997, para el cv Merlot, no así para el cv Cabernet Sauvignon.

Para la diferencia de alcohol probable, los resultados siguen la misma tendencia. No se encuentra diferencia significativa, salvo en el mismo caso del cv Merlot, para GONZÁLEZ, 1997.

2.6.1 Para la variedad Tannat:

Haciendo hincapié en que variedades diferentes pueden llegar a dar diferentes resultados, se consulta bibliografía puntualmente de Tannat para el Uruguay. DÍAZ, 2003 encuentra que el efecto del agregado de nitrógeno (0; 50; 75 Kg N/HA) en un año, no muestran diferencias para el rendimiento y el alcohol probable. No fue así para el nivel de polifenoles totales, donde el no agregado de nitrógeno generó el mayor nivel. El vigor muestra diferencias como peso de poda y crecimiento de pámpanos. Dado que provenía de una cosecha anterior reducida, es posible que el aporte realizado por el suelo más la utilización de las reservas, sea suficiente para el potencial productivo del año. Los niveles de alcohol encontrados fueron entre 10,3 y 10,8 %v/v. La aplicación de nitrógeno no reportó diferencias significativas en la acidez ni en el pH, ni el peso de grano, ni en el nivel de antocianos, respecto al no agregado. Para lo último concluyó que los valores son altos para uva de vino, pero normales para el cv Tannat. Se encontraron valores entre 2090 y 2578 ppm. La aplicación de nitrógeno, tampoco mostró diferencias significativas en los antocianos extraíbles. Los valores obtenidos en el ensayo fueron altos (66 – 70%). Se tuvo que cosechar temprano por problemas sanitarios. Es una característica del comportamiento del cv Tannat observada en Uruguay, el mantener la E.A. alta hasta la deshidratación de la baya, donde baja abruptamente.

DÍAZ, 2003 obtuvo la misma respuesta para la madurez de la semilla, la aplicación de nitrógeno, no mostró diferencias significativas para la madurez de

semilla (Mp %) respecto al no agregado. El ensayo arrojó valores altos (53 – 60 %), debido a la cosecha temprana por razones ya mencionadas. Valores menores de polifenoles de la semilla (MP%), indican semillas en estado de madurez más avanzado. Menor MP % implica una reducción en los aportes de los polifenoles de la semilla, que son más astringentes que los del hollejo. En cambio, DÍAZ, 2003 encontró diferencia significativa entre el IPT del testigo con respecto de los agregados de nitrógeno. El testigo presentó los mayores valores, 78 vs 60 y 71 de los agregados de 50 y 75 Kg N/HA.

Los valores medios de riqueza fenólica y potencial total en antocianos de la uvas Tannat fueron significativamente mayores a los de las uvas Cabernet Sauvignon y Merlot. (GONZÁLEZ-NEVES *et al*, 2003a y LLORET *et al*, 2003; GONZÁLEZ – NEVES *et al*, 2003b; GONZÁLEZ – NEVES *et al*, 2004a.)

Se encuentra una diferencia importante entre años y entre tratamientos. Es difícil prever los resultados y tener referencias que indiquen clases. (GONZÁLEZ – NEVES *et al*, 2002)

GONZÁLEZ – NEVES *et al*, 2004b demuestra que distintas formas de conducir Tannat en el Sur de Uruguay arrojan resultados diferentes. Las cosechas y el ambiente dados por las diferentes formas de conducción y podas, determinaron importantes diferencias en la composición fenólica de las uvas Tannat. Los perfiles antociánicos de las uvas mostraron diferencias significativas que pueden determinar variaciones en las características cromáticas, estabilidad de color y composición de los vinos respectivos.

GONZÁLEZ – NEVES *et al*, 2005. La composición de las uvas de cada variedad fue diferente, respondiendo a factores genéticos que parecen incidir en todas las variables determinadas, y particularmente en la composición antociánica. Las uvas Tannat presentaron contenidos significativamente superiores de azúcares, acidez total, polifenoles totales y antocianos. Las condiciones climáticas de cada año evaluado tuvieron un impacto importante sobre la composición de la uva, y particularmente en los contenidos de azúcares y polifenoles.

Dada la revisión anterior, es probable que para Tannat, en suelos de Canelones, no exista diferencia significativa entre los rendimientos de la primer cosecha del ensayo, aunque sería lógico encontrar diferencias significativas para el segundo año de ensayo, donde aumentarían las reservas de nitrógeno en plantas fertilizadas y sin competencia en la entrefila, lo que provocaría un aumento del rendimiento en la cosecha del segundo año. En el ensayo con Festuca Tacuabé y sin agregado de nitrógeno, se esperaría el efecto contrario, sobre todo en el segundo año, donde no

sólo la Festuca Tacuabé le disminuye las reservas en la planta, sino que además suma el efecto de una cosecha sin raleo, disminuyendo mucho el vigor de la planta.

Según la revisión anterior cabe esperar importantes diferencias entre el tratamiento de Festuca Tacuabé sin fertilizar y el tratamiento con triticale y 100 Kg N/HA. Es posible entonces que el rango se dé aproximadamente entre 20.000 y 30.000 kilogramos por hectárea. Para el segundo año, se esperan diferencias aún mayores, donde los mínimos deben ser aún menores, resultado del aumento de la competencia de la cobertura perenne.

En cuanto al alcohol probable, la bibliografía consultada coincide que entre los tratamientos opuestos, hay variaciones de 0,5°GL el segundo año. En el primer año sería concordante con la bibliografía la falta de una respuesta definida. Todos los valores entrarían en el rango [10,5; 12,5] dado los altos rendimientos.

En Uruguay según la revisión se esperan diferencias significativas en acidez total, para los tratamientos contrastantes. Lo mismo pasaría con el pH. Con una acidez entre 3,3 y 3,7 y un pH entre 3,5 y 4.

En cuanto a polifenoles, es probable no encontrar respuesta alguna, ya que es una característica del cv Tannat la altísima producción de polifenoles con respecto a otras variedades. Por lo menos el primer año. Los valores esperados son muy superiores a lo de otras variedades, aún así son muy variables y se esperaría entre 60 y 115.

Según la bibliografía, la extractibilidad de antocianos, puede estar entre 30 y 70%. Esto es un rango demasiado amplio que *a priori* no tiene significado alguno.

Lo mismo sucede con la madurez de la semilla, donde el rango encontrado según la bibliografía consultada va entre 18 y 60%.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y SUELO

El ensayo fue realizado en un cuadro (C43) de un viñedo comercial (Viñedos y Bodega Filgueira), en el departamento de Canelones, en la ruta 81, Km 7, en la localidad de Cuchilla Verde próxima a la ciudad de Santa Lucía.

Las coordenadas geográficas del ensayo son 38°27'50" Latitud Sur, 62°57'50" Longitud Oeste y 50m de altitud.

Se ubica sobre la Formación Libertad, Unidad de Suelos de Tala Rodriguez y corresponde a un Vertisol Rúptico Lúvico (URUGUAY, MAP-DSF, 1976)

Estos suelos son frecuentemente usads para viñedos. Tienen una fertilidad natural muy alta. Con mucho años de uso pierden capacidad de suministro de nitrógeno y eso les permite producir vinos de calidad.

Descripción de perfil de un suelo característico dela zona, similar al del sitio:

Fase superficial:

0-20 cm A	Negro (10 YR 2/1); franco arcillo limoso, bloques angulares grandes, fuertes trancisión abrupta
20 +cm. B	Pardo grisáceo a pardo oscuro (10YR 4,5/2); vetas color negro (10 YR 2/1), arcilloso a arcillo limoso, concreciones de calcio abundantes, porqueños, friables, reacción al HCl: fuerte

Fase profunda

0-13 cm A	Negro (10 YR 2/1); franco arcillo limoso, bloques subangulares grandes a granular grueso, moderados trancisión clara
13-76 cm Bt1	Negro (N 2/0); arcilloso, bloques subangulares grandes, fuertes, películas de arcilla, transición gradual
76-100 Bt2k	Gris muy oscuro (10 YR 3/1); arcilloso, bloques subangulares grandes, fuertes, películas de arcilla, caras de deslizamiento, concreciones de calcio comunes, pequeñas friables; reacción al HCl: moderada, transición gradual
100 +cm Ck	Pardo a pardo oscuro (7,5 YR 4/2); arcilloso a arcillo limoso, bloques angulares grandes, fuertes, concreciones de calcio abundantes, medias friables; reacción al HCl: fuerte.

El rendimiento año anterior al ensayo (año 2003) fue de 8150 Kg/Ha, como resultado de raleos.

No se había fertilizado desde el año 2001, hasta le comienzo del ensayo

3.2 MANEJO GENERAL DEL CULTIVO

Cultivar: Tannat clon 717

Portainjerto: SO4 clon 5

Año plantación: 1997

Marco de plantación: 3.3m x 1m

Sistema conducción: Lyra

El sistema de poda es a vara, 24-26 yemas por planta, se desbrotan yemas inferiores, se deshoja levemente alrededor del racimo y no se realiza raleo

La instalación de los tratamientos del ensayo se realizan el 30 de mayo de 2003. Se siembra, en la entrefila, con una fertilización base de 100 Kg. de fosfato de amonio/ Ha, triticales a 120 Kg./ Ha o Festuca Coyote o Festuca Tacuabé se siembran a 20 kg/Ha. Cada año se resiembran las parcelas con tratamiento de Triticales. En primavera se corta la Festuca cada aproximadamente 45 días (Millot com.pers). El triticales se corta al encañado y se deja como mulch en cobertura.

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental es de parcelas divididas distribuidas en bloques. En parcelas grandes se ubican las diferentes coberturas y en parcelas chicas las dosis de nitrógeno. Cada parcela grande está constituida por tres filas (dos centrales y un borde compartido) y cada parcela chica está constituida por un centro (2 filas de 10 plantas cada una). En el anexo I se puede observar el esquema del diseño.

Se adoptó el diseño de Parcelas divididas por prácticas de manejo que obligan a utilizar filas completas para las coberturas. Debe tomarse en cuenta que este diseño es muy exigente en diferencias entre medias de parcelas grandes, por tener pocos grados de libertad en el ANOVA.

3.4 TRATAMIENTOS

Las diferentes coberturas utilizadas en la entrefila son: Triticales – Festuca cv Tacuabé – Festuca cv Coyote y las dosis de nitrógeno agregadas son: 0, 50 y 100 Kg N/HA, en forma de NO_3NH_4 debajo de la planta a brotación.

El suelo debajo de la fila se mantiene libre de malezas, mediante el uso de herbicida. Esto corresponde a aproximadamente al 30% de la superficie total.

3.5 VARIABLES EVALUADAS

3.5.1 Rendimiento

Se determina el rendimiento en Kg /Ha a partir de la cosecha siguiente al comienzo del ensayo. La evaluación de la cosecha se realizó el 22 de marzo de 2004 y el 23 de marzo de 2005. Se evalúan las dos filas centrales.

3.5.2 Peso de poda

Se mide el peso de poda en Kg/parcela chica. Se podan las plantas de cada tratamiento y se pesa el resultado de las dos filas centrales de cada parcela.

3.5.3 Análisis foliar

Se muestrea la hoja opuesta al racimo basal, tomándose cuatro hojas por planta, dos de cada lado de la fila. Se evalúa clorofila con el lector de clorofila Minolta SPAD-502, en el tercio inferior de la lámina, entre la nervadura central y una secundaria. Se toman dichas medidas para floración y envero de la cosecha 2004.

Las muestras de hoja completa (limbo más pecíolo), se lavan con agua destilada y se ponen en una estufa a 65° C durante 48 horas, luego se muelen.

Se determina nitrógeno foliar total en el envero y se expresa como porcentaje de la materia seca. El análisis se realiza por el método de Kjeldhal.

En otra muestra se determina nitrógeno en forma de nitrato en el pecíolo a floración y envero del ciclo 2004 y a envero 2005. Se utiliza el mismo criterio de muestreo, se muestrea un total de 40 pecíolos por parcela. Los análisis se realizan utilizando un electrodo de actividad específica para nitrato.

3.5.4 Análisis de la baya

Se cosecha cada parcela en cajones de plástico, se extraen al azar cinco racimos de cada cajón. De cada racimo se sacan cuatro bayas de diferentes partes y posiciones del racimo con un tamaño mínimo de muestras de 120 bayas. Para cada muestra se determina: alcohol probable, pH, índice de polifenoles totales (I.P.T.), E.A.%, polifenoles de semilla (M.p.).

El alcohol probable se determina por refractometría. Con el refractómetro: Hand refractometer Atago N-1.

La acidez titulable no se determina por precipitación de ácido tartárico al ponerse en freezer.

El pH se determina por peachímetro.

El índice de polifenoles totales e intensidad colorante se determina según O.I.V, 1990.

La extractibilidad de antocianos y los polifenoles de semilla se determinan según RIBÉREAU-GAYON, 1998.

3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realiza un análisis estadístico utilizando el procedimiento PROC MIXED del programa SAS. (S.A.S. Institute, 1985) Se realizó un ANOVA general para parcelas divididas y contrastes ortogonales.

El ANOVA es muy exigente en este diseño, para comparar entre parcelas grandes, debido a los pocos grados de libertad.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 AÑO 2004

4.1.1 Rendimiento 2004

Dosis de Nitrógeno	Rendimiento según cobertura de la entrefila (kg.Ha ⁻¹)			Media
	Triticale	F. Coyote	F. Tacuabé	
0	22037	22000	21328	21790
50	22963	23366	22053	22795
100	23340	22791	23791	23306
Medias	22780	22719	22390	22630

*F_{cob}=0,11/P=2,780; F_N=1,88/P=1,52; F_{cob*N}=0,8*

Cuadro 2. Rendimiento de la cosecha (Kg/Ha)2004, según cobertura de la entrefila y dosis de nitrógeno

tendencia ($P < 20\%$) a aumentar el rendimiento con el agregado de nitrógeno. Los rendimientos obtenidos son medios a altos, con un gran incremento respecto a los años previos con raleos.

Desde el año 2001 este cuadro tenía como manejo un raleo que resultó en un rendimiento promedio de 8150 Kg/Ha. Es posible que la planta acumulara reservas suficientes como para no necesitar aporte extras a la oferta del suelo. Las coberturas de festuca habían sido recientemente instaladas y por lo tanto no ejercieron la competencia suficiente por agua y por nitrógeno como para reducir los rendimientos. Estas pueden ser las razones por las cual no aparecen diferencias significativas entre los diferentes tratmientos. Debe tenerse también en cuenta que hay años con más aporte de nitrógeno del suelo que otros. Años muy húmedos que disminuyen mucho la oferta de nitrógeno asimilable o años secos, con altas temperaturas y precipitaciones espaciadas y ligeras, que aumentan mucho el aporte de nitrógeno por parte del suelo. El año 2004 se corresponde con los últimos.

4.1.2 ANÁLISIS EN UVA 2004

Dosis de Nitrógeno (Kg/Ha)		Manejo de la entrefila		
		TRITICALE	F. TACUABÉ	MEDIAS
0	ALC. PROBABLE °A	12	13,2	12,6
	PESO GRANO g	1,335	1,39	1,363
	IPT %	62,9	81,8	72,4
50	ALC. PROBABLE °A	11,5	11,9	11,7
	PESO GRANO g	1,41	1,365	1,387
	IPT %	54,3	59,2	56,7
100	ALC. PROBABLE °A	10,7	11,4	11
	PESO GRANO g	1,39	1,365	1,378
	IPT %	39,5	50,5	45
MEDIA	ALC. PROBABLE °A	11,4	12,1	
	PESO GRANO g	1,378	1,373	
	IPT %	52,2	63,8	

Dosis de Nitrógeno (Kg/Ha)		Manejo de la entrefila		
		TRITICALE	F. TACUABÉ	MEDIAS
0	pH	3,85	3,92	3,88
	E.A. %	72,1	70	71,1
	Mp %	48,6	60,7	54,6
50	pH	3,8	3,73	3,77
	E.A. %	74,6	70,7	72,7
	Mp %	42,4	46	44,2
100	pH	3,81	3,81	3,81
	E.A. %	79,8	75,3	77,6
	Mp %	46	45,5	45,7
MEDIA	pH	3,82	3,82	
	E.A. %	75,5	72	
	Mp %	45,6	50,7	

	Peso Grano	Alcohol prob	pH	IPT	EA	Mp
F_C	0,01	37,61	0,00	157,96	4,11	4,05
P	0,9199	0,017	0,9795	0,0001	0,0890	0,1005
F_N	0,09	51,94	1,23	294,40	5,15	6,68
P	0,9127	0,0005	0,3683	0,0001	0,0498	0,0387
F_{C*N}	0,41	3,71	0,40	19,21	0,19	2,15
P	0,6808	0,1028	0,6911	0,0045	0,8350	0,2118

Cuadro N°3.Resumen del ANOVA realizado a los análisis de la uva

Para el alcohol probable, se encuentra una diferencia muy significativa entre las medias de las coberturas contrastadas, dando un promedio de 12,1°GL para Festuca Tacuabé frente a 11,4°GL en Triticale (P=0,0017). Se encuentran diferencias muy significativas entre las medias del alcohol probable para las diferentes dosis de nitrógeno (P=0,0005). Se encuentran diferencias entre 100Kg N/HA y 0 Kg N/HA para Triticale y Festuca. La diferencia es mayor para Festuca (1.75 °GL) que para Triticale (1,33 °GL), lo que muestra una probable interacción entre la cobertura y la dosis de nitrógeno (P=0,1028). Los resultados de Alcohol probable muestran que los tratamientos generan una gran variabilidad. Los casos extremos son una media de 10,7°GL para Triticale con 100 Kg de N/HA y 13,2°GL para Festuca con 0 Kg de N/ Ha.

Se encuentra una diferencia poco significativa entre las medias de E. A. en las coberturas contrastadas, dando un promedio de 72,0% para Festuca Tacuabé frente a 75,5% de media en Triticale (P=0,0890). No se encuentran diferencias significativas entre las medias de E.A. para 0 y 50. Ésto no es igual para 0 y 100 Kg/HA, (P=0,0217) y para 50 y 100 Kg N/HA, dónde existe una diferencia poco significativa (P=0,0592). No se encuentran diferencias entre 100Kg N/HA y 0 Kg N/HA para Triticale y Festuca, lo que no mostraría interacción entre ambas técnicas.

El índice de polifenoles totales (I.P.T.), muestra una diferencia muy significativa entre las medias de las pasturas contrastadas, dando un promedio de 63,8% para Festuca Tacuabé frente 52,2%, media del Triticale (P=0,0001). Se encuentran diferencias muy significativas entre medias de I.P.T. para 0; 50 y 100Kg N/HA (P=0,0001 para ambos contrastes). Se encuentran diferencias entre 100Kg N/HA y 0 Kg N/HA para Triticale y Festuca. La diferencia es mayor para Festuca (31,3%) que para Triticale (23,5%), lo que muestra una mayor respuesta al nitrógeno agregado para las parcelas con Festuca (P=0,0045). La festuca ejerce después del envero (momento donde se define el color) una competencia con la vid por nitrógeno de manera tal que muestra mayores respuestas al agregado de éste.

Para el pH no se encuentra diferencia significativa ni entre pasturas, ni entre diferentes niveles de nitrógeno agregado.

Las distintas coberturas (Festuca tacuabé y triticale) no generaron diferencias significativas en la madurez de la semilla o de la pepita (Mp), En cambio para nitrógeno se encuentra una diferencia significativa entre el agregado y el no agregado de nitrógeno en la entrefila. Las medias son respectivamente 44,9% y 54,6% con una $P=0,0152$. No hay diferencia significativa entre 50 y 100 UN agregadas.

No hay diferencia significativa en el peso por grano entre los diferentes tratamientos.

A medida que aumenta la oferta de nitrógeno, disminuye la calidad de la uva cuando se toman en cuenta los parámetros de alcohol probable, IPT.

En cuanto a la madurez de la uva, medida como pH, EA y Mp, no queda definido que sea así. Si bien la madurez de la uva es parte de su calidad para vinificar, la madurez no es claramente afectada por el agregado de 50 Kg N/HA, en el primer año del ensayo.

Para I.P.T., se encuentra una interacción entre diferentes coberturas y la oferta de nitrógeno. Estas sustancias se concentran en grandes cantidades después del envero, momento en el cual la Festuca comienza a ejercer cierta competencia con la vid. Disminuye la oferta de agua y nitrógeno para la vid y aumenta la concentración de taninos y antocianos.

El efecto tardío de las coberturas no afecta el rendimiento pero si a la calidad.

Para este año, las diferencias entre las medias de las variables medidas son mayores y/o más significativas para los distintos niveles de nitrógeno agregado que para las pasturas, por lo que para la primer cosecha del ensayo, el impacto del agregado de nitrógeno en la calidad es mayor que el de la cobertura. La cosecha se hace 10 meses después de la siembra de la cobertura, razón por la cual la ésta no compite todavía con la vid de manera importante.

4.1.3 Análisis Foliare 2003-04

4.1.3.1 Índice de clorofila

Dosis de Nitrógeno Kg/Ha	Manejo de la entrefila		
	Triticale	F. Tacuabé	Medias
0	34,6	34,2	34,4
50	37,6	36,4	37
100	39,9	37,7	38,8
Medias	37,4	36,1	36,8

$F_{cob}=3,23/P=0,1227$; $F_N=12,25/P=0,0076$; $F_{cob*N}=0,53/P=0,6138$

Cuadro N° 4 . Lectura de clorofila a floración 2004. Comparación entre medias de los distintos tratamientos.

Para clorofila en floración no se encuentra diferencia significativa para las medias de las parcelas de la Festuca Tacuabé y Triticale, pero si una tendencia al 12 %.

Clorofila en floración muestra una diferencia muy significativa entre las medias de los agregados de nitrógeno frente a no agregar nitrógeno ($F=20,48/P=0,0040$). Encontrándose una diferencia poco significativa entre el agregado de 50 Kg N/HA y 100 Kg N/HA ($P=0,0922$). Esto indicaría una tendencia a una mayor absorción de nitrógeno por parte de los tratamientos con Triticale que con los tratamientos con Festuca

Dosis de Nitrógeno Kg/Ha	Manejo de la entrefila		
	Triticale	F. Tacuabé	Medias
0	38,4	34,4	36,4
50	38	36	37
100	38,6	37,3	37,9
Medias	38,3	35,9	37,1

$F_{cob}=5,19/P=0,1505$; $F_N=9,90/P=0,0282$; $F_{cob*N}=7,64/P=0,0431$

Cuadro N°5. Lectura de clorofila al envero 2004. Comparación entre medias de los distintos tratamientos.

Para clorofila en envero, las medias no muestran diferencias significativas entre coberturas, pero si una tendencia la 15%. Se encuentra una diferencia significativa entre las medias de no agregar y agregar nitrógeno. ($P=0,0219$). Se nota una diferencia poco significativa entre el agregado de 50 y 100 Kg N/HA (37,0 vs 38,0; $P=0,0627$). En envero hay un mayor error de muestreo debido al deterioro de las hojas muestreadas, por ello hay mayor diferencia entre coberturas que entre dosis de nitrógeno, pero menor significancia de la primera. Hay una interacción importante entre el agregado de nitrógeno y la cobertura. El agregado de nitrógeno define un aumento de la lectura de clorofila en el tratamiento con festuca que no muestra en el

de triticale. El tratamiento de festuca y 100 Kg de nitrógeno/Ha muestra un índice de clorofila mayor que el de triticale y 0 Kg de nitrógeno. Los tratamientos con triticale tendrían disponible todo el nitrógeno que demandan en envero, mientras que los de festuca no llegarían a tal nivel de oferta de nitrógeno disponible. Hay un efecto mayor de la cobertura en envero que en floración.

La lectura de clorofila en floración en vid, no se tiene antecedentes. Si bien no hay datos de Tannat, para la lectura de clorofila en envero, los datos se encuentran en un rango similar al de la bibliografía. Ni para clorofila al envero ni a floración se encuentran diferencias significativas para las diferentes coberturas sembradas, sólo tendencias. Las coberturas al envero aún no han tenido tiempo suficiente para establecer una competencia con la vid.

2.6.2 4.1.3.2 Nitrato en pecíolo

Dosis de Nitrógeno Kg/Ha	Manejo de la entrefila		
	Triticale	F. Tacuabé	Medias
0	294	231	262
50	1569	1668	1618
100	1803	2302	2052
Medias	1222	1400	1310

$F_{cob}=2,65/P=0,1544$; $F_N=96,71/P=0,0001$; $F_{cob*N}=2,32/P=0,1793$.

Cuadro N°6. Nitrato a floración (ppm) 2004 en pecíolo. Comparación entre medias de los distintos tratamientos.

El contenido de nitrógeno como nitratos en pecíolo a floración, muestra en el caso de las coberturas un resultado similar al observado en la clorofila: no existe diferencia significativa entre las medias. Se encuentra diferencia significativa entre las medias de 0 y 50, 50 y 100 Kg N/HA aplicadas ($P=0,0001$; $P=0,0178$).

Dosis de Nitrógeno Kg/Ha	Manejo de la entrefila		
	Triticale	F. Tacuabé	Medias
0	925	76	500
50	656	131	393
100	956	264	610
Medias	846	157	502

$F_{cob}=13,40/P=0,1698$; $F_N=14,23/P=0,0152$; $F_{cob*N}=7,96/P=0,0404$.

Cuadro N°7 Nitrato a envero 2004 (ppm). Comparación entre medias de los diferentes tratamientos

Para el contenido de nitrógeno como nitratos en pecíolo al envero, en el caso de las coberturas, se repite lo anterior, no hay diferencia significativa entre las medias, si bien en el caso de la cobertura perenne, la media es claramente menor. Para el agregado de nitrógeno, hay diferencias significativas y para la interacción también. Igual que para el índice de clorofila, el agregado de nitrógeno para Triticale no produce diferencias significativas, pero para Festuca muestra un aumento. Según el diseño de parcelas divididas, las parcelas grandes (coberturas), tienen pocos grados de libertad y por lo tanto son no significativas las grandes diferencias. Las coberturas al envero comienzan a establecer una competencia con la vid. Para nitrógeno como nitrato en pecíolo en floración, los datos del presente experimento muestran déficit de nitrógeno sólo para 0 Kg N/HA agregado, según la bibliografía internacional. El resto de los tratamientos tendría suficiente nitrógeno. Los niveles de nitrógeno como nitratos en pecíolo al envero son menores que los mismos a la floración, y sus medias, significativamente diferentes para los distintos agregados de nitrógeno, coincidiendo con la bibliografía revisada.

4.1.3.3 Nitrógeno total

Dosis de Nitrógeno Kg/Ha	Manejo de la entrefila		
	Triticale	F. Tacuabé	Medias
0	1,94	1,65	1,79
50	1,8	1,69	1,75
100	1,98	1,86	1,92
Medias	1,91	1,73	

$F_{cob}=3,08/P=0,2214$; $F_N=2,33/P=0,2137$; $F_{cob*N}=0,72/P=0,5388$

Cuadro N°8. Nitrógeno total a envero (ppm) 2004. Comparación entre medias de los distintos tratamientos.

Para el caso de contenido de nitrógeno total al envero, en hoja entera, no hay diferencia significativa entre medias de diferentes coberturas ni diferentes aplicaciones de nitrógeno.

El nitrógeno total medido en hoja, no da diferencias significativas para los distintos tratamientos. El rango de datos va desde 1,59% (Festuca Tacuabé, 0 Kg N/HA) hasta 2,17 % (Triticale, 100 Kg N/HA) y la media es de 1,82% correspondiendo a un estado nutricional mediocre (sin diferencia significativa entre ninguno de los tratamientos).

2004	P> T				
N AGREGADO	N total	N_NO ₃ pecíolo florac	Clorofila florac	N_NO ₃ env	Clorofila env
0 vs 50Kg N/Ha	NS	0,0001	0,0267	0,0578	0,1342
50Kg N/Ha vs 100Kg N/Ha	NS	0,0178	0,0922	0,0059	0,0627
0 vs RESTO	NS	0,0001	0,0040	0,9734	0,0219

Cuadro N°9. Sensibilidad de diferentes métodos para medir el nivel de nitrógeno en la vid.

Según la tabla anterior, nitrógeno como nitrato en el peciolo a floración, es la forma, el tejido y el momento de mayor sensibilidad a la disponibilidad de nitrógeno en el suelo para la planta de vid, para el primer año de agregado de nitrógeno. Siendo el nitrógeno total en hoja el menos sensible. Esto acompaña lo citado por la bibliografía.

4.2 AÑO 2005

Las características de este segundo ciclo biológico del experimento son las siguientes: las festucas entran en su segundo año cubriendo la entrefila, ejerciendo una competencia importante con la vid; la vid no fue raleada en el ciclo anterior, es un año seco hasta el comienzo de febrero y la uva tuvo un ataque de *Botrytis* próximo a la cosecha.

4.2.1 RENDIMIENTO Y VIGOR 2005

Dosis de Nitrógeno Kg/Ha	Manejo de la entrefila			Medias
	Triticale	F. Coyote	F. Tacuabé	
0	27227	18983	20622	22277
50	26842	21146	20857	22948
100	25087	22180	20386	22551
Medias	26385	20770	20621	22592

$F_{cob}=23,09/P=0,0064$; $F_N=0.26/P=0,7750$; $F_{cob*N}=1.40/P=0,2918$

Cuadro N°10. Rendimiento 2005 (Kg /há). Comparación entre medias de los distintos tratamientos.

Dosis de Nitrógeno Kg/Ha	Manejo de la entrefila			Medias
	Triticale	F. Coyote	F. Tacuabé	
0 KG N/HA	11.7	7.6	8.7	9.3
50 KG N/HA	16.0	10.2	8.6	11.6
100 KG N/HA	15.5	10.3	10.0	12.0
Medias	14.4	9.4	9.1	11.0

$F_{cob}=8,27/P=0,0028$; $F_N=1,87P=0,1836$; $F_{cob*N}=0,39/P=0,8109$.

Cuadro N°11. Peso de poda (kg/parcela) 2005. Comparación entre medias de los distintos tratamientos.

Se encuentra diferencia muy significativa entre los rendimientos medios de las parcelas de Triticale y Festuca. No se encuentra diferencia significativa entre los rendimientos medios entre parcelas de ambas Festucas. Para el Triticale a medida que aumenta la dosis de nitrógeno aparentemente disminuye el rendimiento, mientras

que para Festuca Coyote las medias de los rendimientos tienden a aumentar. Los rendimientos para 100KG N/HA con Festuca, son significativamente inferiores a los de 0KG N/HA con Triticale. La fertilización en entrefila podría estar generando un exceso de nitrógeno.

Se encuentra diferencia muy significativa entre los pesos de poda medios de las parcelas de Triticale y parcelas con cobertura perenne. No se encuentra diferencia significativa entre parcelas chicas con diferentes fertilizaciones nitrogenadas, ni entre N=0 y el resto. Los tratamientos afectan el vigor de la planta y mayor peso de poda debió significar mayor área foliar. Al no ser afectado el rendimiento, no fue necesario mayor área foliar para esos rendimientos. El hecho de que a pesar de mostrar claras diferencias entre medias de distintas dosis de nitrógeno, éstas no sean significativas, explica que en la evaluación existió un alto error.

4.2.2 ANÁLISIS DE LA UVA 2005

Dosis de Nitrógeno (Kg/Ha)		Manejo de la entrefila		MEDIAS
		TRITICALE	F. TACUABÉ	
0	ALCOHOL PROBABLE	13,1	14	13,5
	PESO GRANO	1,697	1,297	1,497
	IPT	50,9	76,1	63,5
50	ALCOHOL PROBABLE	12,8	13,6	13,2
	PESO GRANO	1,7	1,383	1,547
	IPT	47,2	63,2	55,2
100	ALCOHOL PROBABLE	11,5	12,4	11,9
	PESO GRANO	1,603	1,28	1,442
	IPT	42,4	56,3	49,4
MEDIAS	ALCOHOL PROBABLE	12,4	13,3	
	PESO GRANO	1,667	1,323	
	IPT	46,8	65,2	

Dosis de Nitrógeno (Kg/Ha)		Manejo de la entrefila		MEDIAS
		TRITICALE	F. TACUABÉ	
0	pH	3,77	4,01	3,89
	E.A. %	72,4	63,6	68
	Mp %	46,3	63	54,6
50	pH	3,73	3,89	3,81
	E.A. %	74,5	68,7	71,6
	Mp %	40,7	57,7	49,2
100	pH	3,58	3,8	3,69
	E.A. %	78,3	70,3	74,3
	Mp %	33,7	54,6	44,1
MEDIA	pH	3,69	3,9	
	E.A. %	75,1	67,5	
	Mp %	40,2	58,4	

	Peso Grano	Alcohol prob	pH	IPT	EA	Mp
F_C	33,25	22,05	153,76	269,75	153,76	187,28
P	0,0272	0,0425	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
F_N	1,44	62,63	50,25	53,45	76,01	20,78
P	0,2916	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003
F_{C*N}	0,32	0,20	2,01	9,58	4,37	1,00
P	0,7322	0,8189	0,1842	0,0047	0,0523	0,4014

Cuadro N°12. Resumen del ANOVA realizado a los análisis de la uva 2005.

Para el alcohol probable, se encuentra una diferencia muy significativa entre las medias de las pasturas contrastadas, dando un promedio de 13,3°GL para Festuca Tacuabé frente a 12,4°A en Triticale ($P=0,0425$). Se encuentran diferencias significativas y muy significativas entre las medias del alcohol probable de 0; 50; 100 Kg N/Ha ($P_{0;50}=0,0483$ y $P_{50;100}=0,001$ para las diferencias entre las anteriores). Las medias de alcohol probable para cualquiera de los agregados de nitrógeno son menores significativamente a las de triticale con 0Kg N/Ha agregado. Sin embargo la diferencia entre no agregar y agregar 100Kg N/Ha es la misma para Festuca que para Triticale: 1,6°A, por lo tanto el ANOVA no muestra diferencia significativa para la interacción entre las coberturas y el nitrógeno agregado

La Extractibilidad de Antocianos (E.A.), muestra una diferencia muy significativa entre las medias de las pasturas contrastadas, dando un promedio de 67,5% para Festuca Tacuabé frente a 75,1% de media en Triticale ($P=0,0064$). Se encuentran

diferencias significativas entre las medias de E.A. para dosis de N 0; 50; 100 KG N/HA ($P=0,0001$ y $P=0,0008$ para las diferencias entre las anteriores). El ANOVA muestra una interacción significativa ($P=0,0523$) de la cobertura con las dosis de nitrógeno agregado, la extractibilidad para Festuca + 100KG N/HA es significativamente menor que la de Triticale sin nitrógeno. El agregado de 100KG N/HA aumenta en el caso de la festuca la E.A. en 6,7% pero en el caso de Triticale, sólo 5,9%.

Para el Índice de Polifenoles Totales (I.P.T.), se encuentra una diferencia muy significativa entre las medias de las pasturas contrastadas, dando un promedio de 65,2 para Festuca Tacuabé frente 46,8, media del Triticale ($P=0,0001$). Se encuentran diferencias muy significativas entre medias de I.P.T. para 0; 50 y 100UN ($P=0,0001$ y $P=0,0017$ respectivamente). El ANOVA muestra una interacción de la cobertura con las dosis de nitrógeno agregado. El I.P.T. para Festuca + 100KG N/HA es mayor que el de Triticale sin nitrógeno. El agregado de 100KG N/HA disminuye en el caso de la festuca al I.P.T. en 19,7 pero en el caso de Triticale, sólo 8,5.

El pH marca una diferencia muy significativa entre las medias de pasturas contrastadas, resultando como media para Festuca Tacuabé: 3,90 vs Triticale, cuya media se encontró en 3,69 ($P=0,0001$). Se encuentran diferencias muy significativas entre las medias de pH para 0; 50; 100 KG N/HA ($P=0,0025$ y $P=0,0001$ respectivamente). Las medias de pH para cualquiera de los agregados de nitrógeno son menores significativamente a las de triticale con 0KG N/HA agregado. Sin embargo la diferencia entre no agregar y agregar 100KG N/HA es el mismo para Festuca que para Triticale: 0,2. El ANOVA no muestra diferencia significativa para la interacción entre las coberturas y el N agregado.

Para la Mp, se encuentra diferencia muy significativa entre las medias correspondientes al empastado con Festuca Tacuabé y Triticale: 58,4% y 40,2% son las medias respectivas con una $P=0,0001$. Las diferencias son significativas entre las medias del agregado de 0; 50 y 100 KG N/HA. Éstas son: 59,6; 49,1; 44,1 con una $P=0,0074$ y $P=0,0113$.

Peso de grano muestra una diferencia significativa entre las diferentes coberturas: 1,323 vs 1,667 g/grano; $P=0,0272$ para Festuca Tacuabé y Triticale. No hay diferencias significativas para los diferentes niveles de nitrógeno agregado.

El agregado de nitrógeno para el segundo año toma mayor relevancia respect a la calidad comparado con el año anterior. Las diferencias en la maduración se vuelven significativas y se definen tres clases claras de calidad de uva para vinificar. Los resultados acompañan lo estudiado en la revisión bibliográfica, a mayor oferta de nitrógeno, existe una disminución de la calidad y un atraso de la madurez de la uva

Tannat para vinificar. Sólo en el caso de la madurez de los fenoles de la semilla, a mayor nitrógeno, se encuentra mayor madurez. Se ve una interacción entre la cobertura y el agregado de nitrógeno. En la mayoría de los casos, la calidad lograda con Festuca +100KG N/HA es mejor que la de Triticale + 0KG N/HA y la respuesta al agregado de nitrógeno es mucho mayor en parcelas con Festuca.

A diferencia del año 2004, el pH, Mp, EA tiene en el segundo año del experimento diferencia significativa cuando se trata de nitrógeno agregado.

La cobertura en la entrefila de la viña para el segundo año del experimento muestra una mayor relevancia. Las diferencias entre medias de extractibilidad de antocianos, índice de polifenoles totales, madurez de los fenoles de la semilla, peso del grano y pH son mayores y/o más significativas para las diferentes coberturas que para los distintos niveles de nitrógeno agregado. Para el alcohol las diferencias son las mismas e igualmente significativas.

Es claro el efecto de la cobertura perenne en la calidad de la uva. La Festuca muestra diferencias significativas y muy significativas a favor de la calidad y madurez de la uva, siendo en todos los casos mayores, salvo para la madurez de los fenoles de las semillas. Esto se puede deber a que las semillas no estaban aún maduras al momento de la cosecha y por lo tanto la Festuca no habría tenido tiempo de mostrar enteramente su efecto en este parámetro.

La diferencia muy significativa entre las medias de vigor de Festuca y las de Triticale es la esperada, ya que corresponde con las diferencias entre la calidad de la uva. La pastura modifica el vigor de la vid y éste modifica la calidad de la uva. No sucede lo mismo con los diferentes agregados de nitrógeno, donde no aparecen diferencias significativas entre las medias de los distintos niveles agregados.

A diferencia del primer año del experimento, en el segundo, se encuentran diferencias significativas en los rendimientos entre las pasturas perennes y el triticale. El rendimiento 2005 no es afectado significativamente por los distintos agregados de nitrógeno. Se deduce que el agregado de nitrógeno no influye en la calidad de la uva por medio del aumento del rendimiento, cosa que sí hace la implantación de la Festuca. En la bibliografía revisada anteriormente aparecen varios suelos del Sur del Uruguay que tienen la cantidad necesaria de nitrógeno para abastecer a la vid. La diferencia en el vigor muestra la influencia de las coberturas en el crecimiento. Si bien no hay diferencia entre los diferentes agregados de nitrógeno, sí aparece una interacción, entre la pastura y el nitrógeno agregado: los pesos de podas de todos los tratamientos con festucas son menores que los de triticale + 0KG N/HA. Esto muestra una disminución del nitrógeno disponible equivalente a por lo menos 100KG N/HA. En el caso de la cobertura perenne, se encuentra una

competencia por nitrógeno y agua y otros efectos asociados que causan esta disminución del rendimiento y del peso de poda.

4.2.3 ANÁLISIS FOLIARES 2004-05

Dosis de Nitrógeno (Kg/Ha)	Manejo de la entrefila		Medias
	Triticale	F. Tacuabé	
0	212	95	154
100	1003	696	850
Medias	608	396	502

$F_{cob}=1.51/P=0.3437$ $F_N=19.48/P=0.0116$; $F_{cob*N}=0.39/P=0.5788$.

Cuadro N°13. Nitrato a envero. (Ppm) 2005 Comparación entre medias de los distintos tratamientos.

No se encuentra diferencia significativa entre las medias de nitrato en pecíolo al envero para las diferentes coberturas. Se contrastan sólo 0 vs 100 KG N/HA y se encuentra una diferencia significativa entre las medias correspondientes (153ppm vs 850 ppm; $P=0,0116$).

Dosis de Nitrógeno (Kg/Ha)	Manejo de la entrefila		Medias
	Triticale	F. Tacuabé	
0 KG N/HA	1,6	1,51	1,56
100 KG N/HA	1,65	1,6	1,63
Medias	1,63	1,56	1,59

$F_{cob}=1,58/P=0,2441$; $F_N=1,58/P=0,2441$; $F_{cob*N}=0.13 /P=0,7287$.

Cuadro N°14. Nitrógeno total a envero (ppm) 2005. Comparación entre medias de los distintos tratamientos.

No se encuentra diferencia significativa entre medias de nitrógeno total en hoja al envero, ni para las diferentes coberturas, ni para los diferentes agregados de nitrógeno.

Contenido de nitrógeno como porcentaje de materia seca, en hoja, al envero, no es un indicador tan sensible, no muestra diferencias significativas ni siquiera entre los más contrastantes tratamientos, mientras para el resto de las variables evaluadas si se han encontrado diferencias significativas. La media entre todos los tratamientos es 1,59, siendo ésta la correspondiente a una nutrición deficiente en nitrógeno.

Para nitratos en pecíolo al envero, sólo entre 0 KG N/HA y 100 KG N/HA hay diferencias significativas. No se encontraron diferencias significativas entre las distintas pasturas.

4.2.4 Medidas de la disponibilidad de nitrógeno y calidad de la uva

Parece importante para comprender los resultados del ensayo, estudiar correlaciones entre distintas variables medidas, especialmente evaluaciones de disponibilidad de nitrógeno y calidad:

El lector de clorofila se correlaciona con nitratos en pecíolo en los dos momentos de muestreo de la siguiente manera:

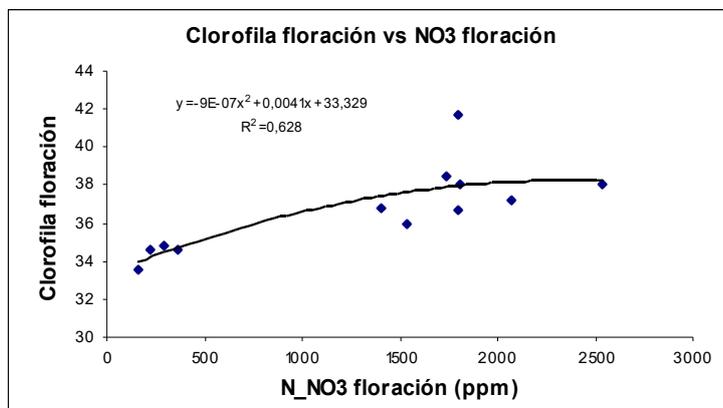


Figura N°4.Relación entre medidas de clorofila y nitrato en floración

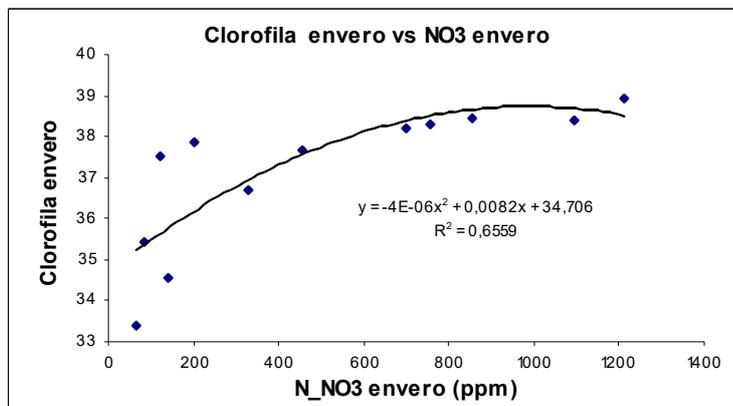


Figura N°5.Relación entre medidas de clorofila y nitrato en envero

El lector de clorofila también tiene una alta correlación con el nitrógeno agregado:

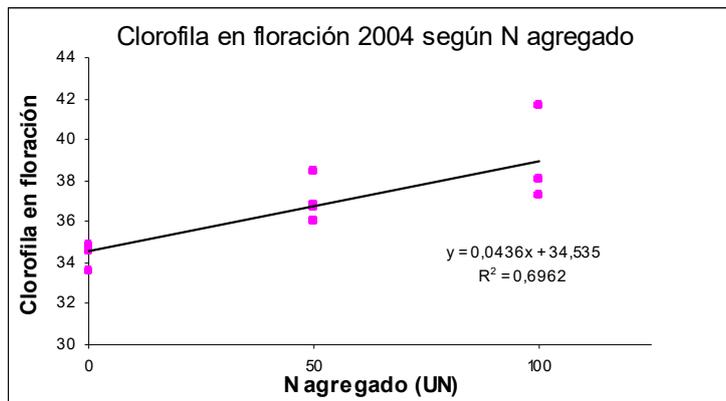


Figura N°6. Relación entre medidas de clorofila y nitrógeno agregado 2004

Por lo que el lector de clorofila es una herramienta válida para acceder al estado nutricional de nitrógeno en la planta de vid.

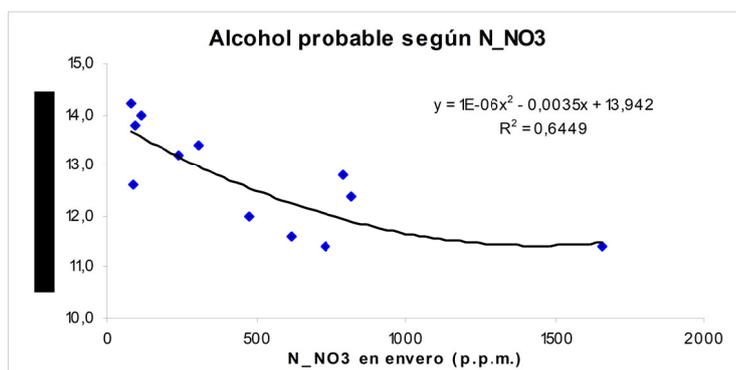


Figura N°7. Relación entre nitratos en pecíolo a envero y alcohol probable 2005.

Hay una relación interesante entre nitratos en envero y alcohol probable. Los nitratos en envero serían el resultado entre el balance de lo que el suelo da y lo que la planta utilizó. Según la bibliografía, la calidad de la uva implica un agotamiento del nitrógeno disponible a envero. Un exceso de nitrógeno como nitrato disminuye la calidad pues la planta prioriza su utilización en el desarrollo vegetativo. A su vez, la mayoría de los índices de calidad se definen en el período envero-cosecha. Por lo tanto, el contenido de nitratos en pecíolo a envero puede ser una medida que tenga buena correlación con la calidad de la uva y nos permita predecir el comportamiento de la uva de la siguiente cosecha. En la Figura 8 se muestra que con 500 ppm de nitrógeno como nitrato alcanzaría 12.5°A, siendo por debajo de esta satisfactoria.

En el presente experimento no se realizó control del rendimiento. La bibliografía indica que la disminución de los rendimientos aumente aún más la calidad de la uva. Los valores de las variables de calidad y madurez para el tratamiento más exigente (Festuca Coyote y N=0 KG N/HA) cumplen con las exigencias comerciales de calidad de uva Tannat para vino.

5. CONCLUSIONES

1. Los dos años de experimento dieron resultados distintos. Esto se debe a que el primer año los dos cultivares de Festuca se están implantando y recién en el segundo llegan a todo su potencial de competencia con la vid. El primer año, comienza a aparecer el efecto de la cobertura al final del ciclo, afectando la calidad. Además hay influencia del efecto año y en el segundo año hubo ataque por *Botrytis*.
2. En el primer año (2004) el rendimiento no se vio afectado ni por el agregado de nitrógeno ni por las diferentes coberturas. Sin embargo, aparece una tendencia ($P < 20\%$) al aumento del rendimiento por el agregado de nitrógeno. En cuanto a los valores promedio de alcohol probable, IPT, EA y Mp muestran diferencias significativas que van en detrimento de la calidad de la uva al agregar nitrógeno. Sin embargo, peso de grano y pH no se vieron afectados. Los valores promedio de alcohol probable, IPT y color muestran diferencias significativas a favor de las coberturas perennes. En cambio, para este tratamiento, peso de grano, pH, EA y Mp no muestran diferencias significativas. Alcohol probable e IPT responden de manera muy importante al agregado de nitrógeno en los tratamientos con festuca, pero no tanto en los tratamientos con triticale, dada la competencia tardía de la festuca con la vid.
3. En el segundo año (2005), la media de rendimiento de las coberturas perennes disminuye 21.6% con respecto a la anual invernal. Sin embargo, el agregado de nitrógeno no lo modificaría significativamente. Aún así aparece una interacción entre el manejo de la entrefila y el nitrógeno agregado. Los pesos de poda medios de las parcelas de Triticale fueron aproximadamente un 50% mayor que aquellas con cobertura perenne. No se encuentra diferencia significativa entre parcelas con diferente dosis de nitrógeno. Para todas las variables medidas en la uva (peso de grano, alcohol probable, pH, IPT, EA y Mp) existieron diferencias significativas entre las medias de los diferentes manejos de la entrefila dando las coberturas perennes la mejor calidad. Para las anteriores también se encuentran diferencias significativas al agregado de nitrógeno, salvo para peso de grano; a mayor dosis de nitrógeno, menor calidad de la uva. Para pH, IPT, y EA se encuentra una clara interacción entre las dosis de nitrógeno agregado y los diferentes manejos de la entrefila encontrándose mayor respuesta al agregado de nitrógeno para las parcelas con coberturas perennes.
4. El primer año, el agregado de nitrógeno es la variable que más afecta la calidad de la uva y en segundo lugar el manejo de la entrefila. En cambio,

el segundo año, la cobertura mejora significativamente la calidad de la uva Tannat y en segundo lugar, el agregado de nitrógeno la disminuye. Estas diferencias se deben a que ambos cultivares de Festuca presentan plantas con su sistema radicular completo y compiten de manera efectiva con la vid, cosa que no sucede el primer año.

5. El nitrógeno en forma de nitrato en pecíolo a floración parece la forma más sensible de medir el estado de nutrición nitrogenada en la vid. El lector de clorofila muestra ser una herramienta válida para acceder al estado nutricional de la planta de vid. Existe una relación interesante entre nitratos en envero y alcohol probable. Las medias menores a 500 ppm de nitrógeno en forma de nitrato a envero presentaban niveles de alcohol probable mayores a 12.5°GL. La calidad de la uva implica el agotamiento del nitrógeno disponible a envero.

6. RESUMEN

En un viñedo comercial al sur de Uruguay se realiza un experimento con el objetivo de estudiar el efecto del empastado perenne y el agregado de nitrógeno en la calidad de la uva para el cv Tannat. Las pasturas involucradas son Festuca (dos cultivares) comparadas con una cobertura anual invernal – Triticale. Las diferentes dosis de nitrógeno agregado en primavera al voleo son 0; 50; 100 KG N/HA.

En el primer año del experimento, los distintos niveles de nitrógeno son los que producen mayores diferencias en la calidad de la uva, pero no afectan el rendimiento. El segundo año, la pastura perenne es la técnica que produce mayores diferencias significativas en la calidad de la uva, disminuyendo el rendimiento.

Se contrastan diferentes métodos (clorofila a floración, clorofila a envero, nitrato en el pecíolo a floración y a envero, nitrógeno total en hoja entera a envero) para medir el nivel de nutrición nitrogenada en la vid. El nitrato en pecíolo es el más sensible y las medidas de clorofila tienen buena correlación con este método. Ambos se correlacionan correctamente con las variables de calidad de la uva, siendo nitratos en envero la medida que mejor permite predecir el comportamiento cualitativo de la uva.

7. BIBLIOGRAFÍA.

1. ACEVEDO, C.; ORTEGA-FARIAS, S.; MORENO, Y.; CORDOVA, F. 2003. Efecto de diferentes niveles de reposición hídrica en post-cuaja y en post-pinta sobre el crecimiento vegetativo, rendimiento, composición de bayas, mostos, y calidad de vinos en cv. Cabernet Sauvignon. In Congreso Latinoamericano de viticultura y enología (9º, 2003, Santiago de Chile). 2003. Santiago de Chile. UPCC. 219 p.
2. AUSTRAL SPECTATOR. 2003. Guía de viñas, bodegas & vinos de América del Sur. Argentina. Artes Gráficas Ronor. 607 p.
3. BARBAZÁN, M.; FERRAND, M.; ZAMALVIDE, J.P. 2002. Acumulación de material seca y nitrógeno en gramíneas anuales invernales usadas como cobertura vegetal en viñedos. *Agrociencia*, 5(1):10-19.
4. BAVERESCO, L. 1995. Utilisation of a non destructive chlorophyll meter to assess chlorophyll concentration in grapevine leaves. *Bulletin the I'OIV*. 68:404-413.
5. BERTONI, G.; MASSON, P. 1994. Influence d'un enherbement a base de trefle souterrain sur la production et la nutrition de la vigne sous climat méditerranéen. *Le Progrès Agricole et Viticole* 111(6):136-139.
6. BONOMELLI, C. 2003. Balance de N en una viña orgánica de Cabernet Sauvignon en tres temporadas. In Congreso Latinoamericano de viticultura y enología (9º, 2003, Santiago de Chile). 2003. Santiago de Chile. UPCC. 219 p.
7. CASSANELLO, M. 1975. Uso del diagnóstico foliar como base para evaluar el estado nutricional de la viña *Vitis vinífera*. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía Montevideo, Uruguay. 87p.
8. CHAMPAGNOL, F. 1984. *Element de physiologie de la vigne et de viticulture general*. Ubrage editée par l'auteur. B.P. 13 Pradés. Le-Lez34980. Saint-Gely-du Fesc. Francia. 351p.
9. CHANTELOT, E. NIMES, I.T.V. 2002. El empastado permanente: una técnica permitiendo crear una competencia beneficiosa. PAV.119. n°10
10. CHOUY, A.L. 1994. Fertilización de viñedos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía 79p.

11. CHRISTENSEN, P. 1984. Nutrient level comparisons of leaf petioles and blade in twenty-six grape cultivars over three years (1979 through 1981). *American Journal of Enology and Viticulture* 35 (3): 124-133
12. _____.; Bianchi, M.L.; Peacock, W.L.; Hirschfeld, D.J. 1994. Effect of nitrogen fertilizer timing and rate on inorganic nitrogen status, fruit composition and yield of grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture* 45(4):377-387
13. CONRADIE, W.J.; Saayman, D. 1989. Effects of long term nitrogen, phosphorous, and potassium fertilization on Chenin plant vines. II Leaf analysis and grape composition. *American Journal of Enology and Viticulture* 40(2):91-98
14. _____. 1990. Distribution and translocation of nitrogen absorbed during late spring by two year old grape vines grown in sand culture. *American Journal of Enology and Viticulture* 41(3):241-250.
15. COOPER, H.D.; Clarkson, D.T. 1989. Cycling of amino-nitrogen and other nutrients between shoots and roots in cereals-A possible mechanism integrating shoots and roots in the regulations of nutrient uptake. *Journal of Experimental Botany* 40(216):753-762
16. COULON, T.; PRUD'HOMME, PY. 2003. El efecto de enervar de manera permanente sobre la fisiología de la viña en los vñedos de Burdeos. *In* *Mondiaviti*, (1º, 2003, Santiago de Chile). Santiago de Chile. EdiarTE. 80p.
17. CRAVERO, M.C.; UBIGLI, M.; SERPENTINO, M. 1999. Tillage and permanent grass cover in the vineyards, the importance of the sensory analysis. *In* *Jornadas GESCO* (11º, 1998, Sicilia). 1998. Sicilia.
18. CRAWFORD, N.M. 1995. Nitrate: nutrient and signal for plant growth. *The plant cell* 7(7):859-868.
19. CRESPIY, A. 2001. L'eau et la vigne. *Revue des oenologues*. n° 100:18-20.
20. CUINIER, C.; PUISAIS, J.; GALZY, P. 1976. Influence de la culture intercalaire de ray grass sur la microflore des sols de vigne. *Vitis* 14:289-301.
21. DELAS, J. 2000. La fertilisation de la vigne. Bordeaux. Francia. Éditions Féret. 159p.
22. DÍAZ, P. 2003. Efecto de la fertilización nitrogenada agregada en otoño o primavera, sobre los parámetros productivos del cv Tannat. Tesis Maestría en Viticultura, Enología y Gestión. Montpellier, France. Ecole National

- Supérieure Agronomique. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 40p.
23. EGUREN, E.E.; ROSSI, L.I. 1987. Efecto de la fertilización nitrogenada y potásica en el viñedo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 148p.
 24. FLAMAND, D. 1996. Croissance des baies: de l'eau, pas trop, mais quand il faut!. Viti no. 210:36-38.
 25. FREGONI, M. 1980. Rapporti fra la nutrizione minerale, la produzione et qualità in viticoltura. Le carte nutrizionali. Quaderni del corso di specializzazione in viticulture e enología. 4:115-126.
 26. GLAD, C; FARINEAU, J.; REGNARD, J.L.; MOROT-GAUDRY, J.F. 1994. The relative contribution of nitrogen originating from two seasonal ¹⁵N supplies to the total nitrogen pool present in the bleeding sap and in whole *Vitis vinifera* cv Pinot Noir grapevines at bloom time. American Journal of Enology and Viticulture 45(3): 327-332.
 27. GONZÁLEZ, A.J. 1997. Manejo de suelos y fertilización nitrogenada en la viña. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 107 p.
 28. GONZALEZ-NEVES, G.; Barreiro, L.; BOCHICCHIO, R.; CURBELO, M.; GATTO, G.; GIL, G.; PERRONE, J.; TESSORE, A. 1993. Estudio de parámetros de acidez en vinos uruguayos (1990-1993). Panorama Vitivinícola (Uruguay) 1(4):21-22.
 29. _____; FERRER, M.; BURGUEÑO, J.; GIL, G.; BARREIRO, L.; BOCHICCHIO, R.; GATTO, G.; TESSORE, A.; GABARD, Z.; GARCÍA, L.; CAMUSSI, G. 1997. Efecto de distintas intensidades de poda y momentos de raleo de racimos en la composición de mostos y vinos del cv. Tannat. Investigación en Viticultura y Enología. Montevideo. Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía. 117p.
 30. _____. 1998. Caracterización analítica de vinos tintos producidos en las regiones sur, suroeste y litoral norte de Uruguay en las cosechas 1996 y 1997. Los vinos uruguayos en la opinión de expertos extranjeros. Panorama Vitivinícola. n° 5:18-24.
 31. _____.; GIL, G.; FERRER, M. 2002. Effect of different vineyard treatments on the phenolic contents in Tannat (*Vitis vinifera* L.) grapes and their respective wines. Food Science. 8(5):315-321.

32. _____.; BARREIRO, L.-; GIL, G.; FRANCO, J.; FERRER, M.; CABONNEAU, A.; MOUTOUNET, M. 2003a. Composición antocianica de uvas de las variedades Tannat, Cabernet Sauvignon y Merlot en el sur de Uruguay. *In* Congreso Latinoamericano de Viticultura y Enología (9º, 2003, Santiago de Chile). 2003. PUCC: Santiago de Chile. 219p.
33. _____.; FERRER, M.; CARBONNEAU, A.; MOUTOUNET, M. 2003b. Adaptación de la vinificación en tinto en función del potencial polifenólico de las uvas. Experiencias realizadas en la vendimia 2001. *Agrociencia*. 7(1):59-67.
34. _____.; FRANCO, J.; CHARAMELO, D.; BALADO, J.; BOCHICCHIO, R.; GATTO, G.; TESSORE, A.; CARBONNEAU, A.; MOYTOUNET, M. 2003c. Utilización de los índices de estimación del potencial fenólico de las uvas para predecir el color y la composición fenólica de los vinos tintos. *In* Congreso Latinoamericano de viticultura y enología (9º, 2003, Santiago de Chile). 2003. Santiago de Chile. UPCC. 219 p.
35. _____.; CHARAMELO, D.; BALADO, J.; BARREIRO, L.; BOCHICCHIO, R.; GATTO, G.; GIL, G.; TESSORE, A. CARBONNEAU, A.; MOUTOUNET, M. 2004a. Phenolic potencial of Tannat, Cabernet Sauvignon and Merlot grapes and their correspondance with wine composition. *Analytica Chimia Acta*. 513:191-196.
36. _____., G.; BARREIRO, L.; GIL, G.; FRANCO, J.; FERRER, M.; MOUTOUNET, M.; CARBONNEAU, A. 2004b. Anthocyanic composition of Tannat grapes from the south region of Uruguay. *Analytica Chimia Acta*. 513:197-202.
37. _____., G.; FERRER, M.; BARREIRO, L.; GIL, G.; CARBONNEAU, A.; MOUTOUNET, M. 2005 Composición de uvas tintas producidas en la región sur de Uruguay: incidencia de la variedad de uva. S/P.
38. HÉRODI, Y. 2001. Empastado. Complementar el viñedo. Estrés y carencias de la viña. *Viti*. n° 263.
39. HIRSCHFELT, D.J. 1998. Efecto de la cobertura vegetal sobre el suelo y el manejo del agua. Fertilidad del suelo y nutrición del viñedo. *Cover Cropping in Vineyards- A Grower's Handbook*. Division of Agricultura and NaturalResources. University of California.
40. JEAN BELL, S.; ROBSON, A. 1999. Effects of nitrogen fertilization on growth, canopy density, and yield of *vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon, *American Journal of Enology and Viticulture*. 50 (3):352- 358.

41. KELLER, M.; HRAZDINA, G. 1998. Interaction of nitrogen availability during bloom and light intensity during veraison. Effects on anthocyanin and phenolic development during grape ripening. *American Journal of Enology and Viticulture*. 49(3): 341:349
42. KLIEWER, W.M.; Cook, J.A. 1971. Arginine and total free amino acids as indicators of the nitrogen status of grapevines. *Journal of the American Society for Horticultural*
43. *Science* 96(5):581-587.
44. LAVIN, A. 1985. Riego por goteo sobre dos tipos de viñedos cv País, en el secano interior de Cauquenes. IV. Efectos sobre el contenido de arginina en diferentes órganos de las plantas. *Agricultura técnica (Chile)* 45(3):211-216.
45. LE GOFF-GUILLOU, I.; MARSAULT, J.; RIOU, C. 2000. Impacts de l'herbement sur le fonctionnement de la vigne, la composition des moûts, les durées de fermentation et la qualité des vins. *Progrès Agricole et Viticole*. 117(5):103-110.
46. LLORET, S.; BOIDO, E.; CARRAU, F.; DISEGNA, MENENDEZ, M.; DELLACASSA, E. 2003. Evaluación del contenido y perfil de componentes antocianicos durante la maduración de uvas Tanta con respecto a otras variedades tintas. *In Congreso Latinoamericano de viticultura y enología (9º, 2003, Santiago de Chile)*. 2003. Santiago de Chile. UPCC. 219 p.
47. LOPEZ, N.D.; NUÑEZ, J.E. 2002. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 61p
48. LOYOLA, E; PEÑA A.; LISONI, N. 2003. Efecto del vigor y grado de madurez de las bayas sobre la fracción polifenólica de los hollejos en el cv Cabernet Sauvignon. *In Congreso Latinoamericano de viticultura y enología (9º, 2003, Santiago de Chile)*. 2003. Santiago de Chile. UPCC. 219 p.
49. Mc GOURTY, G.T.; CHRISTENSEN, L.P. 1998. Sistemas de cobertura vegetal t su manejo. *Cover Cropping in Vineyards- A Grower's Handbook*. Division of Agricultura and Natural Resources. University of California.
50. MARANGONI, B.; PETERLUNGER, E. 1986. Variation du contenu de substances nutritionnelles dans les limbes, et petioles et dans les baies de vignes de la cv. Cabernet Franc pendant la saison vegetative. *In Congreso Internacional de la viña y el vino (19º, 1986, Santiago Chile)*. P285-303
51. MORLAT, R. 1987. Influence du mode d'entretien du sol sur l'alimentation en eau de la vigne en Anjou. *Conséquences agronomiques*. *Agronomie* 7 (3):183-191.

52. _____.; JAQUET, A.; ASSELIN, C. 1993. Principaux effets de l'enherbement permanent contrôle du sol, dans un essai de longue durée en anjou. Progrès Agricole et Viticole. 110(19):406-410.
53. OJEDA, H.; DELOIRE, A.; CARBONNEAU, A. 2003. Determinación y control del estado hídrico de la vid. In *Mondiaviti*, (1º, 2003, Santiago de Chile). Santiago de Chile. EdiarTE. 80p.
54. PEREZ HARVEY, J.; KUPFER, C.; CREMASCHI, F.; PSZCZOLKOWSKI, P. 1986. Effets de la fertilisation azotée et de l'ombre sur les niveaux en nitrate, arginine, nitrate reductase et la qualité du raisin et du vin de cépage Cabernet Sauvignon. In *Congreso Internacional de la Viña y el Vino* (19º, 1986, Santiago Chile) pp. 451-446
55. PONI, S.; INTRIERI, C.; SILVERSTONI, O. 1994. Interactions of leaf age, fruiting and exogenous cytokinins in Sangiovese grapevines under non-irrigated conditions. II. Chlorophyll and nitrogen content. *American Journal of Enology and Viticulture* 45(3):278-284.
56. PSZCZÓLKOWSKI, P.H.; VILDÓSOLA, E.; REQUESENS, A.M.; MAFFEI, E.; CAVA, S. 1988. Efecto del sistema de conducción y prácticas de cultivo de la vid sobre el microclima: luminosidad y temperatura. *Ciencia e investigación Agraria* 15(2):89-100.
57. PSZCZÓLKOWSKI, P.H.; GONÇALVES, C.; MIRANDA, D. 2003. Equilibrio vegetativo productivo. In *Congreso Latinoamericano de viticultura y enología* (9º, 2003, Santiago de Chile). 2003. Santiago de Chile. UPCC. 219 p.
58. REYNIER, A. 1989. *Manual de Viticultura*. Madrid. Mundi-Prensa. 382p.
59. RIBÉREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D.; DONÉCHE, B.; LONVAUD, A. 1998a. *Traité d'oenologie. Microbiologie du vin. Vinifications*. Paris, Francia. Dunod. 617 p.
60. _____.; DUBOURDIEU, D.; DONÉCHE, B.; LONVAUD, A. 1998b. *Traité d'oenologie. Chimie du vin. Stabilisation et traitements*. Paris, Francia. Dunod. 617 p.
61. ROUBELAKIS-ANGELAKIS, K.A.; KLIEWER, W.M. 1992. Nitrogen metabolism in grapevine. *Horticultural reviews* n°14:407-452.
62. RUFFNER, H.P. 1982. Metabolism of tartaric and malic acids in vitis: A review – Part A. *Vitis* 21(3):247-259.

63. RUPP, D.; TRAENKLE, L. 1995. A non destructive measurement method for chlorophyll with grapevine. *Biological Abstract*. 45(5):139-142.
64. SEGUIN, G.; VAN LEEUWEN, C.; BOISSONOT, E. 1994. L'impact du régime hydrique du sol sur la qualité. *Vitino*. 183:38-41.
65. SILVA, H.; GIL, G.; RODRIGUEZ, J. 1984. Estado nutricional de la uva de mesa. *Aconex* no. 6:34-37.
66. SILVA, E. 2003. Análisis de los resultados obtenidos con cultivos de cobertura en distintas zonas vitícolas del país. *In* *Mondiaviti*, (1º, 2003, Santiago de Chile). Santiago de Chile. Ediarte. 80p.
67. SMART, R.; ROBINSON, M. 1992. Sunlight into wine. A handbook for winegrape canopy management. 2º. Australia. *Winetitles*. 88p.
68. SOYER, J.P. 1990. Manejo de los suelos: 25 años de experiencias. *In* *Forum INRA Vitide Bordeaux* (10º, 1990, Bordeaux).
69. SPAYD, S.E.; WAMPLE, R.L.; STEVENS, R.G.; EVANS, R.G.; KAWAKAMI, A.K. 1993. Nitrogen fertilization of white Riesling Washington: Effects on petiole nutrient concentration, yield, yield components and vegetative growth. *American Journal of Enology and Viticulture* 44 (4): 378-386.
70. _____; WAMPLE, R.L.; EVANS, R.G. 1994. Nitrogen fertilization of white Riesling grapes in Washington must and wine composition. *American Journal of Enology and Viticulture*.45(1): 34-42.
71. TREGAT, O.; VAN LEEUWEN, C.; CHONÉ, X.; GAUDILLERE, J.P. 2000. Étude du régime hydrique et de la nutrition azotée de la vigne par des indicateurs physiologiques influence sur le comportement de la vigne et la maturation du raisin. *Vigne Vin* 36 (3): 133-142.
72. WILLIAMS, L.E. 1987. Growth of "Thompson Seedless" grapevines: I. Leaf area development and dry weight distribution. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 112(2):325-330.
73. WINKLER, J.A. 1974. *Viticultura*. Trad. Por Guillermo A. Fernández De Lara. México. C.E.C.S.A. 792 p.
74. ZAMALVIDE, J.P. , 1992. Fertilización de viñedos. Montevideo, Facultad de Agronomía. 13p. *Boletín de divulgación*.
75. ZAMBONI, M.; FREGONI, M. 1991. La viticultura y la acidez del mosto. *Viticultura/Enología Profesional* no. 14:29-37

8. ANEXO

ANEXO II. DATOS DE COSECHA 2004

PARCELA	BLOQUE	COBERTURA	N	N_NO3 floración	N total %	N_NO3 envero	Clorofila floración	Clorofila envero	Rend. (Kg/Ha)	Peso grano	Alcohol probable	pH	IPT	Color	EA %	Mp
1	I	Triticale	100	1797	2.170	1212	41.7	38.95	20645	1.368	10.9	3.8	41	0.203	80	48
2	I	Triticale	0	363	1.923	1096	34.6	38.4	21013	1.302	12.0	3.8	64	0.320	72	54
3	I	Triticale	50	1400	1.923	857	36.8	38.45	23907	1.469	11.4	3.7	54	0.271	77	45
4	I	F. coyote	50						20769	1.264	11.6	3.7	58	0.288	67	41
5	I	F. coyote	100						21937	1.378	11.0	4.3	43	0.214	79	47
6	I	F. coyote	0						21619	1.409	12.3	3.9	70	0.348	74	56
7	I	F. tacuabé	0	165	1.593	66	33.55	33.4	18263	1.325	13.4	3.9	84	0.419	67	60
8	I	F. tacuabé	100	2534	1.895	328	38.05	36.7	23331	1.473	11.4	3.7	53	0.265	75	46
9	I	F. tacuabé	50	1539	1.648	140	36	34.55	20407	1.343	11.8	3.8	59	0.294	75	54
10	II	Triticale	50	1737	1.676	454	38.45	37.65	22757	1.351	11.6	3.9	54	0.272	73	40
11	II	Triticale	0	224	1.950	754	34.6	38.3	21543	1.366	12.0	3.9	62	0.310	72	44
12	II	Triticale	100	1809	1.785	700	38.05	38.2	26952	1.407	10.4	3.8	38	0.192	79	43
13	II	F. coyote	100						20771	1.393	11.1	3.9	46	0.228	75	43
14	II	F. coyote	0						21543	1.337	12.7	4.2	75	0.376	72	57
15	II	F. coyote	50						23058	1.562	11.6	3.8	56	0.281	74	47
16	II	F. tacuabé	50	1797	1.730	121	36.7	37.5	21528	1.390	11.9	3.6	60	0.298	67	38
17	II	F. tacuabé	100	2070	1.813	200	37.25	37.85	23376	1.261	11.4	3.9	48	0.241	76	45
18	II	F. tacuabé	0	297	1.703	85	34.85	35.45	22528	1.450	12.9	4.0	80	0.399	73	61
19	III	F. coyote	0						22835							
20	III	F. coyote	50						26270							
21	III	F. coyote	100						25664							
22	III	F. tacuabé	0						23193							
23	III	F. tacuabé	100						24664							
24	III	F. tacuabé	50						24225							
25	III	Triticale	100						22422							
26	III	Triticale	50						22225							
27	III	Triticale	0						23554							

ANEXO III. DATOS DE COSECHA 2005

PARCELA	BLOQUE	COBERTURA	N	AÑO 2005										
				N total envero	N-NO3 envero	Rend. (Kg./Ha)	Peso grano	Alcohol probable	pH	IPT	Color (A280)	EA %	Mp	Peso poda (Kg)
1	I	Triticale	100	1,75	1661	24832	1,630	11,4	3,60	42	0,210	79	36	20,00
2	I	Triticale	0	1,57	306	25861	1,692	13,4	3,77	51	0,253	73	45	11,00
3	I	Triticale	50			24740	1,580	12,8	3,75	49	0,244	74	42	11,70
4	I	F. coyote	50			20404								11,70
5	I	F. coyote	100			20059								8,16
6	I	F. coyote	0			16294								4,40
7	I	F. tacuabé	0	1,39	82	19785	1,290	14,2	3,97	75	0,375	64	60	9,80
8	I	F. tacuabé	100	1,63	791	18427	1,230	12,8	3,82	57	0,287	70	57	10,00
9	I	F. tacuabé	50			14294	1,120	14,3	3,92	67	0,333	67	58	4,10
10	II	Triticale	50			27645	1,716	12,8	3,74	47	0,235	74	40	17,70
11	II	Triticale	0	1,63	245	24641	1,570	13,2	3,78	53	0,265	71	50	11,00
12	II	Triticale	100	1,57	619	23089	1,482	11,6	3,62	46	0,228	76	38	10,00
13	II	F. coyote	100			23233								13,30
14	II	F. coyote	0			19604								8,10
15	II	F. coyote	50			21346								8,00
16	II	F. tacuabé	50			24482	1,542	13,2	3,87	60	0,301	70	58	13,30
17	II	F. tacuabé	100	1,63	821	20968	1,291	12,4	3,80	56	0,280	70	56	10,70
18	II	F. tacuabé	0	1,45	92	19377	1,247	13,8	4,09	80	0,402	63	69	6,40
19	III	F. coyote	0			21052								10,40
20	III	F. coyote	50			21687								11,00
21	III	F. coyote	100			23248								9,40
22	III	F. tacuabé	0	1,69	112	22704	1,350	14,0	3,97	73	0,364	64	60	9,90
23	III	F. tacuabé	100	1,54	477	21763	1,319	12,0	3,78	56	0,278	71	51	9,30
24	III	F. tacuabé	50			23793	1,523	13,2	3,88	63	0,314	69	58	8,30
25	III	Triticale	100	1,63	730	27339	1,700	11,4	3,51	40	0,198	80	28	16,60
26	III	Triticale	50			28141	1,803	12,8	3,70	46	0,229	76	40	18,50
27	III	Triticale	0	1,60	85	31177	1,830	12,6	3,77	49	0,245	73	43	13,00

ANEXO IV. DATOS DE PRECIPITACIONES

