

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**MANEJO DE SUELOS Y FERTILIZACION NITROGENADA
EN LA VIÑA**

por

Álvaro José GONZALEZ PISCIOTTANO

**Tesis presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.
(Orientación Granjera:
Producción Vegetal Intensiva)**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
1997**

Tesis aprobada por:

Director: Ing. Agr. José Zamalvide

Ing. Agr. Julio Borsani

Ing. Agr. Alfredo Silva

Fecha: _____

Autor: _____

AGRADECIMIENTOS

He recibido un excelente apoyo del Director de tesis, Ing. Agr. José Zamalvide, además de su colaboración, orientación y corrección del trabajo.

Los análisis estadísticos los realizó la Ing. Agr. Mónica Barbazán, de quien recibí instrucción y ayuda en el trabajo realizado en computación y colaboración en el más diverso orden, su labor, esfuerzo y dedicación fueron de muy alto valor.

La tesis se realizó en la Cátedra de Fertilidad de Suelos, donde se preparó el texto en computadora, así como la impresión del trabajo.

El análisis foliar en cebada y vid se efectuó en el Laboratorio de Análisis de Plantas (Fertilidad de Suelos) con la orientación y colaboración de Leticia Martínez.

Los Ingenieros Agrónomos Marcelo Ferrando, Martín Bordoli y Carlos Perdomo prestaron gran interés, a las consultas efectuadas sobre las tareas a realizar en computadora.

El análisis de uva se realizó en el INAVI, bajo la dirección del Ing. Agr. Gustavo González.

En los establecimientos Bruzzone y Juanicó fuimos recibidos atentamente por los S^{res} Bruzzone y Púa de los respectivos establecimientos, durante el trabajo de campo.

La Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos nos permitió utilizar el microsimulador de lluvia y el Ing. Agr. Carlos Clérici colaboró en la toma de datos durante el trabajo.

Durante la revisión de bibliografía recibí una excelente atención de las personas que trabajan en Biblioteca (Facultad de Agronomía) así como en las consultas sobre la presentación del texto.

De los Ingenieros Agrónomos Santiago Contarín y Andrés Passadore recibí bibliografía sobre diversos temas y del Ing. Agr. Alfredo Silva el material referido a la descripción de suelos.

En la Dirección de Suelos se realizó el lavado y secado de las hojas de vid y el trabajo fue orientado por la Ing. Agr. María Rosa Jauregui.

Mi agradecimiento a todos ellos

TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
PAGINA DE APROBACION	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
 1. <u>INTRODUCCION</u>	 1
 2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	 3
2.1 El nitrógeno mineral y orgánico y la actividad biológica del suelo	3
2.1.1 <u>Balance del nitrógeno</u>	3
2.1.1.1 Aportes	3
2.1.1.2 Pérdidas	3
2.1.2 <u>Fertilización nitrogenada</u>	5
2.1.2.1 Agregado de nitrógeno al viñedo.....	5
2.1.3 <u>La materia orgánica y su efecto en las plantas</u>	6
2.1.3.1 Descripción de la materia orgánica	6
2.1.3.2 Influencia sobre el crecimiento vegetal	7
2.1.4 <u>Biología del suelo</u>	8
2.1.4.1 La actividad microbiana	8
2.1.4.2 Lombrices del suelo.....	10
2.2 Metabolismo del nitrógeno en la planta de vid	11
2.2.1 <u>Absorción</u>	11
2.2.2 <u>Reducción</u>	12
2.2.3 <u>Asimilación</u>	15
2.2.4 <u>Translocación</u>	15
2.2.5 <u>Distribución</u>	16
2.2.6 <u>Reservas y movilización</u>	17
2.3 La producción y calidad de uva y su relación con el nitrógeno	18
2.3.1 <u>Relación entre producción y calidad de uva</u>	18
2.3.2 <u>Efecto del nitrógeno en la producción y calidad de uva</u>	18
2.3.3 <u>Desórdenes fisiológicos causados por el nitrógeno</u>	20
2.4 Análisis foliar de la vid	22
2.4.1 <u>Estado fenológico del muestreo y tejidos utilizados en los análisis</u>	23
2.4.2 <u>Niveles críticos de nutrientes</u>	24
2.4.3 <u>Relación entre nutrientes</u>	24
2.5 Relación entre el agua y la planta de vid	25
2.5.1 <u>Requerimiento de agua y regulación del potencial hídrico</u>	25
2.5.2 <u>El agua del suelo y su relación con la nutrición mineral</u>	27

2.5.3 <u>La absorción de agua y su influencia en la producción y calidad de uva</u>	27
2.6 Sistema radicular de la vid	29
2.6.1 <u>Crecimiento y absorción de las raíces</u>	29
2.6.2 <u>Distribución radicular</u>	31
2.7 Anatomía, crecimiento, contenido de agua y componentes del fruto	32
2.7.1 <u>Anatomía del fruto</u>	32
2.7.2 <u>Crecimiento de la baya</u>	33
2.7.3 <u>Cambios en el contenido de agua</u>	34
2.7.4 <u>Constituyentes del fruto</u>	36
2.7.4.1 Azúcares	36
2.7.4.2 Acidez y pH	38
2.7.4.3 Potasio	40
2.7.4.4 Compuestos nitrogenados	41
2.7.4.5 Compuestos fenólicos	41
2.8 Efecto del manejo de suelos sobre sus propiedades, malezas y actividad biológica	43
2.8.1 <u>Estructura</u>	43
2.8.2 <u>Aireación</u>	44
2.8.3 <u>Temperatura</u>	45
2.8.4 <u>Infiltración</u>	46
2.8.5 <u>Erosión</u>	48
2.8.6 <u>Materia orgánica</u>	49
2.8.7 <u>Nutrientes</u>	50
2.8.8 <u>Actividad biológica</u>	51
2.8.9 <u>Agua del suelo y malezas</u>	53
2.9 Efecto del manejo de suelos sobre la vid	55
2.9.1 <u>Crecimiento radicular</u>	55
2.9.2 <u>Producción y calidad de uva</u>	57
3. MATERIALES y METODOS	58
3.1 Instalación del ensayo	58
3.1.1 <u>Viñedo A</u>	58
3.1.1.1 Ubicación	58
3.1.1.2 Características generales	58
3.1.1.3 Descripción del perfil del suelo	58
3.1.2 <u>Viñedo B</u>	60
3.1.2.1 Ubicación	60
3.1.2.2 Características generales	60
3.1.2.3 Descripción del perfil del suelo	60
3.2 Diseño Experimental	61
3.2.1 <u>Análisis estadístico</u>	62

3.3 Tratamientos del ensayo.....	62
3.3.1 <u>Descripción de los manejos</u>	62
3.3.2 <u>Fertilización</u>	63
3.4 Medidas realizadas en los viñedos.....	63
3.4.1 <u>Contenido de agua en el suelo</u>	63
3.4.2 <u>Riesgo de erosión</u>	63
3.5 Muestras y análisis foliar de cebada.....	64
3.5.1 <u>Extracción y tratamiento de las muestras</u>	64
3.5.2 <u>Análisis foliar</u>	64
3.6 Muestras y análisis foliar de la vid.....	64
3.6.1 <u>Tipo de tejido y estado fenológico del muestreo</u>	64
3.6.2 <u>Tratamiento y análisis de las muestras</u>	65
3.6.3 <u>Cosecha y análisis de uva</u>	65
4. RESULTADOS y DISCUSIÓN.....	66
4.1. Crecimiento y acumulación de nutrientes en cebada.....	66
4.1.1 <u>Producción de materia seca y nivel de nitrógeno y fósforo en cebada</u>	66
4.2 Efectos de los manejos sobre el riesgo de erosión del suelo.....	68
4.3 Efectos de los manejos de suelo y fertilización sobre la producción y calidad de uva.....	70
4.3.1 <u>Rendimiento</u>	70
4.3.2 <u>Alcohol probable</u>	74
4.3.3 <u>Acidez total y pH</u>	77
4.4 Efecto de los manejos y fertilización sobre el nivel foliar de nutrientes en la vid.....	79
4.4.1 <u>Manejo de suelos</u>	79
4.4.2 <u>Fertilización nitrogenada</u>	81
4.4.3 <u>Manejo y Fertilización</u>	82
5. <u>CONCLUSIONES</u>.....	83
6. <u>RESUMEN</u>.....	84
7. <u>BIBLIOGRAFIA</u>.....	85
8. <u>APENDICE</u>.....	108

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadros N°	Página
1. Análisis físicos y químicos del perfil (viñedo A)	59
2. Análisis físicos y químicos del perfil (viñedo B).....	61
3. Materia seca y nivel foliar de nitrógeno en cebada (viñedo A)	66
4. Materia seca y nivel foliar de nitrógeno en cebada.(viñedo B)	66
5. Sedimento erosionado en los diferentes manejos de suelo(viñedo A)	68
6. Sedimento erosionado en los diferentes manejos de suelo (viñedo B).....	68
7. Valores promedio del efecto manejo de suelos y nitrógeno sobre el rendimiento de uva (viñedo A)	70
8. Análisis de varianza, variable rendimiento. (viñedo A).....	70
9. Valores promedio del efecto manejo de suelos y nitrógeno sobre el rendimiento de uva (viñedo B).....	70
10. Análisis de varianza, variable rendimiento. (viñedo B)	70
11. Valores promedio del efecto manejo de suelos y nitrógeno sobre el grado de alcohol probable en la uva (viñedo A)	74
12. Análisis de varianza variable alcohol probable (viñedo A).....	74
13. Valores promedio del efecto manejo de suelos y nitrógeno sobre el grado de alcohol probable en la uva (viñedo B).....	74
14. Análisis de varianza, variable alcohol probable (viñedo B)	74
15. Valores promedio del efecto manejo de suelos y nitrógeno sobre la acidez total de la uva (viñedo A).....	77
16. Análisis de varianza, variable acidez total. (viñedo A)	77
17. Valores promedio del efecto manejo de suelos y nitrógeno sobre la acidez total de la uva (viñedo B).....	77
18. Análisis de varianza, variable acidez total. (viñedo B).....	77
19. Valores promedio del efecto manejo de suelos y nitrógeno sobre el pH de la uva (viñedo A).....	77
20. Análisis de varianza,variable pH. (viñedo A)	77

21. Valores promedio del efecto manejo de suelos y nitrógeno sobre el pH de la uva (viñedo B).....	77
22. Análisis de varianza, variable pH. (viñedo B).	77
23. Promedio del nivel foliar de nutrientes en los diferentes manejos de suelo (viñedo A).....	79
24. Promedio del nivel foliar de nutrientes en los diferentes manejos de suelo (Viñedo B).....	79
25. Promedio del nivel de nitrógeno total en hojas de vid de MS, en los diferentes tratamientos con nitrógeno (Viñedos A y B).....	81
26. Efecto del manejo y fertilización sobre el nivel de nitrógeno en hojas de vid.....	82

Figura N°	Página
1. Anatomía del fruto de la vid.....	32
2. Tejidos xilemáticos de la periferia del fruto de vid después del envero.....	35
3. Impacto de una gota de agua en un suelo húmedo.....	48
4. Evolución del nitrógeno foliar durante el ciclo de la cebada (viñedo A).....	67
5. Efecto de los manejos de suelo sobre el riesgo de erosión (viñedo A).....	68
6. Efecto de los manejos de suelo sobre el riesgo de erosión (viñedo B).....	69
7. Efecto de los manejos de suelo sobre el rendimiento (viñedo A).....	71
8. Efecto de los manejos de suelo sobre el rendimiento (viñedo B).....	71
9. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento (viñedo A).....	72
10. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento (viñedo B).....	72
11. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el grado de alcohol (viñedo A).....	75
12. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el grado de alcohol (viñedo B).....	75
13. Efecto del tipo de suelo sobre la relación K/Mg en la hoja de vid.....	79

1. INTRODUCCION

El manejo de suelos, tiene por objetivo controlar la competencia de malezas y conservar o mejorar las propiedades físicas y químicas, permitiendo mantener la producción en el espacio y tiempo.

Por otro lado, la aplicación de fertilizantes, complementa los aportes de nutrientes del suelo, de acuerdo con los requerimientos del árbol frutal.

En los viñedos de nuestro país, se utilizó durante algún tiempo un fertilizante compuesto, que contenía igual proporción de nitrógeno, fósforo y potasio. Posteriormente, comenzaron a aplicarse fórmulas específicas; se integró el análisis de suelo y foliar para decidir la fertilización y se generó información sobre requerimientos de la vid.

Con respecto al manejo de suelos, hasta el año 1960 en los diferentes países que cultivan la vid, éste consistió en laboreos. Con la aparición de herbicidas, las técnicas se diversificaron y evolucionaron.

En forma esquemática se puede enunciar los principales manejos utilizados en las regiones vitícolas:

- Laboreo tradicional, que consiste en trabajar el suelo con diversas herramientas.
- Aplicación de herbicidas en toda la superficie o únicamente en la fila.
- Enmalezado temporario o permanente.
- Cobertura del suelo o mulch, con polietileno, compost, paja o restos vegetales

En nuestro país, como manejo de suelos, se utilizó inicialmente, el "Manejo Tradicional". Se practicaba, comenzando en el otoño con la calzada de las cepas, durante el invierno crecían las malezas y en primavera se descalzaba, complementando las tareas con el arado kirpi, el cual permitía mayor acercamiento a la fila, en la temporada de crecimiento se eliminaban las malezas con herramientas. El descalzado, consistía en sacar la tierra que fue aporcada en el otoño y volcarla hacia la entrefila, como consecuencia de esta labor, algunas plantas podían ser extraídas del suelo. El laboreo, destruía gran cantidad de raíces, al igual que la estructura del suelo, perdiéndose porosidad, con efectos negativos en la dinámica del agua y aire.

Posteriormente a mediados del año 1970, se incorporan herbicidas al viñedo y luego de un proceso de adopción, se impone un manejo denominado "Herbicida Total", el cual consiste en aplicar herbicidas en la fila y entrefila. Se utilizan pre-emergentes, los cuales controlan malezas recién emergidas por un período de 5 a 7 meses, aplicados en el otoño o principio de primavera y luego post-emergentes durante la estación de crecimiento. Este manejo no daña las raíces y hace un buen control de malezas, pero al mantener el suelo sin protección se compacta la superficie, disminuyendo la difusión de aire e infiltración de agua y aumenta el riesgo de erosión. Consecuentemente, se observó en algunos viñedos, disminución de la producción y vigor de las plantas.

Por esta razón, se comenzó a investigar una alternativa de manejo que permita mantener el potencial productivo en el tiempo, sin las consecuencias negativas del "Manejo Tradicional" y "Herbicida Total".

La presente investigación, forma parte de los ensayos que se realizan en convenio, originariamente entre INAVI y Facultad de Agronomía y posteriormente con PRENADER, para realizar estudios en Fertilización y Manejo de Suelos en Viñedos.

El objetivo de este trabajo es evaluar diferentes manejos de suelo y dosis de nitrógeno en viña y su correlación con la nutrición mineral, producción y calidad enológica de la uva. Además, medir el riesgo de erosión en los diferentes manejos de suelo.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 El nitrógeno mineral y orgánico y la actividad biológica del suelo

2.1.1 Balance del nitrógeno

2.1.1.1 Aportes

La materia orgánica del suelo, es una fuente importante de nitrógeno para las plantas, originada a partir de restos vegetales y animales. Otros aportes de este nutriente, se producen a partir de la fijación microbiana, compuestos nitrogenados contenidos en el agua de lluvia, residuos de cosecha y fertilización (Rabuffetti 1990).

La fracción orgánica del suelo y los fertilizantes, suministran el nitrógeno necesario para cubrir los requerimientos de la vid.

El agregado de nitrógeno, se puede realizar a partir de fuentes orgánicas o químicas.

Los abonos orgánicos más utilizados provienen de las deyecciones de animales. Una vez agregados al suelo, sirven de sustrato a la actividad microbiana y en dicho proceso, se libera nitrógeno mineral. Tienen como ventaja principal, mejorar la física del suelo, pero según Zamalvide (com. pers.) podría producirse una intensa mineralización durante determinados estados fenológicos de la vid, causando desequilibrios en el crecimiento.

De acuerdo con Rasmussen et al (1991) el mayor problema de las fuentes orgánicas, es conocer la cantidad y disponibilidad, del nitrógeno suministrado.

Dentro de los fertilizantes químicos, la urea, es particularmente utilizada en los viñedos de nuestro país. Este abono, es altamente soluble en agua, por lo cual, luego de incorporarlo al suelo, el nitrógeno, puede estar rápidamente disponible para las plantas.

Con respecto a lo anterior, en un experimento, se aplicó urea (100 u N. ha^{-1}) en la superficie del suelo y se observó la hidrólisis del 86 % del fertilizante, en un período de 7 días (Mohammed et al 1984, citados por Gould et al 1986).

2.1.1.2 Pérdidas

Las plantas, compiten por el nitrógeno del suelo, con procesos bióticos y abióticos, como la inmovilización microbiana, lixiviación y erosión (Crawford 1995).

De acuerdo con Baethgen (1992) las pérdidas más importantes de nitrógeno, son causadas por: lixiviación de nitratos, desnitrificación, volatilización del amonio, remoción por la erosión y cosecha.

El lavado de nitratos, probablemente sea el proceso por el cual se pierde la mayor cantidad de este nutriente (Baethgen et al 1980).

La cantidad de nitrógeno lavado, depende de la textura del suelo (Lund et al 1974, citados por Farrell et al 1996) intensidad y volumen de las precipitaciones y momento de aplicación del fertilizante, en relación a las necesidades del cultivo (Rasmussen et al 1991).

Según Ballif (1994b) la pérdida de nitrógeno mineral, se correlaciona con la forma de mantener la superficie del suelo. El autor, estudió esta relación en Champaña, (Francia), instalando lisímetros y midió durante el período 1979-82 la lixiviación media anual de nitrógeno bajo diferentes tratamientos del suelo, observando, que las pérdidas eran de 5 kg de N. ha⁻¹ en suelo enmalezado, 55 kg de N. ha⁻¹ en la rotación anual de remolacha azucarera y trigo, 99 kg de N. ha⁻¹ en las parcelas sin cobertura y 112 kg de N. ha⁻¹ en la viña.

En otro ensayo, instalado en un viñedo de Champaña, Ballif (1995a) comparó los tratamientos: suelo sin protección, cobertura con 150 ton/ha de compost urbano, conteniendo 1,4 ton de nitrógeno orgánico y corteza fresca molida de coníferas, con un volumen de 150 m³/ha representando 0,4 ton de nitrógeno orgánico. El autor, midió la pérdida de nitrógeno mineral a 1 metro de profundidad y realizó un promedio de los años 1991 a 1994, como resultado obtuvo: 12 kg de N.ha⁻¹ en suelo desnudo, 19 kg de N.ha⁻¹ en parcelas con corteza molida y 50 kg de N.ha⁻¹ para el compost urbano.

En Francia, un viñedo fue fertilizado con 30 u de N.ha⁻¹ y el agua de lluvia aportó otras 20 unidades, sin embargo, el balance presentó un valor de -62, porque 112 u de N.ha⁻¹ se perdieron por acción del lavado (Ballif 1995b).

De acuerdo con Wang et al (1996) en suelos arenosos, durante los períodos seco-húmedo, la lixiviación de NH₄⁺ y NO₃⁻ puede ser superior al 30 % del nitrógeno total aplicado.

Ballif (1994b) estudió el origen del nitrógeno lixiviado, para ello aplicó nitrógeno marcado (N¹⁵) a cultivos de trigo, remolacha azucarera y alfalfa en el periodo 1984-87, encontrando, que la cantidad anual de nitrógeno lavado proveniente del fertilizante, representaba 0,8 a 1 % del total.

Según Jurgens-Gshwind et al (1979) citados por Ballif (1994b) el nitrato lavado tiene como origen principal la materia orgánica del suelo (humus, residuos de cosecha, etc.) y solamente el 5 a 7 % del total, proviene de los fertilizantes.

Otra forma importante de pérdida, es a través de la erosión, Lipman et al (1936) citados por Marchesi et al (1980) calcularon en EEUU, que la pérdida de nitrógeno por erosión, era igual a la cantidad extraída por los cultivos.

Según García (1994a) durante la erosión hídrica, la mayor parte del nitrógeno de los sedimentos, corresponde a la fracción orgánica, porque ésta, se encuentra asociada a las partículas finas y livianas, fáciles de transportar.

En este sentido Massey et al (1952) citados por Rabuffetti (1990) realizaron 177 mediciones de la erosión en distintas localidades y épocas en el Estado de Wisconsin, encontrando en el suelo erosionado, 2,7 veces más nitrógeno, con respecto al suelo original.

Igualmente, en un estudio realizado en Kansas, los sedimentos provenientes de la erosión, contenían 3,1 veces más nitrógeno, en relación al suelo que permaneció en el campo (Stobbe1994).

Con respecto al nitrógeno extraído por la viña, Williams (1987b) trabajando con la variedad Thompson Seedless (Sultanina) determinó una extracción anual de 80 u de N.ha⁻¹. Sin embargo, el nitrógeno contenido en la uva cosechada, era de 30 unidades por ha, siendo ésta la pérdida real, porque los órganos provenientes del despunte de pámpanos, deshojado, así como las hojas caídas en el otoño y los sarmientos de la poda, se incorporan al suelo del viñedo.

Un proceso, que no constituye estrictamente una pérdida, pero igualmente disminuye la disponibilidad de nitrógeno, es la fijación de amonio.

Los minerales arcillosos con estructura tipo 2:1 (aluminosilicatos) fijan NH₄⁺ en la intercapa en forma no intercambiable (Stehouwer et al 1991), el mecanismo, es similar a la fijación de potasio (Cox et al 1996).

Los suelos, presentan apreciables cantidades de NH₄⁺ no intercambiable (Mengel et al 1981, Baethgen et al 1986, Mengel et al 1994 citados por Cox et al 1996), especialmente los que contienen illita (Stevenson 1986, citado por Smith et al 1994).

En un suelo, donde predominaba la illita y vermiculita, se aplicó simultáneamente amonio anhidro y cloruro de potasio y se observó, que los minerales arcillosos, fijaban preferencialmente el NH₄⁺, lo cual reducía la cantidad de K⁺ fijado. Por lo tanto, este mecanismo, puede reducir la eficiencia de los fertilizantes amoniacales (Stehouwer et al 1991).

Sin embargo, el NH₄⁺ no intercambiable, puede ser liberado lentamente y el grado de extracción por las plantas, está correlacionado con la concentración de NH₄⁺ cerca de las raíces, porque este catión en la solución del suelo, puede bloquear la liberación (Smith et al 1994).

2.1.2 Fertilización nitrogenada

2.1.2.1 Agregado de nitrógeno al viñedo.

En el viñedo Bordelais (Francia), el máximo de nitrógeno recomendado aplicar a la viña, es 30 unidades por ha y por año (Delas 1993b, 1995).

Según Jacquinet, citado por Lecocq (1995) se deben agregar 40 a 50 u de N.ha⁻¹.año⁻¹ al inicio del ciclo de crecimiento, en las viñas poco vigorosas.

En nuestro país, la dosis media recomendada es de 40 a 60 u de N.ha⁻¹.año⁻¹, en viñedos con buen potencial productivo (Zamalvide 1992).

Conradie et al (1989a) experimentaron durante 11 años la aplicación de 16, 56 y 96 u de N.ha⁻¹.año⁻¹, en la variedad Chenin blanc (Vitis vinifera L) sobre un suelo franco con 1,1 % de materia orgánica y determinaron, que para un rendimiento medio de 13.000 kg/ha, es necesario agregar 40 u de N.ha⁻¹ año⁻¹, para cubrir los requerimientos de la vid.

Trabajando con la variedad Thompson Seedless en el valle de California, Williams (1987b) determinó, que era necesario agregar 84 u de N. ha⁻¹ al viñedo, para cubrir los requerimientos de las plantas durante el ciclo de crecimiento.

De acuerdo con Williams (1987b) para decidir la fertilización del viñedo, se debe tener en cuenta, las distintas pérdidas de nitrógeno del suelo; los aportes realizados por despuntes de

pámpanos, hojas caídas en otoño y la madera de la poda, porque constituyen una importante reserva y eventual fuente de nitrógeno, de acuerdo con su tasa de mineralización.

Según Conradie et al (1989b) a partir de los resultados obtenidos en varios ensayos de largo plazo, se puede concluir lo siguiente: cuando la planta de vid presenta un nivel normal de nutrientes, no es necesario agregar nitrógeno (o P y K) para lograr el óptimo de producción y calidad.

Por otro lado, la instalación y observación de numerosos ensayos de fertilización en Languedoc (Francia), pusieron en evidencia los suelos que no responden al agregado de nitrógeno (Champagnol, 1984). Según el mismo autor, la falta de respuesta de los suelos, constituyen un problema agronómico, sobre el cual, estudios de geología y química deberán aportar una solución.

2.1.3 La materia orgánica y su efecto en las plantas

2.1.3.1 Descripción de la materia orgánica

La materia orgánica del suelo, es un sistema complejo y dinámico, debido a la gran diversidad de sus constituyentes y a la evolución continua de éstos (Labrador Moreno et al 1993).

En términos generales, la naturaleza orgánica del suelo, puede separarse en dos grupos para su descripción. Según Labrador Moreno et al (1993) se distingue la fracción humificada, producto de la desintegración avanzada de restos vegetales y la "materia orgánica fresca", la cual experimenta transformaciones, por vía biológica y reacciones bioquímicas, obteniéndose macromoléculas denominadas sustancias húmicas.

La fracción denominada sustancias húmicas, está integrada por ácidos húmicos y fúlvicos y algunos otros compuestos como polisacáridos y péptidos, conocidos con el nombre de huminas. Los ácidos húmicos son solubles en una disolución alcalina o de pirofosfato, pero precipitan con pH 1 ó 2, los ácidos fúlvicos, por el contrario, permanecen en disolución cuando el extracto alcalino se acidifica y las huminas no son solubilizadas por disoluciones ácidas o álcalis (Franco Leenhuis 1989).

Según Kononova (1982) en la humificación de los restos vegetales, el proceso más importante en la formación de sustancias húmicas, es la condensación de unidades estructurales por la actividad microbiana y éstos, se forman finalmente a través de la polimerización, proceso esencialmente químico.

Estas grandes moléculas, se estabilizan, en razón del soporte mineral del suelo y el bloqueo de sus sitios activos con cationes polivalentes. Las propiedades de las materias húmicas, se deben, a la estructura polimerizada de su núcleo, cadenas laterales hidrofílicas y cargas periféricas (Duchaufour et al 1979).

De acuerdo con Senesi et al (1996) el grado de irregularidad, en la superficie expuesta de las macromoléculas húmicas, tendría un importante efecto, sobre el número, tipo y disponibilidad de sitios con actividad química y física.

En un estudio, se observó, que los ácidos fúlvicos, eran la principal fuente de carga en los suelos arcillosos y los ácidos húmicos en los arenosos (Mendonça et al 1996).

2.1.3.2 Influencia sobre el crecimiento vegetal

La materia orgánica, incide en el crecimiento vegetal, al influir sobre diferentes propiedades del suelo, estando relacionadas con la dinámica del aire, agua y nutrición mineral.

En general, la buena estructura de un suelo, está asociada a mayor contenido de macroporos, los cuales mejoran la aireación y crecimiento radicular.

La estructura (Le Bissonnais et al 1997) y agregados del suelo, son altamente afectados por la materia orgánica (Poesen et al 1996) al aumentar ésta, es mayor la estabilidad de los agregados al agua (Unger 1995).

Se ha determinado, un aumento en la retención de agua en el suelo, al aumentar el nivel de materia orgánica (Sganga et al 1984; Caballero et al 1995).

Según Bertelli et al (1959) citados por Hofstadter (1972) el mayor contenido de materia orgánica, aumenta el agua disponible en los suelos de textura gruesa, pero cuando predomina el limo y la arcilla, el efecto es poco significativo.

En un experimento, se encontró un significativo aumento, del agua disponible con un mayor nivel de materia orgánica, únicamente, cuando el suelo contenía menos de 15 % de arcilla (Jamison 1953, citado por MacRae et al 1985).

De acuerdo con Mendonça et al (1996) existe una correlación positiva, entre la capacidad de intercambio catiónico y la materia orgánica del suelo.

Según Rabuffetti (1991) los suelos con alto contenido de materia orgánica y arcilla, tienen mayor capacidad de cambio, en relación a los arenosos con bajo contenido de compuestos orgánicos.

Por otro lado Kononova (1982) luego de revisar varios trabajos, expone la participación activa de las sustancias húmicas, en los procesos fisiológicos y bioquímicos de la planta. Dosis bajas de estos compuestos en el suelo, contribuyen a elevar la intensidad respiratoria, metabolismo y crecimiento vegetal y como consecuencia un consumo más enérgico de elementos nutritivos.

Según Führ et al (1966, 1967) citados por Kononova (1982) las fracciones de ácidos húmicos con bajo peso molecular, pueden ingresar al interior de la planta y ejercer un efecto positivo y los de alto peso, se reúnen en la superficie de la raíz.

Las sustancias húmicas, son insolubles en agua, para producir formas capaces de intervenir en el metabolismo, los ácidos húmicos y fúlvicos están en la solución en forma de sales de sodio y potasio (Franco Leemhuis 1989).

Franco Leemhuis (1989) considera, que una vez en solución, los ácidos húmicos pueden tener un efecto directo y selectivo sobre el metabolismo de las plantas. Algunos efectos potenciales de las sustancias húmicas (principalmente ácidos húmicos) en los procesos metabólicos son: influencia en la permeabilidad de la membrana celular y en las proteínas transportadoras de iones, resultando una más rápida y selectiva entrada de nutrientes a la raíz, activan la respiración y el ciclo de Krebs, incrementando la producción de ATP, aumentan el contenido clorofiliano y la fotosíntesis, favoreciendo la formación de ATP, aminoácidos, carbohidratos y proteínas.

2.1.4 Biología del suelo

2.1.4.1 La actividad microbiana

El suelo, contiene principalmente 5 grupos de microorganismos: bacterias, actinomicetes, hongos, algas y protozoarios (Alexander 1981).

Por lo general las bacterias son el grupo más abundante, sin embargo, debido al pequeño tamaño de las células bacterianas (en relación a los otros grupos con células mayores o filamentos largos), representan menos de la mitad de la masa microbiana total (Alexander 1981).

Los microorganismos, utilizan como sustrato alimenticio, especialmente restos vegetales y materia orgánica estabilizada. Durante éste proceso, liberan diferentes compuestos orgánicos y minerales, pudiendo estar disponibles para las plantas, pero según García et al (1992) el aumento de la población microbiana y la consecuente inmovilización, puede reducir la disponibilidad de nutrientes en el cultivo.

Se ha observado en algunos microorganismos, la síntesis de polímeros extracelulares, particularmente polisacáridos, los cuales tienen acción aglutinante en las partículas del suelo (Lynch 1984), estos carbohidratos, son considerados de especial importancia en la formación (Oades 1984) y estabilidad de los agregados (Piccolo et al 1990).

El desarrollo de hongos y actinomicetes, causan unión mecánica de las partículas a partir del micelio (Baver et al 1991). A través de observaciones con microscopio electrónico, se determinó, que la arcilla se adhiere a la pared de las hifas fúngicas (Campbell 1983, citado por Lynch et al 1985), posteriormente, las bacterias degradan estos filamentos y los productos del metabolismo microbiano, son utilizados en la formación de agregados (Baver et al 1991).

Según Alexander (1981) al comenzar la descomposición de restos vegetales, los actinomicetes, se desarrollan más lentamente en relación a hongos y bacterias, llegando a predominar, cuando los nutrientes son limitantes y la población de competidores más efectivos disminuye.

Las bacterias, al degradar un sustrato, podrían necesitar otros nutrientes, pero no son capaces de transportarlos, de la matriz del suelo al lugar de alimentación. En cambio los hongos, debido a su crecimiento filamentosos, exploran mayor volumen; parte de su micelio puede estar en contacto con alta cantidad de nutrientes y trasladarlos hacia hifas, donde éstos se encuentran en menor concentración (Sims 1990).

La actividad de otros organismos, ha sido demostrada por Elliott et al (1984) los investigadores observaron, la coincidencia entre una alta población de protozoarios y el aumento de nitrógeno mineral en el suelo, lo cual indica, la importancia de estos microorganismos durante la mineralización, bajo ciertas condiciones de campo.

En general los microorganismos, utilizan como fuente de energía el carbono presente en el suelo, pero de acuerdo con Alexander (1981) la mayoría de las algas, al ser autótrofos incorporan carbono orgánico, aunque no hay evaluaciones sobre la magnitud de esta adición.

La velocidad, a la cual un sustrato orgánico es oxidado por los microorganismos, depende de su composición química y condiciones físico-químicas del medio ambiente (Alexander 1981).

En un experimento, se estudió la degradación de residuos de trigo, centeno, avena y trébol rojo, colocados en la superficie del suelo y durante los primeros 16 días, se observó (particularmente en los cereales) una mayor inmovilización de N y liberación de CO_2 en la mezcla de hojas y tallos, en relación a los órganos aislados, encontrando una fuerte interacción entre estas partes de la planta, durante el primer estado de descomposición (Quemada et al 1995a).

En otro trabajo, se observó una mejor predicción de la mineralización, al evaluar hojas y tallos de cereales (trigo, centeno, avena) en forma independiente, debido a la existencia de interacción (Quemada et al 1995b).

Las gramíneas, presentan mayor producción de materia seca, con una alta relación C/N, (en relación a las leguminosas), por lo cual, experimentan menor tasa de mineralización (Díaz et al 1980) y las raíces se degradan lentamente, debido al bajo contenido de proteínas y alto de lignina (Kononova 1982).

Cuando la relación C/N es superior a 30, hay retención de nitrógeno mineral por la biomasa microbiana para formar su protoplasma (Morón 1994) y si la relación es menor de 15, el nitrógeno es mineralizado (Rabuffetti 1990).

Por otro lado, estudiando la degradación biológica de restos vegetales y su persistencia en el suelo, en un experimento de laboratorio, se incubó paja de trigo (con ^{14}C en su estructura) durante 2 años, encontrando un 37 % del ^{14}C en la materia orgánica del suelo y fue similar la cantidad de carbono en ácidos húmicos y fúlvicos, pero considerablemente bajo en la fracción huminas (Sikora et al 1996).

En otro estudio, la mayoría del ^{14}C contenido en los polisacáridos y proteínas de la paja de trigo se encontró en los ácidos fúlvicos y el 34-54 % de la lignina en los ácidos húmicos (Stott et al 1983).

Un experimento de campo, determinó la máxima incorporación de ^{14}C de los aminoácidos, en la fracción ácidos húmicos (Kuzyakov 1997).

Según Kuzyakov (1997) para describir la renovación del humus, puede ser más importante, una pequeña concentración de ciertos compuestos (como los aminoácidos) en la solución, que una alta concentración de celulosa y lignina en el suelo.

La actividad microbiana y la descomposición de restos orgánicos, es controlada por la disponibilidad de sustrato, temperatura y potencial hídrico (Stott et al 1986, citados por Schomberg et al 1994).

La temperatura del suelo, es probablemente el principal factor que incide sobre la velocidad de oxidación de compuestos orgánicos y cuando ésta se encuentra entre 30 y 35 °C, puede alcanzarse la máxima tasa de descomposición (Alexander 1981).

La temperatura también incide, sobre los microorganismos que actúan específicamente en la secuencia de procesos, posteriores a la mineralización. Grundmann et al (1995) en un experimento de laboratorio, estudiaron la transformación de amonio en nitrato (concentración de NH_4^+ no limitante), observando una tasa máxima de nitrificación de 0,276 mg N- NO_3^- $\cdot$ kg $^{-1}$ $\cdot$ h $^{-1}$ en el horizonte A (0 - 20 cm) y de 0,085 mg N- NO_3^- $\cdot$ kg $^{-1}$ $\cdot$ h $^{-1}$ en el horizonte B (20 - 40 cm), la temperatura óptima fue de 25,5 °C en el horizonte superior y de 20 °C en la capa inferior. Esto

indica, una adaptación fisiológica de los organismos o cambios en la estructura poblacional, con la profundidad del suelo.

De acuerdo con Van Cleemput et al (1985) la actividad microbiana es más intensa, al aumentar el agua del suelo, dentro de un determinado rango.

En un estudio, se observó, la mayor tasa de mineralización del nitrógeno orgánico, con un potencial hídrico entre -0,1 bars y -0,33 bars, aunque también fue importante, con un potencial menor a -15 bars (Stanford et al 1974 citados por Baethgen et al 1980).

2.1.4.2 Lombrices del suelo

Los principales representantes de la fauna del suelo, son los artrópodos, gasterópodos y anélidos.

Muchos de éstos organismos, se alimentan de materia orgánica, complementando la actividad microbiana en la descomposición de compuestos orgánicos.

Dentro de estos grupos, las lombrices, son de considerable importancia agronómica, como resultado de su actividad, se observa mejor aireación, drenaje y estructura del suelo (Alexander 1981).

De acuerdo con Phillips et al (1976) citado por Crovetto (1988) las lombrices, aumentan la porosidad, estructura, eleva los niveles nutritivos y estimulan la microbiología del suelo, principalmente en los canales que dejan a su paso.

Sin embargo, también se menciona una mayor compactación del suelo, por acción de las lombrices (Kay 1990).

En una región tropical, se inocularon lombrices (*Pontoscolex corethrurus*) a un suelo y como resultado de su actividad, se observó, un aumento de la densidad aparente y disminución de la porosidad total (Alegre et al 1996).

Según Kononova (1982) después de las investigaciones de Charles Darwin, se conoció la importante actividad de las lombrices, en la transformación de los compuestos orgánicos.

Darwin (1881) citado por Baver et al (1991) en su estudio sobre los hábitos y actividad de las lombrices de tierra (en 4 suelos diferentes), calculó una producción anual de cilindros desechados de 16,8 a 40,6 ton.ha⁻¹.

El nitrógeno mineralizado durante la actividad de las lombrices, es aproximadamente 100 kg de N.ha⁻¹ (Edwards et al 1977, citados por Prasad et al 1991).

De acuerdo con Syers et al (1984) la liberación anual de nitrógeno, a partir de tejidos muertos y excreciones de las lombrices, se ha estimado en 18 a 92 kg.ha⁻¹, dependiendo del volumen y actividad de la población.

2.2 Metabolismo del nitrógeno en la planta de vid

2.2.1 Absorción

La vid absorbe nitrógeno, principalmente bajo forma de nitrato (Christensen 1984).

El mecanismo de absorción de nitrato (NO_3^-), tiene la particularidad de elevar el pH del medio por liberación de OH^- y HCO_3^- , favoreciendo la entrada de cationes a la raíz. En cambio la absorción de amonio (NH_4^+), requiere la excreción de H^+ , acidificando el suelo y estimulando la entrada de fósforo al vegetal, al predominar bajo la forma de H_2PO_4^- (Gil 1993).

Para absorber NO_3^- , las plantas necesitan energía (Gil 1993). Estudios realizados en plantas anuales, indican, que la absorción de 1 mol de NO_3^- , genera un gasto de 1 a 2 moles de ATP (Imsande et al 1994).

La energía que pone en funcionamiento la absorción de NO_3^- y le permite atravesar la membrana protoplasmática, proviene de un gradiente de protones mantenidos por la H^+ -ATPasa. Los protones son sacados de la célula, por acción de la H^+ -ATPasa, creándose un gradiente de potencial eléctrico (o potencial de membrana, normalmente comprendido entre -100 mV y -250 mV). Al parecer, el NO_3^- ingresa a la célula radicular, por un sistema de cotransportadores (captan electrones y protones) y entran dos o más protones, por cada molécula de NO_3^- (Crawford 1995).

Los resultados de un experimento, indicarían, que la vid puede absorber NH_4^+ (Galzy et al 1990) el mecanismo de absorción, probablemente comparta un sistema común con el K^+ (Epstein 1972, citado por Roubelakis-Angelakis et al 1992).

No estaría claro, si la absorción de K^+ , está unido directamente a la H^+ -ATPasa de la membrana celular, o representa un movimiento pasivo, en respuesta al gradiente creado. Frecuentemente aparece como un equilibrio electroquímico, indicando flujo pasivo, pero también ha sido propuesto, el modelo basado en el intercambio ATPasa H^+/K^+ (Clarkson et al 1980).

Estudios recientes, confirmarían la existencia de dos mecanismos en la membrana protoplasmática. Un sistema de absorción activo, con alta afinidad por el K^+ operando con una baja concentración externa (micromolar) unido al transporte de H^+ y otro sistema pasivo de baja afinidad, activado por una alta concentración externa de K^+ (rango milimolar) siguiendo un gradiente electroquímico (Maathuis et al 1996).

Por otra parte, varios estudios han encontrado un efecto negativo del NH_4^+ , sobre la absorción de NO_3^- (Lee et al 1989; Macklon et al 1990; Jackson et al 1995).

En un experimento realizado con cebada, Lee et al (1989) observaron, que la inhibición en la absorción de NO_3^- , aumentaba, con el logaritmo de la concentración externa de NH_4^+ (entre 0,005 y 5 mol.m^{-3}).

Plantas de cebada, expuestas a una solución de NH_4^+ (y ácido glutámico) presentaron un retraso de varias horas en la absorción de NO_3^- , con relación al control (Henriksen et al 1993).

El efecto del NH_4^+ , probablemente sea causado por acumulación de aminoácidos (Gil 1993).

De acuerdo con Imsande et al (1994) los aminoácidos y péptidos, circulando por el floema de las plantas, pueden controlar la tasa de absorción de NO_3^- por vía radicular.

El nivel de aminoácidos, funciona como regulador intermediario, coordinando el nitrógeno demandado por los brotes y la absorción de NO_3^- (Cooper et al 1989).

Experimentos realizados con algunas plantas, demuestran, que la arginina, alanina, asparagina y glutamina, inhiben fuertemente la absorción de nitrato, el ácido glutámico, ácido aspártico y metionina poseen una débil inhibición y la histidina, isoleucina, serina, valina, fenilalanina y leucina, no tienen efecto o estimulan ligeramente la absorción (Muller et al 1992, citados por Imsande et al 1994).

En plantas de soja, el aumento en la concentración de asparagina en la raíz, se correlaciona altamente (0,99) con la menor absorción de NO_3^- (Ruffy Junior et al 1993).

En plantas mutantes de cebada, presentando deficiencias en la enzima nitrato reductasa, se observó, acumulación de NO_3^- en las células de la raíz y consecuentemente se producía la inhibición en el sistema de transporte de este ion (King et al 1993).

En diferentes cultivares de vid, se determinó, niveles altos, medios y bajos de NO_3^- en peciolo de hojas, indicando, diferencias genéticas en el metabolismo de nitrógeno, lo cual puede afectar la eficiencia de absorción (Christensen 1984).

Otros investigadores mencionan, que el NH_4^+ , puede causar depolarización de la membrana celular, lo cual afecta la entrada de NO_3^- a la planta (Ayling 1993; citado por Jackson et al 1995).

En cebada, la depolarización de la membrana por el NH_4^+ , es el principal mecanismo de inhibición en la absorción de NO_3^- (Lee et al 1989).

Por otro lado, Hecht et al (1990) consideran a la acumulación de NO_3^- y NH_4^+ , como fenómenos independientes. Mientras la tasa de absorción de NO_3^- , está fuertemente estimulada por la luz (operando a través del fitocromo) el NH_4^+ , no es afectado por la iluminación en experimentos de corta duración (24 horas) y solo débilmente, en períodos más largos.

El efecto de la luz, puede estar relacionado con el suministro de energía a partir de los fotosintatos (Barker et al 1980) y al requerimiento de carbohidratos para la asimilación, limitando de esta forma, el NH_4^+ acumulado en la raíz (Henriksen et al 1993).

Según Delhon et al (1995a) la oscuridad, está asociada con una marcada modificación en la partición de NO_3^- y aminoácidos en la planta, a favor del almacenamiento en la raíz.

La insuficiente transpiración durante el período de oscuridad, puede ser responsable de la acumulación de NO_3^- y asparagina, lo cual fue observado en raíces de soja (Delhon et al 1995b).

2.2.2 Reducción

En el citoplasma celular, el nitrato es reducido por acción de la nitrato reductasa (NR), el nitrito resultante entra al cloroplasto (o plastidio en la raíz) y la enzima nitrito reductasa (NiR) cataliza su reducción en amonio (Lillo 1994; Crawford 1995).

En la vid, la reducción de NO_3^- , se produce esencialmente en las hojas. Durante el proceso, se libera un ion OH^- y la síntesis de un ácido orgánico (particularmente málico) suministra un protón (forma H_2O con el OH^-) y un anión, como el citoplasma no tolera una alta concentración de ácidos libres, un sistema de transportadores específicos los deposita en la vacuola, de esta forma, el balance iónico y equilibrio ácido-base se mantiene (Champagnol 1986b).

La reducción de NO_3^- a NH_4^+ requiere de 8 electrones (Pelsy et al 1992; Kaiser et al 1994b).

El pasaje de NO_3^- a NO_2^- por acción de la NR, requiere de 2 e^- y la NiR cataliza la reducción de NO_2^- a NH_4^+ , utilizando 6 e^- para el proceso (Solomonson et al 1990).

En las células sin clorofila, los electrones derivan de los carbohidratos oxidados, en los tejidos clorofilianos, 2 e^- tienen igual origen que los anteriores y 6 e^- provienen de la ferredoxina (Roubelakis - Angelakis et al 1992).

De acuerdo con Solomonson et al (1990) la actividad de la enzima nitrato reductasa, está regulada especialmente, por la disponibilidad de nitratos y la luz.

Según Gowri et al (1992), Long (1992), citados por Li et al (1993) aunque varios factores regulan la NR, la primera señal parece provenir del NO_3^- , estimulando la expresión del gen NR.

En hojas de vid in vivo, se observó, que la actividad óptima de la NR necesitaba una concentración de 0,1 a 0,2 M de NO_3^- y cuando llegaba a 0,4 M, la función enzimática era inhibida (Pérez et al 1978).

Si bien la enzima, puede ser inducida por NO_3^- en oscuridad, el nivel de actividad generalmente es bajo, comparado con la inducción por la luz (Huber et al 1994).

Al disminuir la intensidad de luz, decrece la reducción de NO_3^- y aumenta su acumulación (Quilleré et al 1994).

En hojas de espinaca, la NR es rápidamente inactivada en la oscuridad y reactivada por la luz (Kaiser et al 1993, 1994a).

En un experimento se colocaron hojas de arveja durante 1 hora en oscuridad, siendo la actividad de la NR un 25 % menor, en relación al control iluminado (Glaab et al 1993).

En extractos crudos de plantas mantenidas en alternancia luz/oscuridad, se observó (al parecer) la existencia de dos formas de la enzima NR, la "forma luminosa" presentó un pH óptimo de 7,8 y no era inhibida por Mg^{+2} o Ca^{+2} , en cambio el pH óptimo de la "forma oscura" era de 7,5 siendo inhibida por los cationes mencionados (Lillo 1994).

La concentración de Ca^{+2} es baja en las células vegetales, en relación al Mg^{+2} , por lo tanto, este último catión, probablemente sea el más importante inhibidor de la enzima (Lillo 1993).

Estudios in vitro realizados en espinaca, demuestran, que al colocar hojas durante 1 hora en oscuridad, la presencia de Mg^{+2} , inhibe fuertemente la actividad de la nitrato reductasa (Kaiser et al 1994a).

La regulación luz/oscuridad, afecta la sensibilidad de la enzima a ser inhibida por Mg^{+2} (Kaiser et al 1994b).

En hojas de maíz iluminadas durante 1 hora, se observó, que la NR no era inhibida por Mg^{+2} , pero en ausencia de luz, la enzima se volvía sensible a este catión (Huber et al 1994).

El fitocromo (Pfr) parece ser el intermediario, en la regulación de la nitrato reductasa a través de la luz (Rajasekhar et al 1987, Hoff et al 1992, citados por Sharma et al 1994).

En hojas etioladas, la luz percibida por el sistema de fitocromos, estimula la actividad de la NR (Lillo 1994). Sin embargo, en los tejidos verdes, el fitocromo tendría poca importancia en la respuesta a la luz (Thompson et al 1991).

En hojas verdes, el efecto de la luz, es causado por activación de la fotosíntesis y la inducción enzimática, es probablemente regulada por los productos originados de la fijación de CO_2 (Lillo 1994).

De acuerdo con Crawford et al (1992) citado por Glaab et al (1993) la glucosa y sacarosa, pueden reemplazar la luz y aumentar la actividad de la nitrato reductasa.

Algunos estudios fisiológicos, demuestran la existencia de una relación metabólica entre fotosíntesis y reducción de NO_3^- (Barker 1989; Pelsy et al 1992). En hojas de vid, se ha observado la competencia por el NADPH₂, entre la reducción de NO_3^- y asimilación de CO_2 (Carbonneau et al 1986).

Según Kaiser et al (1994b) la actividad de la NR es influida por la fotosíntesis y disponibilidad de carbohidratos, éstos aumentan la reducción de NO_3^- , especialmente en las hojas de los vegetales.

Inicialmente, se consideró la regulación de la NR a través de su síntesis y degradación (Hufton et al 1996). Sin embargo, varios autores han encontrado, que puede ser regulada por fosforilación / desfosforilación reversible de la enzima, en hojas y raíces de plantas (Glaab et al 1993; Kaiser et al 1993, 1994b).

La NR, puede ser inactivada con la fosforilación (Kaiser et al 1993) y se supone que esto ocurre in vivo en respuesta a la oscuridad (Lillo, 1994) en cambio, es reactivada por desfosforilación (Kaiser et al 1993).

La desfosforilación es inhibida por Mg^{+2} (y otros cationes) y activada con 5' AMP y Pi (Kaiser et al 1994a).

Al agregar ATP a extractos crudos de hojas y raíces conteniendo la enzima activa y Mg^{+2} , se produce la inhibición de su actividad en pocos minutos, sin embargo, luego de adicionar una alta concentración de 5' AMP, la NR es reactivada (Kaiser et al 1994b).

La regulación fosforilación / desfosforilación, permite un rápido ajuste en la tasa de reducción de NO_3^- , al fluctuar la disponibilidad de CO_2 (Glaab et al 1993; Kaiser et al 1994b) evitando la acumulación de productos potencialmente tóxicos como el NO_2^- y NH_4^+ , cuando es baja la disponibilidad de CO_2 (Glaab et al 1993).

2.2.3 Asimilación

Una vez reducido el NO_3^- a NH_4^+ , es asimilado por el glutamato para formar glutamina, por acción de glutamin sintetasa (Crawford 1995).

Un experimento in vitro realizado con el cv Chenin blanc, determinó, una mayor actividad de glutamin sintetasa (GS) en los tejidos de la hoja, en relación a la raíz y estaba regulada especialmente, por la concentración de glutamato (Roubelakis-Angelakis et al 1983b).

Si bien el sistema glutamin sintetasa / glutamato sintasa, es la principal vía de asimilación de NH_4^+ (Teller et al 1994) cuando aumenta la concentración de NH_4^+ , la glutamato deshidrogenasa (GDH) se vuelve importante en su asimilación y desintoxicación (Haynes 1986, citado por Barker 1989).

En extractos de tejido foliar y radicular del cv Chenin blanc, se observó, que la actividad de GDH era absolutamente dependiente del NH_4^+ y α -cetoglutarato (Roubelakis-Angelakis et al 1983a).

En otro estudio, la enzima GDH fue aislada de raíces, brotes y hojas de vid (in vitro) y la magnitud de activación, estuvo relacionada con la concentración de NADH y Ca^{+2} (Loulakakis et al 1990).

En hojas y bayas del cv Merlot, se observó mayor actividad de la GS, en relación a GDH y la asimilación de nitrógeno catalizado por GS, presentó una tasa similar en ambos órganos (Ghisi et al 1984).

2.2.4 Translocación

Considerando el nitrógeno total, es pequeño el transporte bajo la forma mineral, porque la mayoría del NO_3^- es reducido a NH_4^+ , siendo luego incorporado a compuestos orgánicos (Roubelakis-Angelakis et al 1992).

Sin embargo, de acuerdo con Pérez et al (1982) citados por Marangoni et al (1986) 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.

En Vitis rotundifolia, se determinó, que los cambios en la composición del xilema estaban en función de la temperatura, al pasar de 4-8 °C a 22-28 °C, disminuía la concentración de NH_4^+ y aumentaban los aminoácidos, especialmente la glutamina (Andersen et al 1989).

En la savia del xilema de Vitis vinífera se encontró, que la mayor proporción de compuestos orgánicos, eran los aminoácidos y amidas, y dentro de éstos, el mayor nivel correspondía a la glutamina (Glad et al 1992).

De acuerdo con Reinhold et al (1984) los aminoácidos se mueven a través de las células, en contra de un gradiente de potencial eléctrico.

En un estudio, se colocaron protoplastos de hojas frescas de vid durante 24 horas a la oscuridad y se observó, una reducción del 70 % en la tasa de absorción de arginina, en relación al ciclo de 1 hora luz/oscuridad (Theodoropoulos et al 1989). Este efecto de la luz, ha sido observado en muchas especies de plantas y estaría relacionado con la bomba de protones (Reinhold et al 1984).

En el anterior experimento, se determinó un aumento en la tasa de absorción de arginina hasta un pH de 5,5 y con valores mayores, disminuía la tasa de acumulación. La asociación entre absorción y pH de la solución externa, puede indicar que la fuerza de los protones, es la principal fuente de energía para el transporte de arginina, a través de la membrana celular en los protoplastos de vid (Theodoropoulos et al 1989).

Sin embargo, Reinhold et al (1984) consideran, que la dependencia del pH en la tasa de absorción de aminoácidos, no señala especialmente la relación con la energía, más bien se debería, al requerimiento de protonización de los componentes, en el sistema de transporte.

2.2.5 Distribución

La concentración de nitrógeno en las estructuras permanentes de la vid, desciende desde brotación a cosecha, luego aumenta hasta la entrada en dormancia y decrece nuevamente una vez iniciado el crecimiento vegetativo (Conradie 1990).

Si bien la concentración de nitrógeno en pámpanos, hojas y racimos, disminuye al avanzar la estación, el contenido del nutriente, aumenta en el mismo período (Christensen 1984; Williams 1987b).

En la raíz, la concentración de nitrógeno, experimenta un incremento al inicio de temporada y luego comienza a disminuir, en cambio, el contenido de nitrógeno, en principio permanece constante y después aumenta durante el período de crecimiento (Araujo et al 1988).

En la variedad Thompson Seedless (Araujo et al 1988) y Chenin blanc (Conradie 1990) se observó, una relación lineal entre la materia seca y el contenido de nitrógeno en la planta, durante el ciclo anual de crecimiento.

La relación lineal entre el peso seco de las hojas y el contenido de nitrógeno observado por Araujo et al (1988) sugiere, que éstos pueden ser los órganos responsables en determinar el aumento de nitrógeno en la planta de vid.

La disminución en la concentración de nitrógeno en las hojas, se debería a un efecto de dilución, porque durante éste período, aumenta el peso seco de las hojas por unidad de área foliar (Williams 1987b).

La variación en el nitrógeno durante el ciclo de crecimiento, explica los resultados obtenidos por Poni et al (1994b) los investigadores encontraron, que la capacidad fotosintética en las hojas jóvenes de vid, no podía ser estimada a partir de su contenido en nitrógeno por unidad de peso seco, porque la alta concentración foliar se correlacionaba con una baja fotosíntesis neta, ésta aumentaba, hasta alcanzar un máximo cuando la hoja tenía 50 días de edad. No obstante,

encontraron una correlación positiva entre la fotosíntesis neta y el porcentaje de nitrógeno en las hojas, cuando éstas culminaban su expansión.

2.2.6 Reservas y movilización

Según Titus et al (1982) durante el otoño, en las hojas del manzano, se produce una intensa proteólisis, movilizándose el nitrógeno hacia los tejidos de almacenamiento.

A partir de un experimento, Poni et al (1994b) determinaron 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 las estructuras permanentes.

En un estudio realizado con la variedad Thompson Seedless, se observó, que el contenido de nitrógeno en los sarmientos provenientes de la poda, más el de la brotación de primavera, era equivalente a la cantidad de nitrógeno foliar durante el otoño ($22 \text{ u de N.ha}^{-1}$), explicado por la movilización de este nutriente, antes de caer las hojas (Williams 1987b).

De acuerdo con Nassar et al (1966), Kliever (1967) citado por Lavin (1985c) las reservas de nitrógeno en la vid, se encuentra en los tejidos leñosos y principalmente bajo forma de arginina.

La arginina sería el compuesto más eficiente de almacenamiento, debido a su estructura molecular, ya que contiene 4 átomos de nitrógeno con 6 carbonos (Titus et al 1982).

Sin embargo, Conradie (1990) determinó, que las reservas en la variedad Chenin blanc, se encontraban principalmente bajo forma insoluble (proteínas) y el nitrógeno soluble (aminoácidos) tendría menor importancia. No obstante, el autor considera necesario realizar estudios más profundos, para alcanzar una idea concluyente.

Aunque las reservas del árbol frutal, están constituidas especialmente por carbohidratos (Tromp 1983) el nitrógeno almacenado, es particularmente importante en el crecimiento de primavera (Miller 1983; Millard et al 1989).

La arginina, es utilizada rápidamente al comenzar el crecimiento vegetativo de la vid, siendo movilizada primero de los sarmientos, luego del tronco y por último de las raíces (Kliever et al 1971).

Si bien la madera permanente, suministra el nitrógeno necesario para el crecimiento de los brotes, la raíz tiene gran importancia en los posteriores estados fenológicos, particularmente en floración (Conradie 1990).

En un experimento, realizado con la variedad Thompson Seedless, el sistema radicular no fue importante en el suministro de nitrógeno, en cambio, las estructuras permanentes, aportaron entre el 14 y 26 % del nitrógeno requerido para el crecimiento de los brotes (Araujo et al 1988).

Según Glad et al (1994) la mayor disponibilidad de nitrógeno en el suelo, limita la movilización de las reservas, especialmente las acumuladas en otoño.

En plantas de Pinot noir creciendo en macetas, se observó, que el 62 % del nitrógeno asimilado en otoño, era traslocado en el siguiente crecimiento anual hasta el momento de

floración, el 38 % permaneció almacenado en las estructuras permanentes, especialmente en la raíz. Del nitrógeno absorbido en primavera, el 17 % se estabilizó en las partes leñosas y el 83 % fue distribuido en los órganos verdes de la planta. Durante el estado de plena flor, casi la totalidad del nitrógeno presente en la savia del xilema, se originó en la absorción de primavera y un porcentaje muy bajo provenía del otoño (Glad et al 1994).

En un estudio realizado con plantas jóvenes de vid, Conradie (1990) determinó una renovación anual de nitrógeno del 80 %, el autor lo atribuye al manejo del cultivo, el nuevo crecimiento es removido anualmente con la cosecha, hojas caídas y particularmente con la poda.

2.3 La producción y calidad de uva y su relación con el nitrógeno

2.3.1 Relación entre producción y calidad de uva

Según Loinger et al (1971) citados por Pszczolkowski et al (1988) los vinos de calidad media y la mayor parte de los vinos finos, proceden de viñedos cuyos rendimientos están comprendidos entre 8000 y 16000 kg/ha, debido a una relación favorable entre superficie foliar y producción por planta.

Sin embargo, el rendimiento moderado, no es suficiente para obtener buena calidad, por ejemplo, un desbalance en la nutrición mineral de la vid, determinaría la producción de vinos desequilibrados (Follet citado por Boulay 1985).

Como regla general, 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 (Carbonneau 1992).

Según Champagnol (1978) en las uvas blancas y tintas, los parámetros de calidad evolucionan con el azúcar, los compuestos fenólicos pueden aumentar de 1 a 4 cuando el contenido de sólidos solubles pasan de 1 a 1,5. Este cambio, puede ser poco destacable en el vino blanco, pero es muy importante en los vinos tintos.

Otro aspecto químico de gran importancia, es la acidez, se considera un parámetro fundamental para evaluar la calidad de uva, incluso en función de su destino enológico (Zamboni et al 1991).

Sotomayor et al (1984) estudiaron la relación entre rendimiento y calidad de uva y al analizar el vino de diferentes parcelas experimentales, observaron, la disminución en el alcohol, polifenoles e intensidad del color al aumentar la producción, en cambio era mayor la acidez fija.

2.3.2 Efecto del nitrógeno en la producción y calidad de uva

Cuando la fertilización, determina un nivel elevado de nitrógeno, se ve estimulado el vigor excesivo en la vid (Champagnol 1984), el mayor crecimiento vegetativo, puede modificar el microclima luminoso, afectando la calidad de la uva y el vino (Pszczolkowski et al 1988).

Los efectos consisten principalmente, en disminuir el nivel de azúcar en la uva y retardar la maduración. Los carbohidratos sintetizados por las hojas, son traslocados hacia los brotes, determinando un menor aporte al fruto (Winkler 1974). El retraso en la cosecha puede disminuir el pH del mosto (Champagnol 1986b).

Según Delas (1995) los aportes de nitrógeno, se correlacionan en forma negativa con la calidad de cosecha.

En un estudio, se evaluó el efecto del nitrógeno sobre la calidad de la uva Merlot, comparando la aplicación de 110 u de $N \cdot ha^{-1}$ con un testigo y se observó, mayor vigor en las plantas y bajo rendimiento (causado por corrimiento) en las parcelas fertilizadas. A su vez, el mosto tenía menor concentración de azúcar y mayor acidez, aunque las diferencias con el testigo fueron pequeñas (Delas 1993b).

En parcelas de un viñedo del cultivar Riesling, con los tratamientos 0, 56 y 112 u de $N \cdot ha^{-1}$, se determinó un incremento de la producción, al aumentar el fertilizante aplicado. La respuesta, se debía al bajo suministro de nitrógeno (5 mg de $N \cdot kg^{-1}$ de suelo entre 0 y 120 cm de profundidad) por parte del suelo (Spayd et al 1993).

Porro et al (1993) citado por Tardaguila et al (1993) estudiaron durante 3 años en un viñedo Chardonnay, la influencia de la fertilización con nitrógeno sobre la producción y calidad de la uva. Encontrando que este nutriente, incrementó el vigor y la producción, pero no modificó sustancialmente el contenido de azúcar del mosto.

Christensen et al (1994) observaron un buen nivel de nitrógeno total en plantas de vid y las dosis 0, 56 y 112 u de $N \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$, no afectaron significativamente (en 3 de los 4 cultivares) la producción de uva, en cambio disminuyó el contenido de sólidos solubles, al aumentar la dosis de nitrógeno en relación al testigo.

En un viñedo de Thompson Seedless con los tratamientos 0, 50, 100 y 200 u de $N \cdot ha^{-1}$, no se observó influencia de la fertilización sobre la producción por planta, acidez total y pH de la uva. En cambio, hubo un pequeño efecto sobre el nivel de sólidos solubles, aunque las diferencias no fueron apreciables (Pérez Harvey et al 1986b).

Cassanello, M.E. (1975) trabajó en dos viñedos de cv. Tannat (injertado sobre Rupestris du Lot) durante los ciclos de crecimiento 1973-74 y 74-75, evaluó el efecto de los tratamientos 0, 50, 100, 150 y 200 u de $N \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ sobre el rendimiento de uva, no encontrando diferencias significativas en la producción, en los viñedos y años.

En dos viñedos, con los cvs. Merlot (SO_4) y Moscatel de Hamburgo (Rupestris du Lot) se experimentaron los tratamientos 0, 50, 100, 150 u de $N \cdot ha^{-1}$, durante los ciclos de crecimiento 83-84 (Eguren et al 1987) y 88-89 (Chouhy 1994). Las plantas testigo, presentaron un nivel medio de nitrógeno total de 2 % (medido en el limbo 83-84 y en hoja 88-89, en el enviro) y no se observaron efectos significativos de la fertilización, sobre el rendimiento, azúcar y acidez de la uva.

Otros autores, evaluaron los tratamientos 0, 110, 440 u de $N \cdot ha^{-1}$ en Thompson Seedless (Retamales et al 1985), 0, 220, 440 u de $N \cdot ha^{-1}$ en Cabernet Sauvignon (Pérez Harvey et al

1986a) en relación al rendimiento por planta, nivel de azúcar y acidez total de la uva, no encontrando diferencias significativas entre estos parámetros y la dosis de nitrógeno.

En general, la fertilización nitrogenada ejerce un efecto directo sobre la calidad de uva (Delas et al 1986). No obstante, el nitrógeno puede aumentar la producción, lo cual provocaría disminución de la calidad (Pouget 1986).

Según Pérez Harvey et al (1986a) el nitrógeno tiene un efecto indirecto sobre la disminución del azúcar de la uva, al modificar el follaje y la iluminación.

Con respecto a la acidez de la uva, Spayd et al (1991), Porro et al (1993) citados por Tardaguila et al (1993) observaron, que el pH, acidez total, ácido málico y potasio del mosto, aumentaban en forma paralela al nitrógeno disponible.

En el ensayo anterior, se observó, el aumento del pH y acidez total, en forma simultánea, sin embargo, no hay en ello contradicción, el hecho ha sido mencionado por otros autores. Champagnol (1986b) explica: un mosto puede tener una acidez total más alta en relación a otro y a su vez un pH mayor, debido al aumento en la relación ácido málico/tártarico. Durante la fermentación del mosto, el ácido tartárico, libera un 50 % de sus protones potenciales, en cambio, el ácido málico, transfiere un 35 % de sus iones hidrógeno.

Según Champagnol (1986b) el principal efecto del nitrógeno sobre la acidez del fruto, se traduce en el incremento del málico, con respecto al tartárico.

Otro parámetro de la uva afectado, es el contenido de polifenoles. Según Delas (1995) el exceso de nitrógeno, provoca disminución en la síntesis de compuestos fenólicos, como consecuencia de un mayor vigor en la planta.

2.3.3 Desórdenes fisiológicos causados por el nitrógeno

Un desorden fisiológico de especial importancia, es el desecamiento de escobajo. Los síntomas aparecen en el envero, como una necrosis parda de contornos delimitados, situados generalmente en una ramificación, este sintoma primario no produce un daño notable, posteriormente, la necrosis progresa sobre toda la periferia del escobajo, provocando el marchitamiento y caída de las bayas, incluso de partes del racimo (Champagnol 1981).

A nivel histológico se observa, destrucción de la epidermis, hipodermis y tejido cortical, el floema aparece deformado y los vasos obliterados por tilosis y goma. La necrosis observada en la zona afectada, puede estar relacionada con la liberación de enzimas y destrucción de la pared celular (Sudzuki et al 1986).

El desecamiento de escobajo, ha sido atribuido a varios factores, tales como desbalance hormonal (Theiler et al 1985), deficiencia de calcio y magnesio (Clement 1978) y a excesos de potasio (Fregoni et al 1990).

Los estudios nutricionales realizados en Europa hasta la década del 70, relacionaban la enfermedad con bajos contenidos de calcio y magnesio en los tejidos afectados (Fregoni et al 1972, 1973; Feuch et al 1975, citados por Silva et al 1986b).

Sin embargo, en los últimos años, se ha atribuido esta enfermedad, a toxicidad por nitrógeno.

En un experimento, el suministro de amonio (NH_4^+) a racimos, indujo síntomas de desecamiento en zarcillos, órganos similares o raquis de racimos y este efecto era neutralizado, cuando al mismo tiempo se proporcionaba α -cetoglutárico o ácido glutámico, ambos sustratos conocidos por la asimilación de NH_3 o desintoxicación (Jordan 1989; Jordan et al 1991; citados por Gil 1993).

Trabajando con la variedad Pinot noir, Gu et al (1994) determinaron una correlación positiva, entre la necrosis en flores, pedicelos, bayas y la concentración de NH_4^+ en los tejidos. Además, al suministrarles α -ceto-glutarato, disminuyó el nivel de NH_4^+ en flores, pedicelos y frutos en relación al control, pero esto no sucedió en el raquis. Los investigadores explican en parte este hecho, de acuerdo a la presencia de GS/GOGAT (Glutamin- sintetasa / Glutamato sintasa), la actividad de las enzimas, fue muy baja en el raquis y fue alta en los demás órganos.

En la variedad Thompson Seedless, el raquis y pedicelo de racimos con desecamiento de escobajo, presentaron el doble de nitrógeno total (2,31 %) en relación a los sanos (1,15 %). El desorden, estuvo correlacionado positivamente con altos niveles de nitrógeno nítrico en los pecíolos durante la floración, pero no con potasio, calcio o magnesio y el amonio era el mayor componente nitrogenado en los racimos enfermos (Silva et al 1986a).

Las bayas provenientes de racimos afectados, contienen menos azúcares y mayor acidez titulable, particularmente, alta concentración de ácido tartárico (Morrison et al 1990). Lo cual altera considerablemente, las características químicas y organolépticas del vino (Delas 1993a).

A partir de un estudio con la variedad Cabernet Sauvignon y Semillón, se observó, menor grado alcohólico en el vino proveniente de racimos con desecamiento de escobajo, en relación a los sanos. Las bayas enfermas, tenían menor contenido de azúcar y al realizar la fermentación alcohólica se obtenía una baja conversión de azúcar en alcohol, porque la uva presentaba carencia de aminoácidos y vitaminas (Ureta et al 1981). En un estudio realizado con el cultivar Riesling, se determinó, que el mosto debía contener una concentración mínima de 150 mg/l de nitrógeno asimilable, de lo contrario, las levaduras no completaban la fermentación (Spayd et al 1995).

Otro desorden fisiológico importante, es el corrimiento, éste puede ocasionar grandes pérdidas en la producción.

Consiste en caída de flores, ovarios fecundados o bayas (Champagnol 1984), la abscisión se produce por hidrólisis de pectinas en la laminilla media de las células. Sin embargo, el envejecimiento de los órganos, es acompañado por el depósito de lignina y Ca^{+2} , lo cual elimina el riesgo de abscisión (Sexton et al 1982, citados por Champagnol 1984).

El corrimiento se manifiesta, por un menor número de bayas en el racimo, debido a una tasa de cuajado (número de bayas / número de flores) claramente inferior a lo normal (Carbonneau et al 1993).

Es frecuente en algunas variedades, como Merlot y Ribier y se asocia con alto vigor (Gil 1993).

En un experimento, Delas et al (1986) aplicaron 30 u de $N \cdot ha^{-1}$ a las parcelas de un viñedo y observaron una disminución importante en la producción del cultivar Merlot, a causa del corrimiento (en relación al testigo), utilizando los pies 3309, Riparia y la variedad sin portainjerto. En cambio, al estar injertada sobre SO_4 , el corrimiento fue muy bajo y la producción no fue afectada en forma significativa.

Según Fregoni et al (1990) el exceso de nitrógeno, ocasiona corrimiento, porque estimula el crecimiento vigoroso de la parte vegetativa.

Sin embargo, Carbonneau et al (1993) refiriéndose a la competencia "vigor-cuajado", plantean, si existe en realidad esta causa - efecto o simplemente es una falsa correlación. El cuestionamiento se basa en lo siguiente: la tasa de crecimiento de los pámpanos es muy elevada desde floración y en los años de alto corrimiento, éstos superan solo ligeramente al umbral de velocidad, otra evidencia, se relaciona con la práctica de despuntar brotes en floración, ya que hasta el momento, ha producido efectos aleatorios sobre la tasa de cuajado.

En los viñedos de varios países, se ha registrado un desorden, conocido como "falsa deficiencia de potasio".

Los síntomas, son similares a una verdadera deficiencia y afecta a las hojas basales, generalmente antes de floración (Christensen et al 1990).

Los tejidos afectados, presentan bajo nivel de K^+ (temporalmente) y acumulación de NH_4^+ , éste último, en respuesta a una disminución de la fotosíntesis, en condiciones de baja luz y temperatura (Christensen et al 1990).

Algunos estudios, han encontrado en las hojas con síntomas, altos niveles de putrescina (Adams et al 1990, 1992) y el NH_4^+ , estaría relacionado con la acumulación de esta poliamina (Christensen et al 1990).

2.4 Análisis foliar de la vid

El uso del análisis foliar, comienza con los trabajos de Lagatu y Maume en 1929, posteriormente Lévy, (Director del Laboratoire Cooperatif Agricole et Viticole), aplica en gran escala el diagnóstico foliar en la vid. No obstante, empieza a mostrar sus limitaciones, los niveles foliares de referencia para los nutrientes presentados por gran cantidad de autores, difieren enormemente unos de otros y en general no especifican el tipo de tejido y estado fenológico del muestreo, lo cual genera la crítica de muchos investigadores (Pijoan i Pascual 1986).

2.4.1 Estado fenológico del muestreo y tejidos utilizados en los análisis

En Chile, el método más utilizado, es el análisis de peciolo opuestos al racimo basal del pámpano, durante la floración (Pérez Harvey 1990).

Silva et al (1984a) recomiendan muestrear los peciolo opuestos al primer racimo basal, en los pámpanos centrales del cargador, y de vigor medio, porque en éstos, el contenido de nitrógeno es menos errático, en relación a los basales o terminales.

En California, esta generalizado el uso de peciolo, tomado de hojas opuestas a la inflorescencia (Christensen 1984).

De acuerdo con Silva et al (1984a) el tejido más utilizado en la vid, es el peciolo, porque muestra mayor sensibilidad nutricional, ante los factores de suelo, clima, manejo y nivel de producción.

Bertoni et al (1982) citados por Pérez Harvey (1990) coinciden en la sensibilidad de los peciolo, pero no siempre debe prevalecer sobre el uso del limbo, éste, a pesar de ser menos sensible, es más confiable.

Según Christensen (1984); Conradie et al (1989a,1989b) el peciolo de hoja, es el mejor tejido, para medir el contenido de $N-NO_3^-$, $N-NH_4^+$, K^+ y Mg^{+2} .

Estudiando la correlación entre dosis de fertilizante aplicado y estado del nitrógeno en la vid, Christensen et al (1994) observaron, que el análisis de $N-NO_3^-$ en el peciolo, demuestra ser más sensible y consistente, para detectar diferencias a nivel de la planta.

De acuerdo con Pérez Harvey et al (1989), Callejas (1990) citados por Pérez Harvey (1990) debido a la diferente concentración de varios macronutrientes en los peciolo y limbo, no es aconsejable utilizar ambos tejidos a la vez para el análisis foliar.

El contenido de nitrógeno total en la hoja de vid, es mayor en el limbo, en relación al peciolo y en el caso de calcio y fósforo, las diferencias son irrelevantes (Conradie et al 1989b).

Por el contrario, Christensen (1984) observó un nivel de fósforo mayor en el peciolo en relación al limbo, en diferentes cultivares.

Los resultados obtenidos en un ensayo, indicarían, que el muestreo en floración, no es representativo, de lo que ocurre posteriormente en la estación de crecimiento (Christensen 1984).

Según Pérez Harvey (1990) sería necesario efectuar un análisis foliar intermedio, entre floración y envero, dada la variabilidad existente en una temporada y entre años, en el contenido de nutrientes, en las dos fechas de muestreo.

En la variedad Cabernet Sauvignon, se midió el contenido peciolar de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en cinco estados fenológicos (floración, cuajado, envero, madurez y caída de hojas) y se encontró una fluctuación significativa de los nutrientes, entre años y en las distintas fases del ciclo de crecimiento de la planta (Parejo 1995).

En ocho cultivares de vid, se realizaron muestreos de la hoja opuesta al racimo basal del pámpano, durante cuatro estados fenológicos (al inicio y final de floración, envero y madurez). Luego de analizar el limbo, se observaron diferencias significativas en el porcentaje de nitrógeno,

fósforo y potasio, durante la estación y entre cultivares. En base a los resultados, los autores destacan la clara influencia de la variedad sobre estos nutrientes (Ulicevic et al 1986).

Christensen (1984) midió durante tres años el contenido de nutrientes en peciolo y limbo de 26 variedades de vid, durante cinco estados fenológicos (10 y 20 días antes de floración, floración, cuajado y envero), determinando una fuerte variación anual y estacional. El autor, atribuye la gran limitación del análisis foliar, a la variabilidad en el nivel de algunos nutrientes, por efecto de la variedad.

2.4.2 Niveles críticos de nutrientes

El nivel normal para el nitrógeno total, está comprendido entre 1,5 y 2,5 %, medido en el limbo de hojas adultas (Champagnol 1984).

De acuerdo con Levy (1970) citado por Bertoni et al (1994) un porcentaje de 2,25 de nitrógeno total, en el limbo durante el envero, representa el nivel normal.

Generalmente, un tenor de nitrógeno total en el limbo menor a 1,5 a 1,8 %, entre floración y envero, indica deficiencia (Roubelakis-Angelakis et al 1992).

En el cv. Thompson Seedless, la concentración normal de nitrógeno nítrico (N-NO_3^-) medido en el peciolo, ésta comprendido entre 600 y 1200 ppm. Este nivel estándar, se adapta al grupo Seedless y en general, a otras variedades sin semillas (Silva et al 1984b).

El contenido foliar normal para el fósforo es de 0,18 % en el limbo y 0,16 % en peciolo, para el caso del calcio, éste se encuentra entre 1,5 a 4 % a nivel del limbo (Champagnol 1984).

Según Levy (1964) citado por Champagnol (1978) la relación K/Mg en la vid, debe estar comprendida en el rango de 2 a 10, cuyos valores son la media de los tenores en hoja durante la floración y envero.

De acuerdo con Jourdan (1993) las hojas tienen niveles normales de potasio y magnesio cuando la relación K/Mg está entre 3 y 8, y según Champagnol (1984) la razón K/Mg de 3 a 7 en el limbo, se considera normal.

2.4.3 Relación entre nutrientes

En un relevamiento sobre la nutrición mineral de la viña, en Bordelais (Francia), durante 1982-83, se encontró una alta correlación negativa, entre potasio y magnesio en el año (-0,78) y entre años (-0,72), el nivel medio de magnesio en el peciolo, estaba más correlacionado negativamente con K/CIC, que positivamente con Mg/CIC (Etourneauud et al 1984).

Igualmente en el cultivar Seyval blanc, se determinó una correlación negativa altamente significativa, entre la disponibilidad de potasio en el suelo y la concentración foliar de magnesio (Wolf et al 1983).

Según Etourneauud et al (1984) el umbral de antagonismo grave entre potasio y magnesio, se produce cuando los peciolo de la vid contienen más de 3,5 % de K^+ y el suelo posee un bajo suministro de magnesio.

Estudiando la fertilización de potasio en un viñedo de Cabernet Sauvignon injertado sobre Riparia, en Haut - Médoc (Francia), Soyer et al (1993) observaron al analizar los peciolo, que el tratamiento de 60 kg de K_2O/ha permitía una nutrición equilibrada entre K y Mg, en cambio, el tratamiento de 120 kg de K_2O/ha , inducía niveles elevados de potasio y bajos en magnesio, observándose además en las plantas de campo, síntomas visuales en las hojas por esta deficiencia.

Por otro lado, Conradie et al (1989b) observaron que la fertilización nitrogenada en la vid, provocaba menor concentración de fósforo en los peciolo. Al aplicar 56 y 96 u de N/ha^{-1} como nitrato de amonio, el pH del suelo bajo significativamente en 0,5 y 0,65 en los respectivos tratamientos, disminuyendo la disponibilidad de fósforo.

Un problema nutricional que puede aparecer en las plantas de vid, es la deficiencia de hierro, está asociada a suelos calcáreos, con presencia de iones calcio, bicarbonato y elevado pH (Champagnol 1984).

El alto contenido de calcáreo, favorece el aumento en la concentración de $CaCO_3$ soluble (Ca^{++} , CO_3^{-2}) y produce un incremento en la concentración de calcio libre (Ca^{++}) y bicarbonato (HCO_3^{-}) en la solución del suelo (Bertoni 1995).

El calcio no tiene un rol importante (Champagnol 1984, Bertoni 1995), el bicarbonato, es el principal factor que induce clorosis en la vid (Mengel et al 1984, Reynier 1989).

El HCO_3^{-} mantiene el pH de la solución del suelo entre 7,5 y 8,5, disminuyendo la concentración de hierro soluble, disponible para la planta (Bertoni 1995).

Como el portainjerto SO_4 tolera un 17 % de calcio activo en el suelo (Reynier 1989), raramente podrían presentar este problema nutricional las variedades injertadas con SO_4 en los viñedos de nuestro país, pero al utilizarse portainjertos con menor tolerancia, pueden aparecer deficiencias de hierro.

2.5 Relación entre el agua y la planta de vid

2.5.1 Requerimiento de agua y regulación del potencial hídrico

En uva de mesa, las necesidades de agua al comenzar la brotación son de 1,5 %, al igual que durante la floración. De plena flor a cuajado consume el 10 %, a partir de este momento al envero 43 % y desde el cambio de color en la uva hasta la madurez, cerca del 44 % de sus necesidades totales. Además, los cultivares de uva para elaborar vino, requieren menos agua, en relación a los de mesa (Loreto Burgos et al 1996).

Según Reynier (1989) cuando los pámpanos detienen su crecimiento, la absorción de agua por la vid debe ser limitada, pero sin llegar a bloquear la fotosíntesis y el transporte de agua en el floema.

De acuerdo con Hardie et al (1976) citados por Poni et al (1994a) la baja disponibilidad de agua en el suelo, afecta a la vid hasta el envero. En este período, el desarrollo de los pámpanos es casi completo y el crecimiento del fruto, aparece menos sensible al déficit hídrico.

En los árboles frutales, el estrés se desarrolla lentamente, porque el volumen radicular le permite almacenar agua por algún tiempo y el estrés moderado no afecta al uso total de agua, hasta llegar a ser tan severo que los estomas se cierran (Aravena Cerda 1991). En la vid, el cierre estomático, se produce cuando el potencial hídrico es de -1,2 MPa (Rodriguez 1986).

De acuerdo con Zamboni et al (1988) la vid tiene dos mecanismos de resistencia a la sequía, estando involucrados procesos morfológicos y fisiológicos. En *Vitis rupestris*, los autores observaron, una gran capacidad para modificar en forma rápida y fuerte la elasticidad celular en los tejidos de la hoja y en *Vitis riparia*, el ajuste osmótico foliar, respondía a la acumulación de azúcares.

El ajuste osmótico, puede estar regulado activamente a través de los solutos o pasivamente por deshidratación, disminuyendo el contenido de agua celular y el potencial total (Lakso 1990).

En un trabajo experimental, con plantas de vid creciendo en macetas, se determinó un ajuste osmótico, entre 0,08 y 0,20 MPa en respuesta a la sequía (Zamboni et al 1988).

En plantas de vid *Silvaner* sometidas a estrés hídrico, se observó, un aumento en el contenido de glucosa y fructosa en hojas, a partir de la hidrólisis de almidón, permitiendo ajustar el potencial osmótico (0,40 a 0,50 MPa). En cambio, en el cultivar *Riesling*, no se determinó acumulación de carbohidratos, a pesar de la disminución en el contenido de almidón (Düring 1984).

En el cultivar *Riesling*, se encontró una alta elasticidad en el tejido foliar (en relación a *Silvaner*) bajo condiciones de estrés hídrico, siendo uno de los mecanismos, que le permite adaptarse a la sequía (Düring et al 1982).

Por otro lado, se ha observado en plantas de vid, la presencia de poliaminas, particularmente, putrescina, espermidina y espermina (Martin-Tanguy et al 1993). Éstas, a través de enlaces iónicos con ácidos nucleicos (promueven la transcripción) o por interacción, con grupos aniónicos de las membranas celulares, pueden evitar la pérdida de agua y estabilizar el potencial hídrico, bajo condiciones de estrés (Smith 1986, citado por Roubelakis-Angelakis et al 1992).

Otras observaciones, relacionan el contenido foliar de ácido abscísico (ABA) y la respuesta al estrés hídrico.

En *Semillón* y *Ugni blanc* (sensibles a la sequía) se observó, que las hojas de las plantas, experimentaban un fuerte aumento de ABA en condiciones de estrés hídrico, en relación al testigo, disminuyendo en forma importante la actividad fotosintética. Por el contrario, en *Chardonnay* y *Moscatel de Alejandría* (resistentes a la sequía) el nivel foliar de ABA, permaneció alto en el testigo y presentó pequeñas variaciones en las plantas bajo estrés, las cuales lograron mantener una fotosíntesis elevada (De Albuquerque Regina et al 1995).

2.5.2 El agua del suelo y su relación con la nutrición mineral

De acuerdo con Branton (1961) citado por Lavin (1985b) el nivel hídrico, produce variaciones en la concentración de nutrientes, pero es improbable, que influya en la tendencia de su evolución estacional.

Estudiando los problemas nutricionales de los viñedos de Chile bajo condiciones de secano, se concluyó, que el déficit hídrico desde floración hasta la caída de hojas, era la causa principal de las bajas concentraciones de nutrientes, especialmente en la época de madurez de la uva, cuando la falta de agua en el suelo es crítica (Lavin et al 1975; Lavin 1982, 1983, citado por Lavin 1983). Las deficiencias de potasio, estaban claramente correlacionadas con falta de agua y no al bajo suministro del nutriente por parte del suelo (Lavin et al 1975, Lavin 1982, citados por Valenzuela et al 1984).

Cuando es baja la disponibilidad de agua en el suelo, disminuye el crecimiento de nuevas raíces (Childers 1982, citado por Cánepa et al 1984). Hay menor intercepción de minerales inmóviles, como el fósforo y se reduce el transporte hacia la raíz, de aquellos solubles en agua, como el nitrato (Childers 1982, citado por Rocca et al 1990).

La absorción de iones, es acelerada por la lluvia durante la maduración de la uva, al restablecer la turgencia de la planta, aumentar la respiración y permitir mayor absorción de nutrientes por las raíces superficiales (Branas 1974).

Según Fregoni (1977) citado por Fregoni et al (1990) un mayor nivel hídrico del suelo, incrementa el tenor foliar en nitrógeno y potasio, en cambio el magnesio y calcio se mantienen constantes o disminuyen.

Estudiando el efecto del manejo de suelos y régimen hídrico sobre la producción de durazneros; Rocca et al (1990) observaron en los tratamientos con riego, mayores niveles foliares de nitrógeno y fósforo.

Igualmente Cánepa et al (1984) trabajando en duraznero, encontraron que el agua disponible del horizonte A, estaba relacionada con el nitrógeno foliar. El mayor nivel, fue observado en el manejo con herbicida, al presentar la menor frecuencia en el déficit hídrico.

2.5.3 La absorción de agua y su influencia en la producción y calidad de la uva

La condición climática ideal para la vid, corresponde a precipitaciones regulares repartidas de abril julio (H. N), las cuales determinan en gran parte la abundancia de la cosecha. Mientras lluvias reducidas en agosto-setiembre (H.N) buena insolación y temperaturas elevadas, son factores esenciales para la calidad de la uva y el vino (Seguin 1981).

Una insuficiente disponibilidad hídrica entre el cuajado y envero, provoca un retraso en la maduración y reduce el contenido de azúcares, ácidos orgánicos y antocianinas. Si el agua disponible es moderada durante la maduración, aumenta la concentración de azúcares y antocianinas y en caso de producirse un fuerte estrés hídrico después del envero, puede interrumpirse el proceso de acumulación en las bayas, disminuyendo la calidad organoléptica del mosto (Scienza 1983, citado por Tardaguila et al 1993).

Según Hardie et al (1976) citados por Lavin (1985a) el déficit hídrico en un viñedo, durante las tres primeras semanas posteriores a la floración, causa mayores pérdidas en producción, causado especialmente por el tamaño reducido de las bayas.

De acuerdo con Powell (1974,1976) citado por Lakso (1990) el estrés hídrico en los frutales durante la etapa de floración y división celular, puede afectar la producción, al reducir la cantidad de frutos y probablemente disminuya el número de células, en los que permanecen en el árbol.

La deficiencia de agua en la vid, también puede provocar defoliación y desecamiento de los pedicelos en las bayas, resultando éstas con poco azúcar y muchos ácidos (Seguin et al 1994).

En diferentes cultivares tintos de vid, se produjo un incremento en la producción unitaria y acidez volátil, al aumentar la disponibilidad de agua y disminuyó la concentración de sólidos solubles en el mosto (Hendrickson et al 1950, Neja et al 1977, Freeman et al 1980, citados por Sotomayor et al 1984).

En un estudio realizado en Chile, con el cultivar País, se observó una disminución en el contenido de sólidos solubles y mayor acidez fija, en las uvas provenientes de plantas regadas (Sotomayor et al 1984) y las vides con suplementación hídrica, duplicaron su producción en relación al testigo (Lavin et al 1984).

Estudiando el efecto del agua en la vid, en Saint-Emilion (Francia), se realizó un ensayo en dos viñedos de Cabernet franc (con el mismo portainjerto, 101-14) distanciados a 500 metros y solamente uno de ellos, disponía de una napa freática, cuyo nivel superior variaba entre 1,0 y 2,4 m. En el viñedo ubicado sobre la napa de agua, la producción fue superior en 28 %, debido al mayor peso de las bayas (14 % mayor), pero las uvas, contenían menos azúcares, antocianinas, compuestos fenólicos y mayor acidez total, en relación al otro viñedo (Seguin et al 1994).

Trabajando con la variedad Concord, Poni et al (1994a) observaron en las parcelas con déficit hídrico y alta cosecha (interacción), un efecto importante sobre el transporte de carbohidratos al fruto, después del envero. En cosecha, las uvas tenían menor contenido y concentración de azúcares, explicado, por una baja relación área foliar / peso de fruto ($\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$). En la variedad Seyval blanc, Kaps et al (1989) determinaron, que la concentración de azúcar en la uva y la relación área foliar / peso de fruto estaban correlacionados, los mayores valores en sólidos solubles se obtuvieron, cuando la razón estaba entre 8 a 10 $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$.

En otro experimento, realizado con el cultivar Chenin blanc, la producción y peso promedio de racimos, fue mayor en las plantas con riego y no hubo diferencias con respecto al testigo, en el contenido de azúcar, compuestos reductores, acidez volátil, taninos, características organolépticas y color de la uva (Vaadia et al 1961, citados por Sotomayor et al 1984).

En plantas del cv. Merlot noir, se observó, un mayor contenido de ácido málico en la uva, al aumentar la absorción de agua, en cambio, no se encontró efecto sobre el nivel de azúcar y ácido tartárico (Seguin 1981).

Trabajando con el cultivar Italia, Colapietra et al (1993) compararon la aplicación de 2300, 4500 y 5700 m^3 de agua por hectárea, con un testigo sin riego y observaron en las uvas provenientes de las parcelas regadas, menor contenido de azúcar en relación al tratamiento en

secano. En cuanto a las parcelas con riego, al aumentar el volumen de agua aplicada, la acidez de la baya era mayor, sin embargo el nivel de azúcar permaneció constante. Ésto se explica, porque se encontró una correlación positiva, entre la cantidad de agua agregada y la superficie foliar, permitiendo una mayor síntesis de azúcares y como la actividad foliar se prolongó en el tiempo, fue muy importante la acumulación de ácidos orgánicos, durante la madurez de la uva.

Según Flamand (1996) las bayas de tamaño medio, pueden alcanzar una composición en azúcar, ácidos orgánicos y metabolitos secundarios (como los precursores de aromas) más favorables para la elaboración de un vino de calidad.

Loreto Burgos et al (1996) encontraron un aumento en la producción, al aplicar agua durante todo el ciclo de crecimiento de la vid y una relación inversa entre el rendimiento y los parámetros de calidad. Los autores explican este hecho, por la correlación entre el rendimiento y tamaño de las bayas, pues, el grano de uva, debe tener un peso aproximado de un gramo, para que exista equilibrio entre piel y pulpa. La cutícula, contiene compuestos aromáticos y polifenoles, los cuales se liberan durante la fermentación alcohólica y tienen una importante incidencia en la calidad del vino. Por otro lado, con menor disponibilidad de agua, hay menor crecimiento vegetativo y producción, los racimos reciben más luz, y aumenta el contenido de fenoles y antocianinas.

2.6 Sistema radicular de la vid

2.6.1 Crecimiento y absorción de las raíces

En sus respectivos estudios, Barnard (1932), Marson et al (com.pers), Lilov et al (1976), Niimi et al (1978) citados por Richards (1983) observaron en plantas de vid, el inicio del crecimiento radicular, 3 semanas después de la brotación.

Ibacache et al (1995) estudiando el período de crecimiento en raíces de vid (en el Centro Experimental de Vicuña, Chile), observaron el inicio de brotación, el 22 de agosto y las primeras raíces a las 4 semanas (23 de septiembre). Determinando dos picos de crecimiento, el primero (mayor que el segundo) ocurrió al final de floración, y el segundo después de cosecha y antes de caer las hojas.

Igualmente McKenry (1984) trabajando con la variedad Thompson Seedless, observó dos picos de crecimiento radicular, el primero se produjo antes de floración y el segundo posterior a la cosecha.

El crecimiento de raíces en la vid, durante primavera, comienza cuando la temperatura del suelo alcanza 10 a 12 °C (Champagnol 1984) y el óptimo para ello, se sitúa alrededor de 25 °C (Branas 1974).

En su trabajo Ibacache et al (1995) observaron la formación de nuevas raíces, cuando la temperatura del suelo fue superior a 15 °C y el crecimiento prácticamente se detuvo después de floración, cuando a los 20 y 40 cm de profundidad, la temperatura era de 27 °C y 24 °C, respectivamente.

Según Champagnol (1984) las raíces dejan de crecer, a causa de la baja humedad del suelo.

Sin embargo, Ibacache et al (1995) registraron la mayor disminución en el crecimiento radicular en el período cuajado y primer fase en el desarrollo del fruto y no se correlacionó con la falta de agua en el suelo.

Glenn et al (1993) en árboles de duraznero, encontraron que la formación de nuevas raíces, estaba relacionada inversamente con la presencia de frutos y no había correlación, con el porcentaje de agua disponible, medida a 0 y 90 cm de profundidad.

Williamson et al (1989) explican la reducción en el crecimiento de raíces en árboles de duraznero, por factores internos de la planta, los cuales afectan la distribución y asimilación de fotoasimilados entre raíces y brotes.

De acuerdo con Atkinson (1980) el crecimiento bimodal de las raíces en los árboles frutales, estaría correlacionado con la competencia entre raíces y brotes, por los carbohidratos de reserva.

Según Araujo et al (1988) el crecimiento de raíces en la vid, puede producirse únicamente, cuando un exceso de carbohidratos, está disponible desde las hojas.

Por otro lado, observaciones de campo durante la estación de crecimiento en frutales, han registrado una importante renovación de raíces finas, en toda la zona del aparato radicular (Atkinson et al 1980, citados por Giulivo 1990).

Algunas observaciones, demuestran la importancia relativa de los pelos radiculares, en condiciones de campo (Richards 1983) ya que las raíces nuevas y leñosas (no suberificadas), absorben similares cantidades de agua (Atkinson 1980).

Un estudio realizado con plantas anuales, comparó la absorción de agua y nutrientes entre la extremidad radicular y un rango de 5 a 44 cm del extremo, encontrando una tasa similar. Se observó una alta traslocación hacia los brotes a partir de la segunda zona, al parecer, los nutrientes absorbidos por el tejido joven, están destinados esencialmente, a cubrir los requerimientos del propio tejido (Clarkson 1981, citado por De Willigen et al 1987).

Experimentos realizados en árboles de manzano, demostraron, que el sistema radicular, tiene la función potencial de absorber agua y nutrientes, incluyendo a las raíces leñosas (Atkinson et al 1979, 1980, Wilson 1981, citados por Atkinson 1983).

Trabajos realizados con árboles frutales y forestales, han obtenido resultados similares a los de Freeman et al (1976) citados por Richards (1983) los autores, estudiando el crecimiento radicular en la vid, observaron que las raíces leñosas, podían suministrar la mayor parte del agua y nutrientes requeridos por la planta.

2.6.2 Distribución radicular

Según Wiersum (1980) citado por Perry et al (1983) la distribución del sistema radicular en los frutales, está determinada principalmente, por la densidad, porosidad y oxígeno disponible en el suelo.

En un suelo de textura gruesa, se observó, una distribución uniforme de las raíces de vid en el perfil, en cambio, se concentraban en la superficie, cuando predominaban las partículas finas. En la mayoría de las parcelas, la densidad radicular, se correlacionó negativamente con la suma del contenido limo y arcilla, pero no con la densidad aparente (Nagarajah 1987).

En un viñedo se observó, que las raíces crecían principalmente en los espacios ocupados por antiguas raíces en descomposición y a través de las fracturas naturales del suelo, siguiendo líneas de menor resistencia (McKenry 1984), lo cual podría determinar, un bajo contacto con el suelo.

En un estudio de laboratorio con árboles de manzano, se determinó, que el 40 % de las raíces, no estaban en contacto con el suelo y otras tenían un contacto incompleto (Atkinson 1980).

La degradación de la corteza durante el desarrollo de la raíz, puede disminuir el contacto con el suelo, pero luego aumentaría, al comenzar el crecimiento secundario (Atkinson et al 1979, citados por De Willigen et al 1987).

Según De Willigen et al (1987) un alto grado de contacto entre suelo y raíz, tiene especial importancia, cuando es baja la densidad radicular.

De acuerdo con Southey et al (1988) citados por Morano et al (1994) la densidad radicular en la vid, está determinada genéticamente. En cambio la distribución de las raíces, depende principalmente del ambiente.

Sin embargo, Perry et al (1983) observaron diferencias en la distribución radicular, en un experimento de campo, realizado con 4 cultivares de vid.

Morano et al (1994) estudiando tres cultivares de vid, encontraron diferencias en la densidad radicular y concluyeron, que las raíces pueden tener predisposición genética, para alcanzar mayor profundidad, en los suelos homogéneos.

En nuestro país, se estudió la influencia de tres Grandes Grupos de suelos, sobre el crecimiento radicular del portainjerto Rupestris du Lot, injertado con la variedad Tannat. A partir de los resultados, se observó en el Brunosol, una distribución de raíces superficial (el 30 % entre 8 y 32 cm) y la densidad disminuyó hacia el horizonte B. En el caso del Vertisol, la mayoría de las raíces se desarrollaron entre 5 y 60 cm y la densidad fue más alta en el horizonte A. Por el contrario, en el Planosol, las raíces se distribuyeron especialmente en dos zonas, la primera se ubicó entre 6 y 12 cm y la segunda a 30 y 50 cm y presentó baja densidad de raíces, en los dos niveles (Lucca De 1985).

2.7 Anatomía, crecimiento, contenido de agua y componentes del fruto

2.7.1 Anatomía del fruto

El fruto de la vid, corresponde a una baya indehisciente, con el epicarpio muy delgado, y el endocarpio y mesocarpio carnosos.

La parte externa de la baya se denomina cutícula, tiene espesor variable, está cubierta por una sustancia cerosa, la cual contiene compuestos aromáticos y levaduras. Por debajo de ésta, se encuentra la epidermis y capas de células subepidérmicas (Reynier 1989).

El mesocarpio, representa la masa principal del fruto, está formado por varias capas de células con paredes delgadas (Reynier 1989).

El ovario, posee dos lóculos, con dos óvulos cada uno y generalmente se desarrollan de 2 a 4 semillas (Westwood 1982).

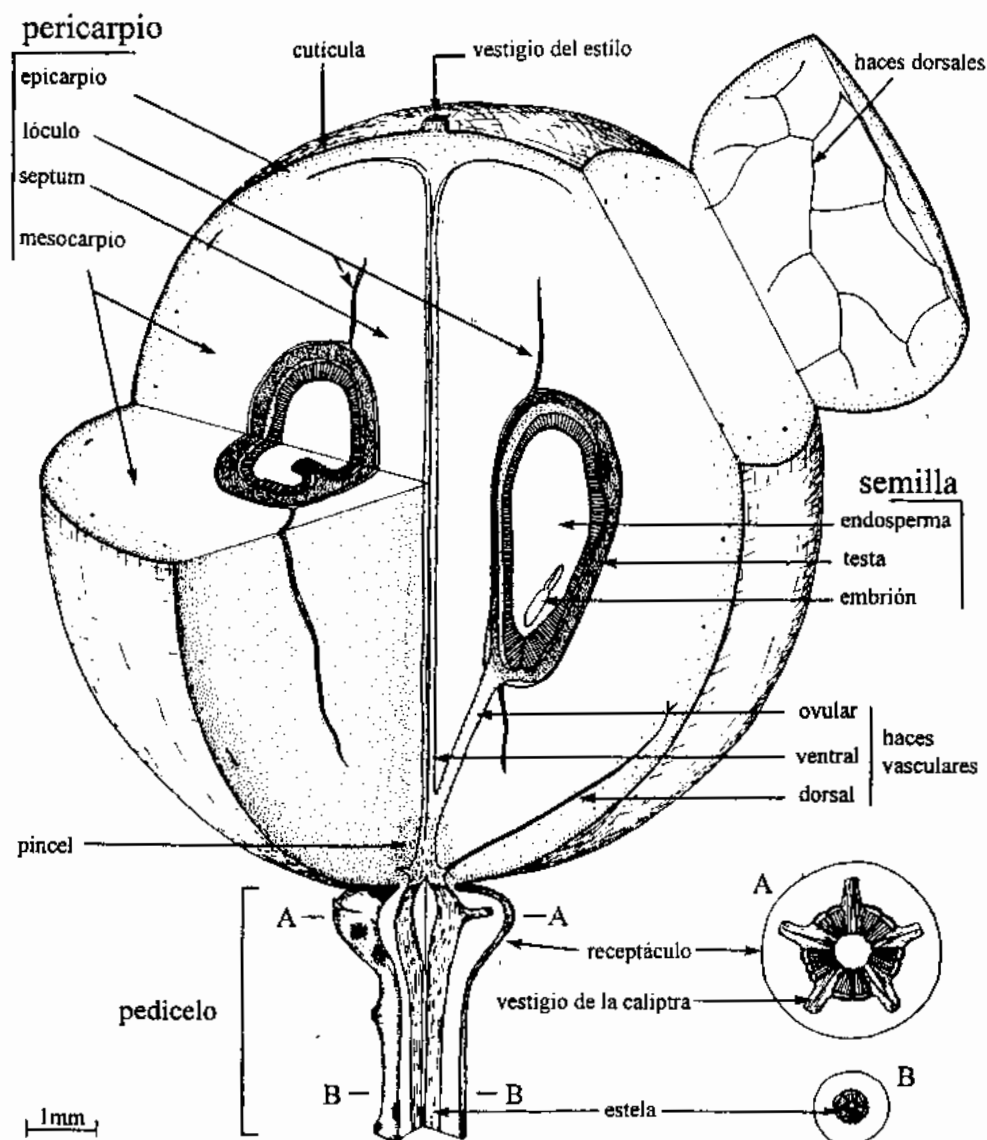


Figura N° 1: Anatomía del fruto de la vid (Adaptado de Coombe 1987)

2.7.2 Crecimiento de la baya

De acuerdo con Winkler (1974), Champagnol (1984) el crecimiento del fruto en la vid, se ajusta a una curva doble sigmoidal.

Estudiando el desarrollo del fruto, en diferentes experimentos, se midió el peso fresco de la baya Concord (Cawthon et al 1982) diámetro, peso seco y fresco de la uva Cardinal (Matthews et al 1987a) volumen de la baya, en Syrah y Riesling (Davies et al 1996) obteniendo una curva doble sigmoide, para cada uno de los parámetros, una vez culminado el crecimiento.

Se han distinguido claramente tres fases (I, II y III) en la trayectoria de la curva descripta por el fruto (Winkler 1974; Champagnol 1984; Matthews et al 1987a; Reynier 1989).

Durante la fase II, el crecimiento es lento, la duración es de algunos días (1 ó 2) en las variedades tempranas y hasta cuatro semanas en las tardías, es una etapa de transición, donde comienza la organización de las semillas (Reynier 1989). Al final del periodo, culmina la degradación de la clorofila y comienza a observarse la pigmentación de la cutícula (Champagnol 1984).

La baya aumenta de volumen, esencialmente a través de dos fases sucesivas. La primera (I) transcurre de floración a envero, al comenzar este período, el crecimiento es muy rápido debido a la intensa actividad mitótica y consecuentemente al agrandamiento celular y se enlentece dos a tres semanas antes de cambiar el color de la uva. En la segunda fase (III), del envero a madurez, las bayas crecen únicamente, por aumento del tamaño celular, al acumular agua y moléculas en solución (Flamand 1996).

La uva crece, al acumular diariamente pequeños excesos de expansión, sobre la contracción (Lang et al 1989).

El incremento en el radio del fruto, causa un consecuente aumento en la fuerza física aplicada sobre la cutícula (la fuerza es normal a la superficie interna) y para mantener una determinada tasa de crecimiento, se requieren cambios progresivos en el potencial de turgencia, acordes con el radio, de lo contrario, el crecimiento aumenta autocatalíticamente (Considine et al 1981).

La presión hidrostática interna de la baya, disminuye después de comenzar la maduración (Lang et al 1989) al igual que la presión de turgencia y como resultado decrece su firmeza (Bernstein et al 1986).

En el fruto de la variedad Cardinal, se observó, que la extensibilidad plástica en el tejido epidérmico, permaneció relativamente constante durante el estado I y II, además el potencial de turgencia fue de 0,30 MPa durante todo el desarrollo de la baya, excepto al final de los estados II y III cuando el potencial alcanzó valores un poco mayores. Esto indicaría, la independencia entre el crecimiento doble sigmoidal y los componentes plástico - turgencia del fruto (Matthews et al 1987a).

Al comenzar el envero, el diámetro y ablandamiento de la baya, aumentan súbitamente con una rápida tasa inicial y a las 24 horas, alcanzan respectivamente una tasa intermedia. Sin embargo, estas variables no evolucionan al mismo tiempo, la deformabilidad, precede en unos 6

días a la expansión. Parece posible, que la deformabilidad y la expansión de la baya, incrementen la plasticidad en la pared celular del tejido epidérmico (Coombe 1992).

Según Matthews et al (1987a) el incremento en la tasa de crecimiento y la extensibilidad plástica de los tejidos epidérmicos, pueden ser factores importantes, para producir la transición del estado II al III en el fruto.

El tamaño final de las bayas, estaría esencialmente influenciado, por el aporte de agua al inicio de su desarrollo (Becker et al 1984, citados por Andrades 1990) y la detención en el crecimiento del fruto, sería regulado, por la presión hidrostática interna (Considine et al 1981).

2.7.3 Cambios en el contenido de agua

Según Van Leeuwen, citado por Flamand (1996) el régimen hídrico ideal para las bayas, es una buena nutrición en agua durante la primavera y un déficit progresivo en la maduración, en este período, una alta disponibilidad hídrica, desfavorece la calidad de uva.

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 de crecimiento, el agua es conducida hacia la baya, en un 80 % por 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 (Flamand 1996).

En un experimento con el cv. Silvaner, se observó, que la tasa de acumulación de calcio en las bayas, disminuía después del envero (Düring et al 1986), lo cual indicaría, una mayor resistencia al flujo en el xilema (Creasy et al 1993a).

En un estudio de campo con el cv. Cabernet Sauvignon, se encontró durante el desarrollo del fruto, una clara disminución en la amplitud y sensibilidad a la contracción después del envero, causado por el cambio en el flujo de agua (floema dominante) en este período (Grcenspan et al 1996).

Según Coombe (1992) el reducido transporte de agua hacia la baya a través de los tejidos xilemáticos, después del envero, se debe a la obstrucción de los vasos del xilema.

A partir del envero, en el fruto del cultivar Riesling, se observó, el colapso de los vasos del xilema, esto provocaba desviaciones en el flujo de agua, el cual transcurría lentamente (Düring et al 1987).

Trabajando con los cultivares Pinot noir y Merlot, Creasy et al (1993a) determinaron, que la discontinuidad del xilema, ocurría durante el ablandamiento de la baya y en algunos casos, la deformabilidad, precedió a la fase III del fruto. Por lo tanto, la fuerza de tensión en los tejidos xilemáticos durante la segunda expansión rápida, no provocaría la falta de conexión en el xilema.

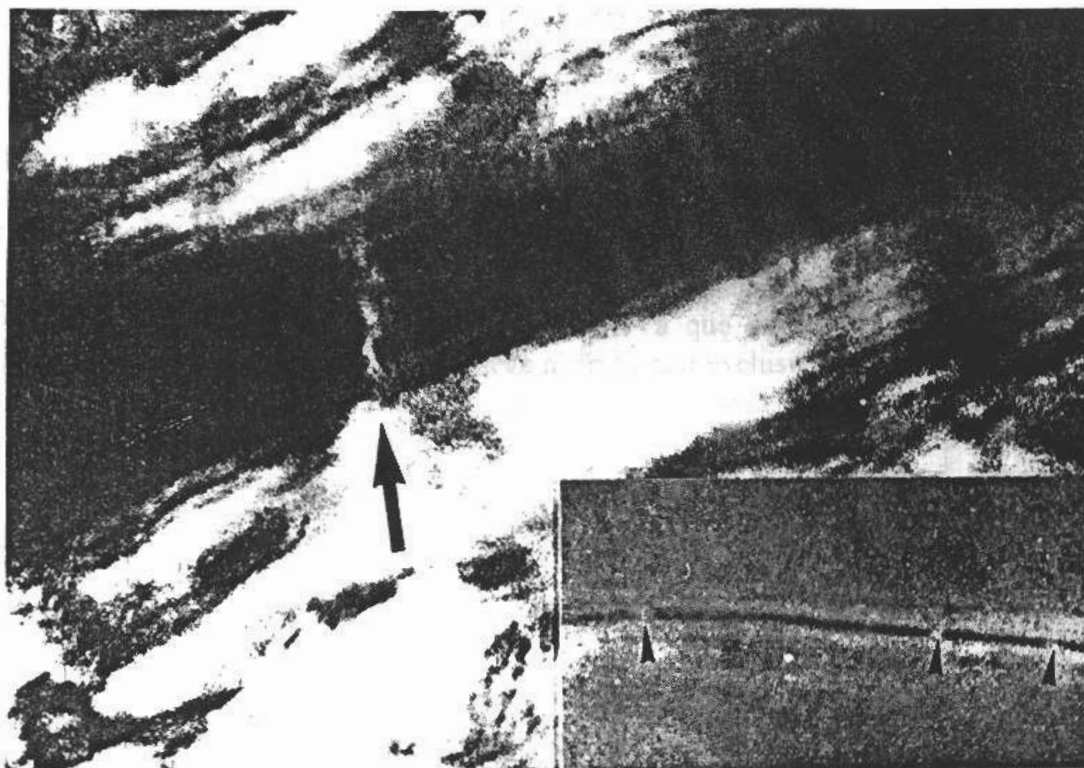


Figura N° 2: Tejidos xilemáticos de la periferia del fruto de vid después del envero
Las flechas indican el colapso del xilema (Düring et al 1987)

Después del envero, la uva es menos dependiente del estado hídrico de la planta (Creasy et al 1993b, Flamand 1996) a partir de este momento, la tasa de crecimiento del fruto y la deformabilidad, no resultan afectados significativamente por el estrés hídrico (Cresasy et al 1993a).

De acuerdo con Hardie et al (1976) citado por Lavin (1985a) cuando la baya alcanza un diámetro mayor a 4 mm, adquiere cierta resistencia a la desecación, inducida por estrés hídrico.

El máximo contenido de agua en la baya, expresado como porcentaje del peso fresco, se alcanza 3 a 4 semanas post - anthesis, declinando gradualmente hasta madurez (Harris et al 1968, citados por Lavin 1985a).

En la uva Cardinal, a las dos semanas posteriores a la floración, se determinó un potencial hídrico de $-0,40$ MPa, el cual disminuyó ligeramente hasta $-0,55$ MPa a los 40 días post-anthesis y luego decreció $0,067$ MPa por día hasta maduración, llegando a $-2,75$ MPa en la uva madura (Matthews et al 1987a).

Estudiando la pérdida de agua en el fruto, Düring et al (1986) encontraron, que la transpiración de la baya, disminuía entre los 30 y 85 días después de la floración.

Medidas realizadas en Cabernet Sauvignon durante un ciclo de crecimiento de 100 días, mostraron que la transpiración de las bayas, varía muy poco en el ciclo cuando la humedad relativa permanece constante. Las uvas perdían 50 mm^3 por día, con un total de 5 cm^3 , representando diez veces el volumen de agua acumulada en la baya al completar la maduración.

Por otro lado, al inicio del ciclo, los frutos pierden mucho más agua que las uvas maduras, en relación a su tamaño (Flamand 1996).

La disponibilidad de agua, pueden incidir sobre el rendimiento de uva, especialmente durante la primer fase (I) de crecimiento del fruto. Ya que durante la fase II, comienza la interrupción en el flujo xilemático y el agua llega al fruto casi exclusivamente a través del floema. Por lo tanto, a partir de este momento, el desarrollo de la baya, es menos dependiente de la absorción radicular y adquiere especial importancia la transpiración de la planta.

Con respecto a la conducción de agua hacia el fruto y la mayor dependencia en el agua del suelo, cuando llega por el xilema (a partir de la absorción radicular), explicaría en gran parte, los resultados de los siguientes ensayos.

Matthews et al (1987b) estudiaron el déficit hídrico en Cabernet franc y realizaron tres niveles de riego: 1) durante todo el ciclo de crecimiento, 2) hasta que el 10 % de las bayas cambiaran de color y 3) a partir del envero. Como resultado, obtuvieron un mayor diámetro de las bayas en el riego continuo y el menor correspondió al déficit de agua durante la primer fase de crecimiento del fruto, (aunque también resultó afectado el tamaño de la uva al no aplicar agua después del envero).

Un estudio posterior en la variedad Riesling y Cabernet Sauvignon, determinó, menor peso de bayas en viñedos de secano, con relación a los regados y el crecimiento del fruto en ambas variedades fue más afectado antes del envero, por la menor disponibilidad de agua (Sipiora et al 1995).

2.7.4 Constituyentes del fruto

2.7.4.1 Azúcares

Los azúcares de la baya son principalmente glucosa y fructosa (Branas 1974). Otras hexosas, como pentosas, heptosas, sustancias pécticas, inositol y sacarosa, pueden encontrarse en porcentajes muy bajos (Catalina et al 1982, citado por Andrades 1990).

La glucosa, disminuye durante la maduración de la uva, al ser utilizada en mayor proporción en la degradación oxidativa (Branas 1974).

En la uva verde, la relación glucosa/fructosa es de 4 a 5, luego disminuye a 2 en el envero y alcanza a 1 en maduración (Champagnol 1984).

Según Carbonneau (1993) los principales factores fisiológicos determinantes del nivel de azúcar en el racimo, son: a) superficie foliar expuesta, b) factores térmicos durante el periodo envero - cosecha, c) potencial hídrico foliar en el envero y d) reserva de agua disponible al momento de cosecha.

El azúcar de la uva, tiene esencialmente tres orígenes, en términos cuantitativos y orden decreciente, las fuentes son: 1) migración de fotosintatos a partir de hojas adultas, 2) actividad fotosintética de las uvas verdes (aunque la producción de azúcar es insuficiente, de acuerdo con la demanda) y 3) transformación del ácido málico en azúcar, proceso denominado gluconeogénesis, que es una vía metabólica limitada (Reynier 1989).

Estudiando la gluconeogénesis, Hardy (1968) citado por Champagnol (1984) suministró ácido málico radiactivo, a bayas verdes del cultivar Sultanina y detectó un 5 % de la radiactividad, bajo la forma de azúcar. De acuerdo con Hrazdina et al (1984) el ácido málico, por acción de la enzima malato deshidrogenasa, se transforma en oxalacetato, éste puede entrar al ciclo de Krebs o ser convertido en ácido pirúvico, a partir del cual se sintetizan azúcares.

Durante la fase de maduración, el agrandamiento celular y la acumulación de azúcar, son procesos dependientes. Ésto fue demostrado por Coombe (1973) citado por Champagnol (1984) el autor, después del envero, encerró uvas en dos recipientes hemisféricos del mismo diámetro que la baya, impidiendo su crecimiento y observó, que se detuvo el aporte de azúcar, en cambio la llegada de carbohidratos comenzó junto con el aumento celular, al retirar el dispositivo.

Según Hrazdina et al (1984) el aporte de azúcar a la uva, aumenta en el envero, estabilizándose la concentración durante la madurez, y al final del período, tiende a disminuir la llegada de carbohidratos al fruto.

Si bien la baya recibe aportes de azúcar desde el cuajado, al cambiar el color de la uva hay una intensa acumulación, a partir de reservas en hojas y partes leñosas, que son movilizadas hacia el fruto (Marteau 1956, citado por Andrades 1990). Luego, durante la fase de maduración, los azúcares provienen de la actividad fotosintética, realizada en este período (Andrades 1990).

Estudiando la fuente de azúcar, Bernard (1985) eliminó la inflorescencia de algunos pámpanos y encontró, mayor contenido de almidón, en el mesófilo de hojas basales durante el envero, en relación a las que disponían de frutos. No obstante, aún en ausencia de frutos, el almidón desapareció de las hojas durante ese mes, indicando, que la uva no es la única fosa para los azúcares, a pesar de ser el destino principal durante esa etapa.

En la variedad Thompson Seedless, Williams (1987a) observó, el aumento del peso seco de los pámpanos hasta el final de la estación, por lo cual, gran cantidad de carbono se trasloca a tales estructuras, aún durante la maduración del fruto.

En plantas del cv. Chardonnay mantenidas en invernadero, se observó durante la estación de crecimiento, una mayor disminución en el almidón de las hojas, con respecto a la sacarosa, y estos cambios eran iguales, en las plantas con y sin frutos (Chaumont 1994).

Pérez Harvey et al (1995) eliminaron hojas de los pámpanos en los cvs. Thompson Seedless y Flame Seedless, lo cual disminuyó la relación área foliar/peso de fruto, sin embargo, no observaron efectos significativos sobre el contenido de sólidos solubles en la uva. Los autores consideran, que la planta, tiene un sistema de vasos interconectados y distribuye sus nutrientes de manera general y no de forma localizada.

Según Motomura (1990) la traslocación del carbono asimilado, desde las hojas al racimo, estaría limitado a los ortósticos, siguiendo la conexión del floema.

Trabajando con los cultivares Tannat y Moscatel de Hamburgo, Balcar et al (1988) aplicaron $^{14}\text{CO}_2$ a hojas basales, medias y apicales del pámpano y obtuvieron los siguientes resultados: a) las hojas de la base, exportaron fotosintatos únicamente al racimo, b) la zona media, traslocó a las hojas apicales y ápice durante la etapa de cuajado, pero posteriormente la fosa principal fue el racimo, y c) el extremo apical, en pocas excepciones exportó hacia el fruto.

Igualmente Chaves (1986) en plantas de *Vitis vinifera* L., determinó la exportación más intensa de fotoasimilados al racimo, a partir de hojas basales y en segundo lugar, las ubicadas a la mitad del pámpano, especialmente desde cuajado hasta envero, después de ese período las hojas del extremo y parte media, adquirieron mayor importancia en la traslocación de carbohidratos al fruto.

2.7.4.2 Acidez y pH

La acidez, se debe esencialmente a la presencia de ácido málico y tartárico en la uva (Champagnol 1986b; Zamboni et al 1991) o bien a las proporciones relativas de málico, tartárico y potasio (Soyer et al 1993).

En la etapa de maduración, la acidez disminuye a causa de tres procesos: 1) oxidación del ácido málico, 2) dilución del ácido tartárico y málico causado por el crecimiento de la baya (Zamboni et al 1991; Champagnol 1993,1994) y 3) aumento en el nivel de potasio, que neutraliza parcialmente los ácidos (Champagnol 1993).

El ácido tartárico, es el más abundante y el que influye en forma determinante en el pH del vino (Champagnol 1986b). Se sintetiza muy lentamente, en los tejidos que experimentan división celular, hojas jóvenes y bayas durante la primer mitad del período cuajado - envero, se metaboliza y desplaza muy poco, acumulándose en el lugar de síntesis.

En cambio, el ácido málico, se produce en la mayor parte del vegetal, encontrándose principalmente en los órganos de mayor edad, se moviliza fácilmente, su síntesis y degradación es muy rápida (Champagnol 1994), incluso un aporte de las hojas a la uva, puede resultar imperceptible, por su catabolización inmediata (Champagnol 1986b).

En la primer fase de desarrollo del fruto, los ácidos orgánicos alcanzan niveles elevados, en el envero hay una alta reserva y en la madurez se observa un aumento del ácido tartárico, en relación al málico (Champagnol 1986b).

A pesar de la semejanza química en la fórmula del ácido tartárico y málico, éstos exhiben diferencias en la acumulación, durante el desarrollo del fruto (Ruffner 1982a).

Trabajando con el cultivar Chaumac, Possner et al (1985) observaron, que el ácido málico y tartárico, no se distribuían uniformemente en el fruto. En las bayas verdes, el málico aumentaba de acuerdo a un gradiente de concentración, desde el hollejo hacia las semillas y en el tartárico se delimitaban dos zonas, presentando alta concentración en la periferia y más baja en el centro. Después del envero, la relación entre la concentración de tartárico en el hollejo y su correspondiente valor en la parte central disminuyó, mientras lo inverso ocurrió con el málico.

Según Coombe (1987) durante la maduración, la respiración del ácido málico es mayor en los haces vasculares, provocando diferencias en la concentración y el movimiento de málico hacia esa zona.

En un estudio, se inyectó ácido málico radiactivo a bayas de vid y el almacenamiento de málico, se produjo lentamente y en poca cantidad, independientemente del estado fenológico del fruto (Steffan et al 1979, citados por Ruffner 1982b). Sin embargo, Taureilles et al (1995) encontraron una correlación negativa, entre la actividad de la enzima malato deshidrogenasa y el

contenido de ácido málico. El ácido, aumentaba antes de cambiar el color de la uva y simultáneamente disminuía la actividad enzimática, el fenómeno inverso, se producía después del envero.

De acuerdo con Iannini et al (1985), Suresh et al (1987) citados por Robredo et al (1993) a partir del envero, la acidez total de la uva, disminuye durante todo el proceso de maduración.

Según Champagnol (1986b) el mosto de uvas cosechadas al envero, alcanza una concentración en ácido málico de 200 a 400 meq/l y el ácido tartárico 100 a 200 meq/l, en la madurez contiene 10 a 40 meq/l y 80 a 120 meq/l, respectivamente.

Durante la madurez de la uva, existe cierto antagonismo entre el ácido málico y tartárico, el aumento en málico, se traduce en la disminución de tartárico, determinando un ligero aumento en el pH del mosto (Champagnol 1986b).

En la variedad Chaumac, Hrazdina et al (1984) analizaron el extracto homogeneizado de las bayas y observaron que el pH y sólidos solubles, describían curvas similares. Igualmente Jackson et al (1993) expresan: el incremento del pH, es paralelo al aumento de los sólidos solubles durante la maduración de la uva.

Según Zamboni et al (1991) el pH es más importante que la acidez, para juzgar las características organolépticas o la estabilidad química de los mostos.

Con relación a esta idea, en nuestro país, se analizaron 5058 muestras de vinos blancos, rosados, claretes y tintos, durante el período julio 1990 - junio 1993, encontrando, que no existe relación proporcional entre los diferentes parámetros de acidez. Se destaca, que la acidez total y fija, es insuficiente para evaluar las propiedades ácidas de los vinos, siendo necesario determinar el pH de los mismos (González et al 1993).

Según Champagnol (1984) el pH, no está correlacionado especialmente con el contenido de ácidos orgánicos, al estar determinado por una relación compleja, entre la concentración de cada ácido, la constante de disociación de éstos y la concentración de cationes.

De acuerdo con Somers (1975,1977) citado por Coombe et al (1980) la acidez titulable del mosto y vinos rojos, no es un buen indicador de la acidez. Es frecuente observar una acidez normal con altos pH, lo cual se correlaciona con elevados contenidos de potasio.

Se pueden obtener mostos con igual acidez y distinto pH, debido a diferente relación entre el ácido tartárico y málico (Zamboni et al 1991).

Según Ruffner (1982a) el contenido de ácidos, es un importante factor en la calidad de uva. Cuando la acidez es muy alta, se obtienen vinos de poca calidad, en cambio si la concentración es baja, se obtienen vinos desequilibrados.

2.7.4.3 Potasio

El potasio es el principal catión del fruto (Ruffner 1982a; Champagnol 1993). Actúa favoreciendo la acumulación y transporte de azúcar, la deficiencia de este nutriente, reduce la producción de uva y el nivel de sólidos solubles en la baya (Fregoni et al 1990; Delas 1995), aumentando al mismo tiempo su acidez (Delas 1995).

Durante la maduración de la uva, el potasio suministrado a la baya, proviene de una redistribución del nutriente en la planta (Champagnol 1984).

Estudiando la fertilización de potasio y su relación con la composición del mosto, Soyer et al (1993) observaron, que el nivel de potasio y el pH, aumentaban durante la fase de maduración de la uva, proporcionalmente al nivel de fertilización. En cambio los azúcares, ácido málico, tartárico y la acidez total, evolucionaban en forma independiente a la dosis aplicada.

De acuerdo con Champagnol (1993) la acidez de la baya, disminuye con el aumento de potasio, porque el ácido tartárico y málico son parcialmente neutralizados por este catión.

Resultados analíticos obtenidos en los viñedos de Bordeaux (Francia), concluyen lo siguiente: la fertilización excesiva con potasio ($120 \text{ kg de K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$) es el factor determinante en la baja acidez del mosto y el vino (Soyer et al 1993).

Sin embargo, diferentes rectas de regresión, muestran al potasio como factor importante de la acidez, únicamente en los viñedos con deficiencia, observándose diferencias de 0,3 a 0,4 unidades de pH, en relación a los de nutrición media. Pero en viñas que no presentan carencia, la influencia de este nutriente es limitada (Champagnol 1994).

Los resultados obtenidos por Dundon et al (1984) coinciden con la idea anterior, los autores observaron que la fertilización con potasio, no afectaba la acidez titulable del mosto y vino, cuando la vid no presentaba deficiencia.

Se ha observado, un mayor efecto del potasio sobre la acidez del vino, en relación al mosto, porque el hollejo y escobajo aportan potasio a la fase líquida (Champagnol 1994)

Este hecho, determina en los mostos con prolongada maceración, un alto contenido de potasio y por tanto, mayor precipitación del ácido tartárico, obteniéndose vinos con menor acidez y estabilidad (Suberviola et al 1994).

Con relación a lo anterior, el portainjerto SO_4 tiene gran capacidad para captar y absorber potasio (Zamboni et al 1991; Champagnol 1993; Delas 1995) y cuando la vid experimenta mayor absorción, aumenta su contenido en la uva y el vino (Delas 1995)

Otro efecto del potasio, es su acción catalítica sobre el metabolismo de los fenoles, observándose una relación positiva con la coloración de la uva, además, al aumentar la síntesis de fitoalexinas en las células, la baya, adquiere mayor resistencia a las enfermedades (Fregoni et al 1990).

2.7.4.4 Compuestos nitrogenados

Según Branas (1974) el nitrógeno total, disminuye durante la formación del parenquima en las bayas herbáceas y aumenta en la etapa de maduración, bajo la forma de aminoácidos y proteínas.

Igualmente Peynaud et al (1953) citados por Champagnol (1984) consideran, que la síntesis de aminoácidos y proteínas, se produce durante el desarrollo del fruto y especialmente en la maduración.

En los cultivares Gewurstraminer y Riesling se observó, que los aminoácidos del fruto, aumentaban linealmente, con el incremento del pH y sólidos solubles (Murphey et al 1989).

Los principales aminoácidos del mosto y el fruto, serían la arginina y prolina (Nassar et al 1966, citado por Catalina et al 1981).

En plantas de Cabernet franc, creciendo en un suelo con baja disponibilidad de agua, se determinó, una alta concentración de prolina en los frutos cosechados (Matthews et al 1988).

Estudiando la fracción nitrogenada, en el jugo de 28 variedades de vid, Kliewer (1969) citado por Lavin (1985c) encontró, que el 60 a 90 % del nitrógeno total, estaba representado por aminoácidos y la mayor proporción correspondía a la arginina.

Según Delas (1993b) la arginina y urea son precursores del carbamato de etilo y en algunos países (ej: Canadá), han fijado un límite de ese compuesto, para los vinos importados.

En un experimento, se observó claramente, el aumento del carbamato de etilo con la degradación biológica de arginina en el mosto (Liu et al 1994).

En un estudio, se midió a diferentes mostos la concentración de arginina y el vino obtenido se almacenó durante 10 años a una temperatura que osciló de 11,7 °C a 14,4 °C. Luego de este periodo, se determinó una alta correlación positiva, entre el nivel original del aminoácido y el carbamato de etilo contenido en el vino (Ough et al 1989).

De acuerdo con Delas (1993b) la fertilización nitrogenada, aumenta la tasa de aminoácidos y en forma considerable la arginina del mosto.

En un trabajo con el cultivar Riesling, se observó, que la concentración de prolina y arginina en la uva y la urea en el vino, experimentaban un incremento lineal, al aumentar la fertilización nitrogenada (Spayd et al 1994).

2.7.4.5 Compuestos fenólicos

Al comenzar la degradación de la clorofila en la baya, se sintetizan activamente compuestos fenólicos (o polifenoles), los cuales, determinan el color de la uva.

En el envero, las bayas verdes se vuelven rojas o amarillas y los cambios continúan durante la maduración, la coloración se produce en el hollejo, pero en algunas variedades, también se colorea la pulpa (Reynier 1989).

La duración del envero es de unos 15 días en las uvas del viñedo, pero el fenómeno fisiológico, no es simultáneo, individualmente, una baya, cambia de color en 24 horas (Andrades 1990).

En forma simple, se puede clasificar a los compuestos fenólicos, en ácidos fenóles y flavonoides. El primer grupo comprende a los ácidos benzoicos y cinámicos, el segundo a los flavonoles, antocianos, catequinas y leucoantocianos (Ribéreau-Gayón 1980, Mareca 1983, Da Rosa 1988, citados por González 1994).

La estructura de los ácidos fenóles, está constituida por un anillo bencénico; y en los tejidos vegetales se encuentran generalmente combinados con hidroxácidos y azúcares (Ribéreau-Gayón 1968, citado por González 1994). Los flavonoides, tienen dos anillos bencénicos, unidos por un heterociclo oxigenado (los vértices del anillo son carbonos, excepto uno que es un oxígeno), el cual tiene tres átomos de carbono (Ribéreau-Gayón 1968, Mareca 1983, citados por González 1994).

En el racimo, la mayor concentración de polifenoles, se produce en el hollejo, pepitas (Champagnol 1984; Andrades 1990) y escobajo (Andrades 1990).

Con respecto a la síntesis, Pirie et al (1977) citado por Andrades (1990) observaron, un aumento simultáneo en la concentración de azúcar y polifenoles totales en la uva.

En la variedad Chaumac, Hrazdina et al (1984) observó, que la evolución de los antocianos, describía una curva sigmoide durante la maduración del fruto.

Si bien la síntesis activa de compuestos fenólicos, se produce al cambiar de color la uva, en la variedad Chaumac (Hrazdina et al 1984) y Cabernet Sauvignon (Darné 1988), se observó la presencia de antocianos en la baya, antes del envero. Hrazdina et al (1984) notaron la activación de la enzima fenilalanina-amonio-*liasa*, antes de comenzar el envero y al mismo tiempo, aparecían trazas de antocianos.

Los antocianos presentes en la uva de la variedad Chaumac (Moskowitz et al 1981) y en Cabernet Sauvignon (Darné 1988) son principalmente: malvidina, delfinidina, peonidina, petunidina y cianidina.

Según Reynier (1989) los antocianos, son los principales constituyentes de los pigmentos rojos y los flavonoles, son compuestos de color amarillo.

Trabajando con la variedad Chaumac, Moskowitz et al (1981) observaron una alta proporción de antocianos en las vacuolas de las células subépidermicas (la mayor proporción en la 1^{ra} capa de células, en la 2^{da} y 3^{ra} había cantidades importantes y en la 4^{ta}, 5^{ta} y 6^{ta} solo aparecían esporádicamente). En cambio, estaban prácticamente ausentes en la epidermis y el color rojo oscuro en el hollejo de las bayas, se debía a la presencia de tales compuestos.

Si bien la estructura química de los compuestos fenólicos, supone la absorción de radiaciones ultravioletas (280 nm), las moléculas de flavonoides, experimentan variaciones por resonancia y la longitud de onda absorbida, aumenta a medida que la resonancia se produce en mayor número de átomos (es particularmente claro en los antocianos), determinando cambios en el color del vino (Champagnol 1984).

2.8 Efecto del manejo de suelos sobre sus propiedades, malezas y actividad biológica

2.8.1 Estructura

El laboreo, permite controlar malezas, estimula la mineralización de la materia orgánica, modifica el balance de agua y mejora las condiciones para el crecimiento radicular de las plantas (De Willigen et al 1987).

Sin embargo, la materia orgánica es importante en la estabilidad estructural del horizonte A (Sganga et al 1981; Hamblin 1985; Kay 1990), ya que los coloides orgánicos (y minerales) originan la mayor parte de los agregados del suelo (Baver et al 1991).

El laboreo, al acelerar la oxidación de la materia orgánica, degrada la estructura (Díaz et 1980; Marchesi et al 1980; Kononova 1982; Formento 1983; Cánepa et al 1984; Oades 1984; Zaragoza 1987; Sims 1990; Ihori et al 1995). Esto se puede observar en los viñedos, el pasaje de herramientas para controlar malezas, reduce el contenido de materia orgánica y aumenta el nivel de nitrógeno mineral (Pool et al 1990).

Si bien el laboreo deteriora las propiedades físicas, al reducir la fracción orgánica (Ponce de León et al 1980), no es la causa especial que explica este hecho. Los implementos de labranza y el tránsito de maquinaria, provocan compactación, (aumento en la densidad del suelo al aplicar una carga o presión) y destruyen los agregados, disminuyendo su tamaño (Marchesi et al 1980).

En Champaña (Francia), se ha observado, que el tránsito frecuente del tractor en el viñedo, reduce la macroporosidad y aumenta la densidad aparente, ocasionado por las ruedas que compactan el suelo (Ballif 1989-1990).

Estudiando el efecto de las máquinas en un suelo de viña, Ballif (1989-1990) observó, al analizar los primeros 30 cm del perfil, que el pasaje frecuente del tractor, provocó mayor disminución en la porosidad total (44 %), en relación a la frecuencia limitada (22 %).

Por otro lado, el manejo de suelos en la viña con herbicida total, produce compactación superficial (Zamalvide et al 1994). Su influencia inmediata se limita a una capa delgada en la superficie, pero ésta, afecta la dinámica de aire y agua de todo el perfil (Baver et al 1991).

Esta compactación, es causada por una fuerza externa, originada primariamente por la energía cinética de las gotas de lluvia. La cual genera dos procesos, la formación de una capa en superficie con un espesor aproximado de 0,1 mm y en segundo lugar, las partículas dispersadas son arrastradas por el agua que infiltra, obliterando los poros inmediatamente debajo de esta capa (Baver et al 1991).

Una practica realizada en los viñedos de nuestro país, es la siembra de gramíneas o leguminosas, de crecimiento invernal, la cual es incorporada al suelo a principios de primavera (Alvarez 1980).

Según Zamalvide et al (1994) la avena, cebada forrajera y leguminosas aportan materia orgánica de rápida descomposición, como resultado, el efecto físico, es muy limitado en el tiempo.

Al incorporar un material vegetal poco lignificado, prácticamente no genera compuestos húmicos (Trocme et al 1979; Champagnol 1980), incluso puede aumentar la destrucción de la materia orgánica estabilizada, en cambio, al agregar tejidos más lignificados, el efecto físico permanece durante más tiempo (Trocme et al 1979).

De acuerdo con Zamalvide (com. pers.) la incorporación de restos vegetales, aumenta la porosidad del suelo, en el espacio físico ocupado por los residuos.

Una variación del manejo anterior, es implantar un cereal de ciclo corto en otoño, cortándolo luego de floración, para formar una cobertura (mulch) sobre el suelo (Zamalvide et al 1994).

Según Ravel et al (1976) citados por Faroppa (1981) el efecto físico del mulch vegetal, radica en la protección de la superficie del suelo, en mayor grado, que la incorporación de materia orgánica.

2.8.2 Aireación

El efecto inmediato del laboreo, consiste en aumentar la porosidad y aireación del suelo, pero a largo plazo, disminuye el tamaño de los agregados. Ésto puede afectar negativamente el crecimiento de raíces, a través de dos procesos, por resistencia mecánica o al inducir niveles insuficientes de oxígeno (Marchesi et al 1980).

Ponce de León et al (1980) subrayan la importancia de los macroporos, por ser los responsables del drenaje y aireación y constituyen el principal espacio para el crecimiento radicular.

Los manejos, pueden afectar indirectamente la aireación, al incidir sobre el contenido de agua del suelo.

La presencia de un film de agua entre el contacto suelo-raíz, tiene particularmente dos efectos. El oxígeno debe pasar directamente a una superficie radicular más reducida y por otro lado, la distancia de difusión aumenta, el requerimiento en la concentración de oxígeno del suelo, es triplicada por el primer efecto y duplicada por el segundo (De Willigen et al 1987).

Según Westwood (1982) el factor clave del crecimiento radicular en los frutales de hoja caduca, es el grado de aireación del suelo a diferentes profundidades, la falta de oxígeno, puede reducir o detener el crecimiento de la raíz.

Uno de los manejos que afecta el oxígeno en el suelo del viñedo, es el herbicida total, al permitir el sellado de poros en la superficie, limita la renovación de oxígeno (Zamalvide et al 1994).

Según Rathore et al (1982) citado por Lynch et al (1985) la tasa de difusión de oxígeno, puede reducirse cerca del 50 %, a las 24 horas de formada la superficie compactada.

Algunos investigadores consideran, que los suelos con alto contenido de limo, son más sensibles a la compactación superficial (Sganga et al 1984; Zamalvide et al 1994), mientras los arcillosos, muestran mayor sensibilidad a la compactación en los horizontes del perfil (Sganga et al 1984).

De acuerdo con Gupta et al (1987) el índice de compresión del suelo (pendiente de la parte lineal en la curva, entre densidad aparente y el logaritmo de la fuerza aplicada al suelo), aumenta junto con el contenido de arcilla y cuando la fracción mineral es de 33 %, el índice alcanza su máximo valor. Un alto valor del índice de compresión, significa alta compresibilidad y mayor compactación del perfil.

2.8.3 Temperatura

El laboreo, aumenta la aireación y porosidad del suelo, y al reducir su calor específico, se calienta más rápido en superficie y más lento en profundidad, por menor conductividad térmica (Marchesi et al 1980).

En dos suelos diferentes (limo arcilloso y limo arenoso) se observó, un mayor contenido de agua en el suelo imperturbado, en relación al laboreo tradicional, el primero tenía mejor contacto e intercambio de calor entre partículas y mayor conductividad térmica (Azzoz et al 1995).

De acuerdo con Zaragoza (1987) el manejo de suelos con mulch en frutales, aumenta el riesgo de daños por heladas

Esta cobertura, dificulta la emisión de radiaciones en la superficie (Trocme et al 1979), aumenta la infiltración y contenido de agua del suelo, manteniendo el horizonte superior, con una temperatura más baja y uniforme, en relación al terreno descubierto (Russell et al 1964) y como el suelo emite radiaciones en función de su temperatura (Martino 1994), al descender ésta, hay menor emisión.

Además, un suelo con alto contenido de agua, puede absorber grandes cantidades de calor, sin causar importantes cambios en la temperatura (Martino 1994), ya que el calor específico del agua, es 5 veces más elevado, en relación al calor específico medio del suelo (Ruks et al 1988).

También se menciona, que los residuos vegetales en superficie, disminuyen la temperatura, porque reciben la mayor parte de la radiación directa y requieren más energía para calentarse, por el calor específico superior al del suelo (Marchesi et al 1980).

Durante el verano de Australia, Cockcroft et al (1966) citados por Hogue et al (1987) midieron una temperatura de 32 °C en los primeros 7,5 cm del suelo, en las parcelas tratadas con herbicida, siendo en cambio de 24 °C, en el mulch de paja.

Si bien el suelo con residuos vegetales en superficie, tiene temperaturas máximas más bajas, las mínimas son mayores, en relación a otro sin cobertura (García 1996) y una temperatura menor durante el día en un suelo cubierto, podría estar equilibrada con una mayor durante la noche (Lemon 1956, citado por Black 1975).

Por otra parte, los distintos manejos, inciden en la temperatura del suelo, de acuerdo al grado de control en las malezas.

El suelo sin malezas, se calienta más rápido en primavera, en relación a los enmalezados o cuando son manejados mediante laboreo (Zaragoza 1987).

Las malezas, dificultan el intercambio calórico entre el suelo y la atmósfera, aumentando la sensibilidad a daños por bajas temperaturas en el viñedo (Rojas 1981; Ramirez 1983; Kogan et al 1983, citado por Lavin et al 1987).

La misma idea expresa Boubals (1992) las malezas en la viña durante el período de heladas en primavera, favorece el daño por frío con respecto al suelo desnudo.

Si bien los brotes herbáceos de la vid, se congelan cuando la temperatura del aire es de $-2,5^{\circ}\text{C}$, en el manejo con herbicida, se observó menor daño por las heladas de primavera, aunque la temperatura alcanzara $-2,5^{\circ}\text{C}$ (Boubals 1992).

2.8.4 Infiltración

Un efecto especial del manejo de suelos, es alterar la capacidad de infiltración, estando muy relacionada, a la magnitud alcanzada por el escurrimiento superficial del agua no infiltrada (Lavin et al 1989).

De acuerdo con Schwab et al (1990) en términos generales, la cobertura vegetal y la forma de mantener la superficie, tiene mayor importancia sobre la infiltración, que el tipo y textura del suelo.

Con relación a esta idea, Black (1975); Sojka (1984); Unger (1990); Stobbe (1994); Baumhardt et al (1996) consideran, que los residuos orgánicos dejados sobre la superficie, aumentan la infiltración de agua.

En un trabajo, se cubrió el suelo con un material orgánico (paja), y se observó, que durante 40 minutos, la infiltración se mantuvo en un nivel constante, pero después de haber eliminado la cobertura, ésta se redujo a una sexta parte de su valor original (Schwab et al 1990).

La reducción brusca en la infiltración, es el resultado de la desintegración estructural, causada por el impacto de las gotas de lluvia y al movimiento del agua sobre el suelo, el cual acomoda las partículas finas entre las gruesas, obliterando los poros. Por otro lado, la humedad del suelo reduce o limita la infiltración, porque los coloides aumentan de volumen, disminuyendo el espacio entre poros y consecuentemente el movimiento de agua (Schwab et al 1990).

En otro estudio de campo realizado en viñedos, se mantuvieron parcelas cubiertas con compost urbano (120-150 ton/ha) comparándolas al suelo desnudo, en un terreno con 34 % de pendiente y se observó, un escurrimiento de 9 a 10 veces menor en las parcelas cubiertas y la reducción, se debía al aumento de la infiltración (Ballif 1989-90).

En parcelas de duraznero, se observó menor escurrimiento, cuando el 50 % de la superficie estaba cubierta con residuos de festuca, pero cuando el área, era menor a 10 %, no se lograba mayor eficiencia en relación al herbicida o laboreo, para reducir el agua de escurrimiento (Glenn et al 1989).

El tratamiento con residuos de festuca en la superficie, mantiene una mayor tasa de infiltración, al conservar o mejorar la estructura del suelo y aumentar significativamente la macroporosidad, en relación a los tratamientos herbicida y laboreo (Welker et al 1988).

Las irregularidades en la superficie del suelo, tiene importantes efectos sobre el flujo de agua (Larson et al 1997).

De acuerdo con Sganga et al (1982) cuando las prácticas de manejo del suelo, enlentecen el escurrimiento superficial, aumenta la infiltración y por tanto el volumen de agua almacenada.

El laboreo del suelo, forma microrelieves en la superficie y el agua puede acumularse en las depresiones, favoreciendo su posterior infiltración (Marchesi et al 1980).

Los estudios realizados por Dixon (1975), Dixon et al (1972), Linden et al (1976) citados por Dixon (1995) muestran, que aún pequeños milibares en la presión del aire del suelo, pueden reducir en forma importante la infiltración y los macroporos conectados a las crestas del microrelieve, permiten liberar la presión.

Por el contrario, el manejo con herbicida total, provoca la formación de una capa compacta en superficie, como consecuencia, infiltra menos agua y aumenta el escurrimiento (Cánepa et al 1984; Zaragoza 1987).

En un trabajo de laboratorio, Morin et al (1996) midieron la infiltración del agua en el suelo, utilizando un simulador de lluvia con una intensidad de 350 mm.h^{-1} . Para ello, colocaron cajas de metal dándoles cierta pendiente y las llenaron con una capa de 8 cm de arena gruesa (1 a 2 mm), extendieron sobre ésta, 2 cm de suelo Vertisol (52 % de arcilla, 15 % de limo y 33 % de arena) tamizado con malla de 4 mm y luego una última capa de 2 cm con los tratamientos que se describen a continuación : a) toda la superficie cubierta con el Vertisol, b) el Vertisol en la mitad superior y en la mitad inferior arena, c) la mitad superior con arena y en la inferior Vertisol. Como resultado, obtuvieron la menor infiltración, en el tratamiento con la superficie cubierta únicamente con el Vertisol, la caja conteniendo arena en la mitad inferior, experimentó la más alta infiltración inicial, pero comenzó a disminuir lentamente, al estar el suelo sin protección, las fracciones finas fueron arrastradas a la parte baja, compactando la superficie. En cambio, hacia la parte superior con arena, no hubo transporte de partículas, siendo el tratamiento que logró mantener la infiltración más alta en el tiempo.

Si bien el manejo con herbicida, afecta la infiltración, la influencia del laboreo también puede ser importante, ya que mantiene la superficie sin protección y las herramientas destruyen los agregados del suelo.

Lavin et al (1989) trabajando en un viñedo de secano con el cultivar Riesling y a 6 años de iniciados los manejos de suelo, consistiendo en laboreo y herbicida en la entrefila, midieron el agua infiltrada y a los 10 minutos de comenzar las mediciones, la velocidad de infiltración en el herbicida era un 50 % mayor y entre 5 y 20 horas después, se mantenían las diferencias en un 30 % a favor de este manejo.

Otro trabajo, experimentó diferentes manejos de suelo en manzano y al analizarse los resultados obtenidos del 4^{to} al 6^{to} año (1989-1991), se observó, mayor infiltración en las parcelas con enmalezado permanente y aplicación de herbicidas post - emergentes, siendo menor en el laboreo y tratamiento de herbicida con pre- y post - emergentes, éste último, a partir del 4^{to} año, presentó compactación superficial (Merwin et al 1994b).

2.8.5 Erosión

La erosividad de una lluvia, puede ser expresada, en términos de tamaño de gota, intensidad, energía cinética o momento (Lal 1984).

En un estudio con 19 variables independientes, las cuales medían la precipitación o eran interacciones de características combinadas, se determinó, que la medida más importante de la fuerza que originó la erosión, fue el producto entre la energía de la lluvia y la intensidad máxima en 30 minutos (Schwab et al 1990).

Otros autores, coinciden con esta idea, Marchesi et al (1980); Hudson (1982); Marelli (1988); Baver et al (1991); García (1992).

El efecto de las gotas de lluvia, había sido reconocido en el siglo pasado por Wollny 1890, sin embargo, no fue considerado en su verdadera magnitud, hasta los trabajos de Ellison 1944-1947. La energía cinética de la gota, es clave para la desagregación, mientras el escurrimiento, es efectivo en el transporte del material desagregado (Puentes 1984).

El proceso de erosión, incluye: 1) la desagregación del suelo, por el impacto de las gotas de lluvia, 2) el transporte de este material, por el escurrimiento superficial y 3) la sedimentación, cuando el escurrimiento pierde velocidad (Rose 1985, citado por García 1994b).

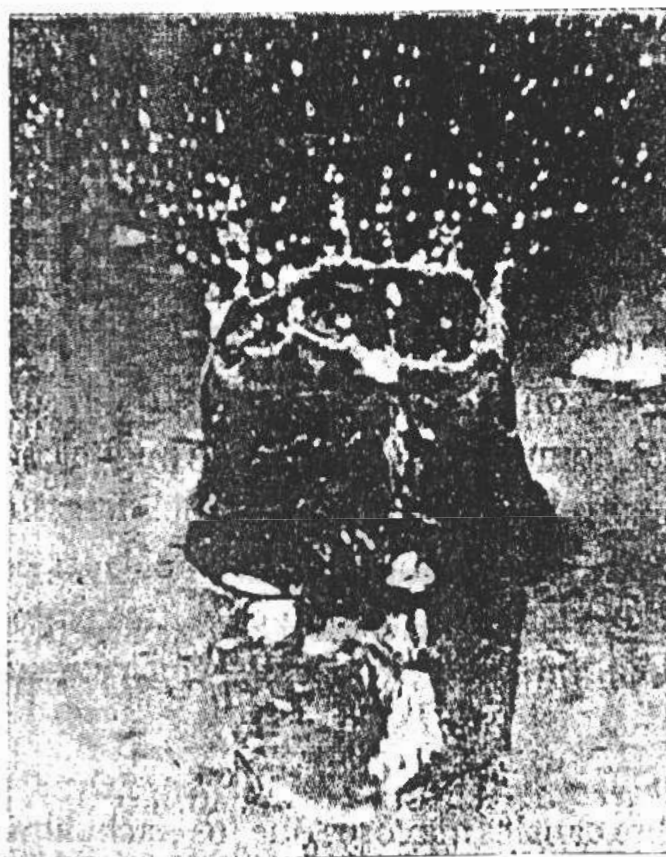


Figura N° 3: Impacto de una gota de agua en un suelo húmedo (Schwab et al 1990)

Por otro lado, en un viñedo de Pinot noir, se determinó, que el tratamiento con herbicida presentaba alto riesgo de erosión, éste era bajo al realizar enmalezado permanente y el mulch de sarmientos (con eventuales laboreos) presentó un nivel intermedio (Roubal 1995).

La mayor susceptibilidad a la erosión, en los suelos con herbicida o laboreo, se debe principalmente, a que los manejos, mantienen la superficie sin protección.

El impacto de la gota sobre un terreno descubierto, no solo desprende partículas (Schwab et al 1990), también disminuye la cohesión y deteriora la estructura (Sganga et al 1981; Petraglia 1982; Schwab et al 1990).

Al disminuir el tamaño de las partículas, aumenta la dificultad para separarlas del suelo, pero se trasladan con mayor facilidad, es decir, la arcilla, es más difícil para desprender que la arena, pero más fácil de transportar (Schwab et al 1990).

Stallings (1957) citado por Hudson (1982) refiriéndose al trabajo de Ellison sobre la acción mecánica de las gotas de agua, expresa: el elemento de control más importante para evitar la erosión, es tener la superficie del suelo protegida por una cobertura vegetal.

De acuerdo con Sojka (1984); Schwab et al (1990); Unger (1990); Martino (1994); Stobbe (1994) cuando las gotas caen sobre vegetales o residuos de plantas, la energía cinética es disipada.

Según Zaragoza (1987) el uso de mulch orgánico en los huertos frutales, disminuye la erosión.

Ballif (1989-90) trabajó en un terreno con 34 % de pendiente y comparó parcelas de viña, conteniendo compost urbano en superficie y otras con suelo desnudo. Determinando en el período 1985-86, que la cantidad de tierra erosionada por lluvias de 10 a 16 mm/hora era de 800 a 1300 kg/ha en la superficie descubierta y 3 a 5 kg/ha en el suelo protegido.

En este ensayo, Ballif (1995a) durante la evaluación 1988-89 y 1990-91, observó, una pérdida de 6500 kg/ha y 8100 kg/ha respectivamente en el suelo sin protección y en las parcelas que contenían compost urbano 56 kg/ha y 83 kg/ha, para ambos periodos.

2.8.6 Materia orgánica

Al laborear el suelo por primera vez, el nitrógeno orgánico, experimenta una lenta, pero importante disminución (Baethgen 1992), con el tiempo, el contenido de materia orgánica es menor, realizando bajos aportes de nitrógeno disponible (Rabuffetti 1990).

Con respecto a la bioquímica, durante la oxidación de compuestos orgánicos Champagnol (1980,1984); Kononova (1982) explican: hay una rápida degradación inicial, causada especialmente por la intensa actividad microbiana, el material continúa siendo atacado y permite el crecimiento de la biomasa fúngica y bacteriana. Finalmente como producto de la descomposición, se obtienen moléculas más resistentes al ataque microbiano, por estar unidas fundamentalmente a polifenoles.

Estudiando diferentes manejos de suelo en la viña, Soyer et al (1984) encontró, que el contenido de materia orgánica en las parcelas con laboreo, era significativamente inferior al del herbicida total y enmalezado permanente. En el laboreo, la degradación de los compuestos orgánicos era más rápida por efecto de la aireación, con el enmalezado había un enriquecimiento de materia orgánica por parte de las malezas y el control químico reducía la evolución de los compuestos húmicos.

En un huerto de manzanos, luego de analizar los resultados de 5 años (1986-1990), Merwin et al (1994b) determinaron incrementos en el nivel de materia orgánica, entre 0 y 20 cm del suelo, con los tratamientos enmalezado permanente, mulch de paja (30 kg/árbol) y control químico de malezas realizado únicamente con post - emergentes. Por el contrario, ésta disminuyó, en el laboreo y en la aplicación de herbicidas cuando incluyó pre - y post - emergentes.

En un experimento, se compararon los tratamientos, restos de plantas (trigo, maíz) incorporados y dejados en superficie, observándose una tasa más alta en la mineralización del nitrógeno, al mezclarlos con el suelo. El mayor contacto con el material orgánico, permitió aumentar la degradación de los residuos (Hubbard et al 1996).

En Georgia, se determinó que el contenido medio de materia orgánica en 28 suelos, disminuyó de 3,29 % a 1,43 %, después de cultivarlos durante 25 años (Alexander 1981).

Luego de realizar laboreos en un suelo por un período de 45 años, el carbono orgánico total y polisacáridos, disminuyeron en forma similar, lo cual indicaría que los carbohidratos, son la fracción más lábil, en la masa de carbono total (Sims 1990).

Por otro lado, Smith et al (1990) encontraron, que al agregar 5000 kg.ha⁻¹.año⁻¹ de residuos, en la rotación trigo-barbecho, el nivel de la fracción orgánica del suelo permaneció constante.

De acuerdo con Amato et al (1992) citados por Hassink (1996) al agregar residuos vegetales, las diferencias observadas en la cantidad de carbono retenido por el suelo, se explicaría, por la magnitud del carbono orgánico adsorbido a la fracción arcilla y limo (protegen a la materia orgánica de su degradación) y no a diferente incorporación por parte de la biomasa microbiana.

En un ensayo, Hassink (1996) aplicó C¹⁴ orgánico a 11 suelos, con diferente textura y determinó, una alta correlación negativa entre la cantidad de ¹⁴CO₂ producido por la respiración microbiana y el déficit de saturación del suelo (se obtiene restando la cantidad actual de carbono asociada a las partículas menores a 20 um, a la máxima cantidad que puede contener esta fracción).

2.8.7 Nutrientes

Según Delas (1995) el manejo con herbicida, permite mayor absorción de potasio y otros minerales por parte de la planta. En cambio, el enmalezado permanente, generalmente, disminuye la absorción de nitrógeno y potasio, al inducir menor vigor en la vid.

Investigaciones realizadas por Bell et al (1979), Van Huyssteen et al (1980) citados por Conradie et al (1989b) demuestran, que el enmalezado permanente puede reducir el nitrógeno del

suelo, resultando uvas con bajo nivel de este nutriente, lo cual provocaría la inhibición en la fermentación del mosto, obteniéndose vinos de baja calidad

La anterior correlación, se podría observar, en los manejos de suelos, que no realizan un control eficiente de malezas en la viña.

Por otro lado, al realizar control químico, en general se observa un mayor desarrollo de raíces superficiales, la lluvia humedece los primeros centímetros del suelo y le permite a la planta, absorber mayor cantidad de nitrógeno y potasio en relación al laboreo, porque en éste último, el agua no alcanza las raíces (Champagnol 1986a).

A partir de un estudio, realizado por Soyer et al (1984) los autores observaron, que durante la floración de la vid, los peciolo del tratamiento con herbicida total, tenían mayores niveles de nitrógeno, con respecto al laboreo y enmalezado permanente, como consecuencia de una colonización más abundante de las raíces, en el horizonte superficial.

Coincidiendo con el autor anterior, Cánepa et al (1984) en su trabajo, encontraron mayor nivel de nitrógeno foliar, en árboles de duraznero, con el tratamiento herbicida en la entrefila.

Igualmente Welker et al (1985) citados por Hogue et al (1987) en árboles jóvenes de duraznero, encontraron una correlación positiva, entre el nitrógeno foliar y el área mantenida libre de malezas, con herbicida.

Según Chandler (1962) citado por Faroppa (1981) la falta de correlación observada en algunos ensayos, entre el fósforo aplicado y el contenido en las hojas del árbol frutal, se debe a la fijación de este ion en el horizonte superficial. De ahí la importancia del manejo de suelos con mulch, al permitir un mayor desarrollo de raíces a ese nivel, aumentaría la captación y absorción de fósforo.

2.8.8 Actividad biológica

Las operaciones de laboreo, causan importantes alteraciones en la actividad de los microorganismos, al modificar el medio ambiente (Alexander 1981; Sims 1990; Hubbard 1996).

El gran impacto del laboreo sobre la biomasa microbiana, se explica por la incorporación de materia orgánica y a modificaciones físicas del suelo (Jenkinson et al 1976, Adams et al 1981, Biederbeck et al 1984, Brookes et al 1984, Carter et al 1982,1984, Fyles et al 1988, Follet et al 1989, citados por García et al 1992).

De acuerdo con Marchesi et al (1980) el laboreo, incorpora compuestos orgánicos y modifica la dinámica del aire, agua y temperatura del suelo, determinando un incremento en la actividad microbiana.

Si bien inicialmente, el laboreo favorece el desarrollo de microorganismos, al mejorar las condiciones de aireación, humedad y temperatura, con el tiempo, deteriora las propiedades físicas y disminuye el sustrato orgánico, provocando una reducción en el crecimiento y actividad microbiana (Brookes et al 1982, Follet et al 1989, citados por García et al 1992.).

En este sentido, un estudio comparó el campo natural, con un terreno que había sido cultivado durante 69 años, encontrando menor cantidad de biomasa y actividad enzimática, en el suelo de cultivo (Gupta et al 1988).

Tal vez el laboreo, no logre afectar la actividad biológica global del suelo, pero probablemente alteraría, su distribución en el perfil (Lynch 1984).

El tránsito de maquinas, puede tener efectos indirectos sobre los microorganismos del suelo, Voronin (1982), Sheptukhov et al (1982) citados por Raghavan et al (1990) consideran, que al aumentar la compactación del perfil, se producen cambios en la dinámica del aire, agua, afectando a la actividad microbiana y como resultado el balance de nitrógeno mineral favorece al amonio, en relación al nitrato.

Los suelos sin laboreo, presentan mejor estructura, observándose un aumento en la proporción de biocanales y macroporos, debido a la intensa actividad biológica, especialmente de las lombrices (Lal 1989).

Las lombrices, son particularmente importantes en la descomposición de la materia orgánica en los suelos sin laboreo (Prasad et al 1991) ya que su actividad, es altamente incompatible con el laboreo intensivo (Unger 1990).

En condiciones de laboratorio, Lance (1987) citado por Gibbs et al (1988) observó, una menor actividad de las lombrices (*Aporroctodea caliginosa*) al disminuir la porosidad total del suelo

Por otro lado, la implantación de una especie vegetal en la entrefila del viñedo, aumenta la población microbiana (Cuinier et al 1976). Los aportes de compuestos orgánicos, son una fuente de energía para los microorganismos (Ruks et al 1988).

Con respecto a la aplicación de herbicidas, se han encontrado efectos sobre la actividad y biomasa microbiana (Wardle et al 1990).

Un ensayo, evaluó la aplicación de tres herbicidas y su influencia en los microorganismos del suelo, determinando, que el uso repetido de paraquat disminuyó significativamente la biomasa microbiana, en cambio, los dos herbicidas restantes no revelaron diferencias, pero sí afectaron el balance de especies presentes. En las parcelas tratadas con MCPA, había menos actinomicetes y en las que se aplicó simazina, había menor número de bacterias anaerobias (Duah-Yentumi et al 1986).

Otro estudio, evaluó la influencia de los herbicidas, pendimethalim, difenzoquat y thiobencarb, sobre la viabilidad microbiana, mineralización del carbono orgánico, nitrificación y oxidación del azufre, no encontrando efectos significativos sobre estos parámetros (Atlas et al 1978).

Varios autores han determinado, que la aplicación de herbicidas, afecta a los microorganismos responsables de producir la reducción biológica del nitrato y nitrito, a formas gaseosas de nitrógeno. Sin embargo, Yeomans et al (1985,1987) utilizaron en un primer ensayo 20 herbicidas y luego seleccionaron a dalapon, atrazina y simazina, para un segundo trabajo, evaluando la influencia sobre la desnitrificación y no encontraron efectos significativos.

2.8.9 Agua del suelo y malezas

“ En algún tiempo los científicos de la agricultura consideraron que una superficie suelta, pulverulenta, ayudaba a reducir la cantidad de agua pérdida por el suelo y aunque todavía se cree por los agricultores que esto es cierto, los experimentos de campo de todo el mundo, han demostrado que esta capa suelta no tiene normalmente tal efecto. La importancia de estas operaciones se deben a las hierbas que eliminan y no a la superficie suelta que da lugar ” (Russell et al 1964).

Confirmando estas ideas, Black (1975); Trocmé et al (1979) expresan, un suelo con un contenido de agua menor a capacidad de campo, cede muy difícilmente agua a otro con menor humedad, así la tierra seca en superficie, aísla a las capas profundas y las pérdidas ocurren únicamente, por la transpiración vegetal.

Sin embargo, los residuos vegetales en la superficie, disminuyen la evaporación (Saver et al 1996) debido a la menor radiación incidente (Martino 1996) y se considera, que es un proceso importante a controlar, para conservar el agua del suelo (Smika et al 1986).

De acuerdo con Papendick et al (1990) una baja cantidad de residuos vegetales, puede ser efectiva para aumentar la infiltración, pero no, para reducir la evaporación.

Por el contrario, al realizar laboreo, aumenta la superficie expuesta del suelo a la atmósfera, hay mayor entrada de aire y disminuye el albedo, provocando el incremento en la tasa de evaporación (Jalota et al 1990).

Según Ballif (1994a) la pérdida de agua, está relacionada con la explotación del suelo. En un estudio sobre el balance hídrico anual, el autor, registró una evaporación de 340 mm en la parcela sin cobertura, la evapotranspiración en el viñedo fue de 393 mm y 500 mm en la rotación de remolacha azucarera y trigo.

Por otro lado, el control de malezas, es el principal problema del manejo de suelos en la viña (Novoa et al 1988). éstas compiten por agua (Lavin et al 1989; Boubals 1992) y nitrógeno, disminuyendo el crecimiento y producción de la vid (Boubals 1992).

El *Cynodon dactylon* ("gramilla"), es una de las malezas más perjudiciales para la viña (Boubals 1992) en un periodo de 3 años puede reducir más del 30 % del vigor y producción de las plantas (Agulhon 1996).

Las malezas, además de competir por agua luz y nutrientes en los viñedos, predisponen al ataque de enfermedades y plagas, al favorecer su desarrollo y servirles de hospederos alternativos, pueden causar efectos alelopáticos al secretar toxinas radicales, impiden el desarrollo de raíces superficiales en las plantas, por competencia, alelopatía o por el laboreo necesario para destruirlas (Lavin et al 1987).

Si bien es conocido el efecto perjudicial de las malezas, también se mencionan algunas ventajas. Según Merino et al (1979), Rojas (1981), Simon (1983), Neyrod et al (1983) citados por Lavin et al (1989) cuando éstas tienen un sistema radicular denso y poco profundo, mejoran la agregación, infiltración, aireación y aumentan el contenido de materia orgánica del suelo en el viñedo.

De acuerdo con Formento (1983) en fruti-viti-cultura, las malezas, se convierten en una gran ayuda en el control de la erosión y en la eliminación de los excesos de agua, en especial durante el invierno.

Estudiando la influencia del manejo de suelos en la nutrición hídrica del duraznero, Cánepa et al (1984) determinaron que el tratamiento con herbicida, presentó la menor frecuencia en los excesos y déficit. Los autores explican: si bien las malezas son controladas con el laboreo y aplicación de herbicidas, hay diferencias de grado, los pre-emergentes, permiten la eliminación "permanente", en cambio éstas crecen entre laboreos y además, el control químico provoca compactación superficial, reduciendo la infiltración de agua.

También los manejos, ejercen un control diferencial, de acuerdo a como afectan la radiación solar incidente.

Un experimento, simuló las condiciones de laboreo en un suelo, luego expuso las muestras a 80 segundos de luz blanca y las semillas de malezas incrementaron su germinación en 62 %, con relación a los controles no iluminados (Labouriau 1983, citado por Ríos et al 1992). La acción de la luz, se debe a que el fitocromo 660, bajo radiación 660 nm pasa a la forma activa fitocromo 730 nm, promotor de la germinación (Song 1984, citado por Ríos et al 1992), el fenómeno, se denomina fotoblastismo positivo o negativo, según la luz aumente el porcentaje y velocidad de germinación o la disminuya respectivamente (Ríos et al 1992).

Con respecto a la aplicación de herbicidas, en términos generales logran un buen control de malezas, pero se ha registrado un problema con algunos pre-emergentes, que depotencian su eficacia.

La aplicación de triazinas (simazina, terbutylazina y terbumetón) en la viña, ha provocado la aparición de biotipos resistentes de ciertas malezas (Isart et al 1983; Rouas 1985; Vergnes 1987; Borsani 1988; Agulhon 1985,1996).

La aparición de resistencia, se comenzó a mencionar después de 1970, los primeros casos se registraron en EEUU, luego en Francia y otros países de Europa y continuó observándose en diferentes partes del mundo (Rouas 1985).

El fenómeno más importante de resistencia, es de tipo cloroplástica (Agulhon 1985; Rouas 1985) el mecanismo, se explica por el modo de acción de las triazinas. Éstas son absorbidas por las raíces, se dirigen a las partes verdes, llegan a los cloroplastos de la célula, donde se desarrolla la fotosíntesis y se fijan a una molécula específica, impiden la asimilación clorofiliana (inhiben la reacción de Hill) se detiene la producción de azúcar y energía, provocando la muerte de la planta. El sitio donde se fija la triazina es único, si éste desaparece o cambia de conformación, el herbicida se vuelve ineficaz y a esta modificación, se denominada resistencia cloroplástica (Rouas 1985).

A partir de un estudio, se determinó en los biotipos resistentes, una elevada proporción de lípidos polares (en especial fosfatidiletanolamina y monogalactosildiacilglicérido, el último es un glucolípido) en la membrana cloroplástica, con respecto a las especies susceptibles (Parthasarathy et al 1981).

En el viñedo francés, se ha reportado una evolución creciente de malezas resistentes a las triazinas. Entre las adventicias anuales, *Amaranthus retroflexus* y *Senecio vulgaris*, experimentaron un fuerte incremento en el periodo 1983-1989 en toda la superficie vitícola. De las gramíneas estivales resistentes, *Digitaria sanguinalis* es la encontrada con mayor frecuencia, si bien en las viñas mediterráneas y en el valle del Ródano, su intensidad permaneció estable, con un nivel medio en el período considerado, su progresión fue sensible, en el resto de las regiones vitícolas de Francia (Carsouille et al 1991).

En nuestro país, se ha detectado resistencia en *Digitaria sanguinalis* ("pasto milán") y *Amaranthus* sp., al aplicar simazina (Borsani 1988).

2.9 Efecto del manejo de suelos sobre la vid

2.9.1 Crecimiento radicular

Estudiando por un periodo de 20 años el manejo de suelos en viña, Soyer et al (1984) observaron, que en el suelo tratado con herbicida total, las raíces habían colonizado intensamente los primeros 80 cm del perfil y el enraizamiento efectivo, fue mayor en relación al laboreo. Con el control químico, la reducción en la densidad de raíces era brusca a partir de los 60 cm de profundidad y progresiva en el control mecánico. El pasaje de herramientas, determinó, que los primeros 20 cm del suelo estuvieran desprovistos de raíces y el sistema radicular, se estabilizó a un nivel más profundo.

En general el manejo con herbicida, modifica en forma importante el enraizamiento de la viña, con respecto al laboreo (Delas 1995) al permitir un mayor crecimiento de raíces en el horizonte superficial (Champagnol 1986a,1994; Delas 1995) las cuales están ausentes, por las labores repetidas (Delas 1995).

Merwin et al (1994b) compararon los tratamientos, enmalezado permanente y aplicación de herbicidas, en un huerto de manzanos y no encontraron diferencias significativas en la distribución de raíces, a diferentes niveles del perfil.

En otro ensayo, se comparó los tratamientos herbicida total y enmalezado permanente, cubriendo 50 % de la superficie del suelo con festuca y debido a la competencia de la maleza, el enraizamiento de la vid disminuyó fuertemente en el horizonte superficial y el desarrollo de raíces nuevas, se produjo en las capas más profundas del suelo. Por el contrario, en el herbicida, el desarrollo radicular fue muy importante en los primeros 60 cm y menor en profundidad (Morlat et al 1993). Esta distribución de raíces en el enmalezado, le permitiría mayor resistencia a la sequía (Carliez 1995).

En viñas manejadas con herbicida, se observó, un elevado peso de raíces en el horizonte superior del suelo (Ancel, citado por Vergnes 1987).

Zaragoza et al (1992) determinaron en el herbicida y laboreo reducido, un mayor peso de madera podada, con respecto al laboreo tradicional, el cual provocó importantes daños en las raíces.

Según Isart et al (1983) al sustituir en forma radical, el manejo con herbicida por el laboreo, se destruyen una gran cantidad de raíces, afectando negativamente a la vid.

Una consecuencia negativa del herbicida, se puede producir, cuando cae una lluvia intensa luego de su aplicación, ya que la materia activa se localiza en la proximidad de las raíces, con el consiguiente riesgo de fitotoxicidad (Isart et al 1983). Ésto se ve favorecido en los suelos con grietas, el agua puede arrastrar el producto a mayor profundidad (Zaragoza 1987).

La fitotoxicidad en la vid, ha sido mencionada por algunos autores, sin embargo, en nuestro país, el grupo CREA viticultores (asesorado por Borsani J), durante 8 años (aprox.) utilizó diferentes herbicidas en la viña, pre-emergentes (simazina y diurón) y post-emergentes (glifosato, aminotriazol, dalapón, MCPA, fluazifop butyl y paraquat) no observando fitotoxicidad o muerte de plantas, con ninguno de los productos aplicados (Borsani 1988).

La fitotoxicidad, sería causada principalmente por los pre-emergentes, debido a su persistencia y actividad química y la ausencia de daños en la vid, tal vez se explique por su localización y movimiento en el suelo.

Los herbicidas residuales, son incorporados y activados en el suelo por las lluvias, y también puede arrastrarlos en profundidad, la lixiviación es de gran importancia para establecer contacto con las semillas o raíces de malezas, pero su movimiento está limitado, por el proceso de adsorción a las partículas coloidales. Este fenómeno no causa pérdidas, sino que disminuye la concentración del producto en la solución del suelo, e influye en procesos de disipación, como la lixiviación, volatilización y fotodescomposición, regulando así la disponibilidad para las malezas (Díaz et al 1983).

Según Díaz et al (1983) en los huertos frutales con riego por surco, la simazina se localiza en los primeros 5 cm del suelo.

Durante un trabajo, se estudió el comportamiento de simazina en condiciones de riego por goteo y el análisis del movimiento del herbicida residual (realizado por un período de 7 meses) mostró, que el producto se ubicó preferentemente en los primeros 15 cm del suelo, presentando allí su mayor actividad. A la profundidad de 15-30 cm, también se detectó una actividad importante (Díaz et al 1983).

Según las ideas anteriores, la ausencia de fitotoxicidad en los viñedos de nuestro país podría explicarse por lo siguiente: a) el herbicida pre-emergente se localiza en superficie, b) el volumen de raíces en contacto con el tóxico y capaces de absorberlo, es baja, y c) en el manejo con herbicida total, hay menor infiltración y mayor escurrimiento (las moléculas de herbicida pueden ser llevadas en suspensión o arrastradas físicamente por el agua) estando la penetración del producto, aún más limitada.

Con respecto al manejo de suelos con mulch, Zaragoza (1987) considera que éste, le permite al árbol frutal, desarrollar un mayor volumen radicular en el horizonte superior.

Igualmente Westwood (1982) expresa, al cubrir el suelo con un material vegetal (mulch) las raíces de los frutales, también producen raicillas en la parte superior e incluso en la capa de mulch, debido (parcialmente) a condiciones de humedad más favorable en la superficie, porque la cobertura, evita la desecación superficial.

2.9.2 Producción y calidad de uva

Lavin et al (1987) compararon diferentes sistemas de manejo de suelos, en un viñedo joven del cv Riesling. Luego de acumular la producción de siete temporadas, encontraron, que las parcelas con herbicida total, duplicaron al tratamiento laboreo (realizado en toda la superficie). Con respecto a la concentración de azúcar y acidez, las diferencias no fueron significativas.

Dorigoni et al (1990) citados por Tardaguila et al (1993) estudiaron por un período de 3 años en un viñedo adulto del cv Merlot, la calidad de uva en relación al manejo del suelo. No encontrando diferencias significativas en la calidad del mosto (azúcar, acidez y pH) al comparar el laboreo, herbicida total y enmalezado permanente. A la misma conclusión, llegaron Zaragoza et al (1992) con los tratamientos herbicida total, laboreo reducido y tradicional, en un viñedo de la variedad Garnacha.

Ancel, citado por Vergnes (1987) después de 20 años de aportes con simazina sobre un suelo de viña arcillo-limoso, observó, que no había efectos en los parámetros de producción y no encontró residuos en el vino.

Durante 11 años, se compararon 3 manejos de suelo en un viñedo de Alsace (INRA, Francia), consistiendo en laboreo, herbicida total y enmalezado permanente. El autor, luego de analizar los resultados, no encontró diferencias significativas en la producción y calidad de la uva (Agulhon 1985).

Por otro lado, en los últimos años, los científicos se preguntan, si el manejo con herbicida, es sustentable en el tiempo (Merwin et al 1994a).

De acuerdo con Hipps et al (1991) citados por Merwin et al (1994b) la aplicación de herbicidas pre - emergentes durante un largo período, puede reducir la productividad de los huertos frutales.

Una variante dentro del herbicida total, se ha experimentado en la Midi de Francia. Rozier et al (1994) compararon durante 3 años en diferentes zonas y viñedos la aplicación de herbicidas pre-emergentes (simazina + diurón) y post-emergentes (glifosato), con otra técnica denominada "enmalezado natural dominado", la cual consiste, en la aplicación exclusiva de post-emergentes (glifosato) durante la temporada de crecimiento de la vid y antes que las malezas superen 20 cm de altura. Al analizar el peso de madera por planta, los kg. de fruta por cepa y el grado alcohólico probable de la uva, no encontraron diferencias significativas, entre los dos manejos de suelo.

Agulhon (1996) refiriéndose al "enmalezado natural dominado", expresa: esto implica, aceptar la presencia de malezas en el viñedo, permitiéndoles crecer en el invierno y controlar su competencia durante el período de crecimiento vegetativo, formación y maduración de la uva, lo cual se consigue en término medio con menos de 3 aplicaciones de herbicidas post-emergentes. El autor, con esta técnica, no observó efectos negativos sobre el vigor y producción de la viña.

3. MATERIALES y METODOS

3.1 Instalación del ensayo

En dos viñedos de secano, con los cultivares Merlot y Cabernet Sauvignon, se estableció un ensayo para evaluar tres sistemas de manejo de suelos y tres dosis con nitrógeno.

Los sitios fueron seleccionados por ciertas características, como el tipo de portainjerto, variedad, sistema de conducción, uniformidad de plantas y manejo general de la viña, lo cual permite mantener buena producción y calidad de uva.

Los ensayos, están ubicados en dos viñedos privados instalados en 1985.

El presente trabajo, corresponde al período abril 1994 - abril 1995.

3.1.1 Viñedo A

3.1.1.1 Ubicación

El viñedo A, se encuentra ubicado en el establecimiento Juanico (Canelones).

3.1.1.2 Características generales

Las plantas son de la variedad Merlot injertadas con SO₄, tienen una edad de 10 años.

El marco de plantación es de 3,20 x 1,25 metros.

La vid esta conducida en lira y con poda Royat.

3.1.1.3 Descripción del perfil del suelo

Se describe el perfil de un suelo característico de la zona, similar al del sitio.

Suelo: pertenece a la Formación Libertad, Unidad Tala Rodríguez y es un Vertisol Rúptico Lúvico. Escala de las unidades de mapeo 1: 1.000.000 (Uruguay, MAP-DSF 1976).

Fase Superficial

0-20 cm A	Negro (10YR 2/1); franco arcillo limoso, bloques angulares grandes, fuertes, transición abrupta
--------------	---

20+ cm C _k	Pardo grisáceo a pardo grisáceo oscuro (10 YR 4,5/2); vetas color negro (10 YR 2/1), arcilloso a arcillo limoso, concreciones de calcio abundantes, pequeños, friables, reacción al HCl: fuerte.
--------------------------	--

Fase Profunda

0-13 cm A	Negro (10YR 2/1); franco arcillo limoso, bloques subangulares grandes a granular grueso, moderados, transición clara.
13 - 76 cm Bt ₁	Negro (N 2/0); arcilloso, bloques subangulares grandes, fuertes, películas de arcilla, transición gradual.
76-100 cm Bt _{2k}	Gris muy oscuro (10 YR 3/1); arcilloso, bloques subangulares grandes, fuertes, películas de arcilla, caras de deslizamiento, concreciones de calcio comunes, pequeños, friables, reacción al HCl: moderada, transición gradual.
100+ cm C _k	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

Cuadro N° 1: Análisis físicos y químicos del perfil (viñedo A)

Horizonte	Espesor (cm)	Arena % (2-0,05 mm)	Limo % (50-2 um)	Arcilla % (< 2 um)	pH (en H ₂ O)	Materia orgánica %
A	0-20	14,7	49,7	35,6	7,6	5,89
C _k	20+	13,3	37,0	49,7	8,4	1,03
A	0-13	14,5	49,2	36,3	6,7	6,54
Bt ₁	13-76	12,1	35,3	52,6	7,7	1,30
Bt _{2k}	76-100	10,0	36,7	53,3	8,8	1,08
C _k	100+	11,8	37,7	50,5	8,9	0,53

Espesor (cm)	Ca meq / 100	Mg g de suelo	K	Na	CIC (a pH 7,0)	Saturación de bases %
0-20	27,5	1,6	0,4	0,6	30,1	100
20+	26,4	3,6	0,4	1,0	31,4	100
0-13	22,6	4,9	0,4	1,1	31,7	91,5
13-76	31,4	9,4	0,6	2,4	43,8	100
76-100	19,1	8,7	0,6	5,1	33,5	100
100+	16,4	8,5	0,6	5,1	30,6	100

3.1.2 **Viñedo B**

3.1.2.1 **Ubicación**

El viñedo B, se encuentra ubicado en el establecimiento del Sr. Bruzzone (Punta de Rieles, Montevideo).

3.1.2.2 **Características generales**

Las plantas corresponden a la variedad Cabernet Sauvignon, injertados sobre SO₄, y tienen una edad de 10 años.

El marco de plantación es de 3 x 1,3 metros.

Las vides están conducidas con el sistema de lira y se practica la poda Guyot doble.

3.1.2.3 **Descripción del perfil del suelo**

Se describe el perfil de un suelo característico de la zona, similar al del sitio.

Suelo: pertenece a la Formación Libertad, Unidad Toledo y es un Brunosol Eutrico Típico. Escala de la unidad de mapeo 1: 1.000.000 (Uruguay, MAP-DSF 1976).

0-20 cm A	Pardo muy oscuro a pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 2,5/2); franco limoso a franco arcillo limoso, bloques subangulares pequeños, moderados a débiles, transición clara.
20-43 cm B	Pardo muy oscuro a pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 2,5/2); franco arcillo limoso, bloques angulares grandes moderados, películas de arcilla delgadas y discontinuas, transición clara.
43-55 cm Bt ₁	Pardo muy oscuro (10 YR 2/2); arcilloso a arcillo limoso, bloques angulares grandes, fuertes, películas de arcilla gruesas y continuas, raíces comunes, transición gradual.
55-75 cm Bt ₂	Pardo oscuro (10 YR 3/3); arcillo limoso, bloques angulares grandes, fuertes, películas de arcilla gruesas y continuas, raíces comunes, transición gradual.
75+ cm C _k	Pardo (7,5 YR 5/4), franco arcillo limoso, películas de arcilla delgadas en manchas, pocas raíces.

Cuadro N° 2: Análisis físicos y químicos del perfil (viñedo B)

Horizonte	Espesor (cm)	Arena %(2-0,05 mm)	Limo % (50-2 um)	Arcilla % (< 2 um)	pH (en H ₂ O)	Materia orgánica %
A	0-20	11,9	61,4	26,7	6,30	3,90
B	20-43	14,5	48,1	37,4	6,60	2,55
Bt ₁	43-55	10,3	39,3	50,4	7,00	2,07
Bt _{2k}	55-75	7,6	46,2	46,2	7,80	1,09
C _k	75+	11,2	56,4	32,4	8,10	0,36

Espesor (cm)	Ca meq / 100	Mg g de suelo	K	Na	CIC (a pH 7,0)	Saturación de bases %
0-20	13,7	3,8	0,8	0,4	21,6	86,6
20-43	15,0	5,3	0,7	0,5	22,3	96,4
43-55	19,5	9,4	0,7	0,9	30,5	100
55-75	19,0	11,9	0,9	1,4	33,2	100
75+	15,7	13,8	1,0	1,8	32,3	100

3.2 Diseño Experimental

El diseño es en bloques completos al azar, con parcelas divididas y 3 repeticiones en el viñedo A y 4 repeticiones en el viñedo B.

El bloque esta formado por 3 parcelas grandes o 9 parcelas chicas.

En la parcela grande, se realizan diferentes manejos de suelo y en las parcelas chicas, distintas dosis de nitrógeno.

Los manejos de suelo, se realizan en toda la entrefila, por mayor sencillez en su ejecución.

Disposición de las parcelas grandes y chicas en un bloque

I	1	2	3
II	4	5	6
III	7	8	9

1 a 9 parcelas chicas: tratamiento con nitrógeno

I, II, III parcelas grandes: tratamiento manejo

En el viñedo A, la parcela chica está formada por 3 entrefilas con 15 plantas cada una y abarca una superficie de 180 m^2 , la parcela grande la constituyen tres parcelas chicas.

De cada parcela chica se cosechan dos filas y 13 plantas de cada una.

En el viñedo B, la parcela chica esta constituida por 3 entrefilas con 14 plantas cada una, y abarcan una superficie de 168 m^2 , la parcela grande está formada por tres parcelas chicas.

Se cosechan dos filas y 12 plantas de cada una.

3.2.1 Análisis estadístico

Se realizó análisis de varianza, en las variables rendimiento, alcohol probable, acidez total y pH en los dos viñedos del ensayo.

3.3 Tratamientos del ensayo

En el viñedo A y B, se realizan los mismos tratamientos.

3.3.1 Descripción de los manejos

Los tratamientos consisten en tres manejos del suelo diferentes, cada manejo ocupa una parcela grande.

En un ancho de 50 cm, a ambos lados de la fila de plantas, el único tratamiento que se realiza es la aplicación de herbicida, se aplican pre-emergentes en otoño y primavera y post-emergentes durante la estación. Por lo tanto, el manejo de suelos diferencial abarca solamente a la entrefila.

Los manejos en la entrefila son los siguientes:

a) Herbicida : se realiza aplicando pre-emergentes en primavera y otoño (diurón + simazina) y en la temporada de crecimiento de la vid, se aplican post-emergentes.

b) Laboreo: se siembra cebada a principio de abril (variedad Clipper), a fin del invierno, cuando la planta esta en floración, se pasa una picadora y luego el material se entierra superficialmente (5cm) con una disquera. Durante el resto de la temporada, se realiza control mecánico de malezas y el pasaje de la herramienta alcanza 5 cm de profundidad.

c) Mulch: consiste en sembrar cebada a principio de abril (variedad Clipper) en floración se pasa una picadora y el material se deja en superficie. Luego de formado el mulch, no se realiza ningún otro manejo en el suelo. En caso de producirse el rebrote de la cebada o de acuerdo al grado de enmalezamiento, se aplica un herbicida post-emergente.

3.3.2 Fertilización

Los tratamientos consisten en tres dosis de nitrógeno: 0,50 y 100 u de N.ha⁻¹.año⁻¹.

Cada parcela chica, tiene una dosis de nitrógeno diferente, el agregado se realiza bajo forma de urea.

La cantidad correspondiente, se aplica (a fin del invierno o inicio de primavera) al voleo; en la superficie de la parcela.

La fertilización, se realizó el 9 y 23 de setiembre de 1994, en el viñedo A y B, respectivamente.

3.4 Medidas realizadas en los viñedos

Las mediciones realizadas en el ensayo, son iguales para los dos viñedos, difiriendo únicamente en el tiempo.

3.4.1 Contenido de agua en el suelo

El agua del suelo, se midió con una sonda de neutrones. Pero debido a que las medidas, no pudieron realizarse con la frecuencia necesaria para extraer conclusiones y como los datos obtenidos son fragmentarios, los resultados no se incluyen en este trabajo.

3.4.2 Riesgo de erosión

Para evaluar el riesgo de erosión en los tres manejos, se utilizó un microsimulador de lluvia (Tipoluw, Kamphorst, 1987). Éste emite un flujo constante de agua en forma de gotas, que caen desde una altura de 40 cm, sobre un área de 0,0625 m², con una intensidad de 360 mm.h⁻¹. El agua infiltra en el suelo y una parte escurre transportando partículas, la cual es captada en un recipiente. En la entrefila del correspondiente manejo, se instaló el microsimulador, registrándose

3 medidas independientes, con una duración de 1 minuto cada una. Se obtuvieron 3 valores de sedimento para cada manejo.

El trabajo se realizó el 27 y 21 de abril de 1995 en el viñedo A y B respectivamente.

3.5 Muestras y análisis foliar de cebada

A partir de las muestras de cebada, se calculó el peso de materia seca y los valores obtenidos corresponden a una hectárea de viñedo (66 % de 1 ha).

3.5.1 Extracción y tratamiento de las muestras

Se tomaron muestras de materia fresca de cebada, en los bordes de 4 parcelas chicas. Para ello, se utilizó un rectángulo con un área de 0,1 m². Efectuándose dos extracciones en la 1^{era} y 2^{da} muestra para ambos viñedos. En la 3^{era} muestra del viñedo A, se cortó el área correspondiente a tres rectángulos.

El material cortado, se depositó en bolsas de nylon, luego fue pesado en una balanza eléctrica de precisión y se colocó en estufa de aire forzado a 65 °C durante 48 horas y se peso nuevamente. Una vez secas las muestras, se muelen en un molinillo.

En el viñedo B, se realizaron dos fechas de muestreo y en el A se tomaron tres muestras, en este caso, la última fecha corresponde al estado fenológico de la planta, previo a ser picada.

3.5.2 Análisis foliar

Se realizó el análisis foliar para medir el contenido de nitrógeno en todas las muestras obtenidas y en el viñedo A además se midió el contenido foliar de fósforo para la última fecha de muestreo.

Para la determinación analítica del nitrógeno, se realizó digestión sulfúrica y posterior destilación por el método de Kjeldhal. El fósforo, se determinó por colorimetría.

3.6 Muestras y análisis foliar de la vid

3.6.1 Tipo de tejido y estado fenológico del muestreo

En cada viñedo, se sacaron muestras de un bloque (3 parcelas grandes o 9 parcelas chicas).

La toma de muestras se realizó en el envero, se extrajo la hoja opuesta al primer racimo, ubicado en la base del pámpano, con un promedio de 30 a 40 hojas por parcela chica.

Se efectuó el 18 y 19 de enero de 1995 y en el viñedo A y B respectivamente.

3.6.2 Tratamiento y análisis de las muestras

Las hojas de vid fueron cosechadas en bolsas de nylon y se guardaron en heladera. El día siguiente se lavaron con 50 cc de Teepol en 5 l de agua y luego se enjuagaron con agua destilada.

Las muestras se colocaron en estufa de aire forzado a 65 °C durante 48 horas.

Las hojas secas se molieron en un molinillo.

Se analizó el nitrógeno total en la hoja de vid, realizando digestión sulfúrica y posterior destilación con el método Kjeldhal. El fósforo se determinó por colorimetría, el potasio con fotómetro de llama y para calcio y magnesio se utilizó espectrofotómetro de absorción atómica.

3.6.3 Cosecha y análisis de uva

La cosecha se realizó el 6 y 20 de marzo de 1995, en el viñedo A y B respectivamente.

En ambos viñedos, se tomaron muestras de uvas en los cajones de cosecha (9 a 11 cajones/parcela), se sacaron 3 racimos por cajón y 4 frutos de cada racimo, representando en promedio 120 g de uva/parcela. En dos lados opuestos del racimo, se extrajo una baya del tercio superior e inferior.

Se analizó el alcohol probable, acidez total y pH de la uva.

4. RESULTADOS y DISCUSION

4.1 Crecimiento y acumulación de nutrientes en cebada

4.1.1 Producción de materia seca y nivel de nitrógeno y fósforo en la cebada

En los cuadros N° 3 y 4, se observa la producción de materia seca de la cebada (la cual corresponde a la superficie efectiva sembrada en la entrefila) el porcentaje de nitrógeno foliar y la extracción total de nitrógeno en distintas fechas de muestreo.

Cuadro N° 3: Materia seca y nivel foliar de nitrógeno en cebada (viñedo A)

Parcela	1 ^{ra} muestra: 20/6/94			2 ^{da} muestra: 6/8/94			3 ^{ra} muestra: 9/9/94				
	MS kg/ha	N %	N kg/ha	MS kg/ha	N %	N kg/ha	MS kg/ha	N %	N kg/ha	P %	P kg/ha
1	520	4,3	22	2050	1,61	33	4950	0,92	46	0,21	10
2	320	4,5	14	2100	1,90	40	3340	1,10	37	0,18	6
3	750	4,4	32	2610	1,90	50	4820	0,91	44	0,21	10
4	470	3,5	16	1280	1,26	16	2770				
Media	515	4,2	21	2010	1,70	35	3970	0,98	42	0,20	11

Cuadro N° 4: Materia seca y nivel foliar de nitrógeno en cebada. (Viñedo B)

Parcela	1 ^{ra} muestra: 28/6/94			2 ^{da} muestra: 10/8/94		
	MS kg/ha	N %	N kg/ha	MS kg/ha	N %	N kg/ha
1	605	2,67	16	2450	1,96	48
2	590	2,60	15	2020	1,82	37
3	480	2,24	11	2590	1,68	44
4	780	2,52	20	1450	1,40	20
Media	610	2,50	16	2130	1,72	37

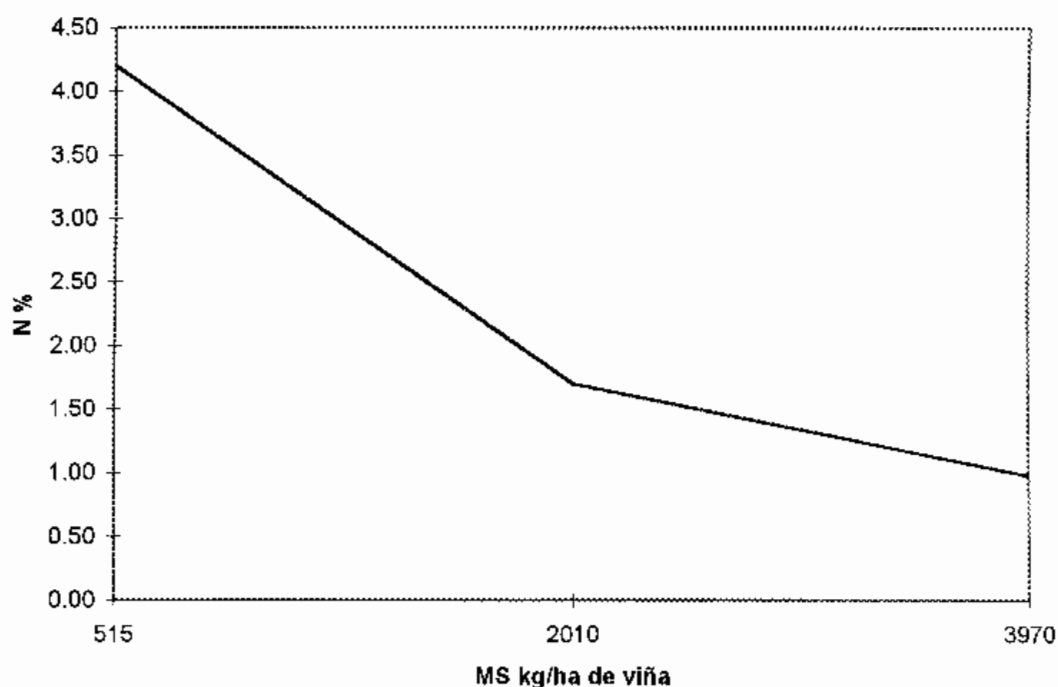


Figura N° 4 : Evolución del nitrógeno foliar durante el ciclo de la cebada (viñedo A)

En el viñedo A, la parcela 4 presenta un peso de materia seca inferior al resto, porque corresponde a una zona más baja en la topografía, en la cual el suelo, presentaba acumulación de agua.

Como puede observarse, en los cuadros anteriores, la producción de materia seca de la cebada, aumenta al avanzar el ciclo de la misma, y disminuye el porcentaje de nitrógeno foliar. Esto destaca la importancia del momento de picar el material, porque al ser mayor la relación C/N, los residuos orgánicos, son más resistentes a la degradación microbiana, permitiendo, un efecto más prolongado en el tiempo, sobre las propiedades físicas del suelo.

En la 3^{era} muestra del viñedo A y la 2^{da} del B, se observa una extracción de 42 y 37 kg de N.ha⁻¹ (respectivamente), por parte de las plantas de cebada, este nitrógeno proviene de los aportes del suelo ya que aún no se aplicó urea.

Dado el porcentaje de fósforo observado en las plantas, será bajo el aporte de este nutriente durante la mineralización del material orgánico, lo cual no es de especial interés en la nutrición mineral de la vid, porque en los diferentes países vitícolas, no se ha encontrado respuesta a la aplicación de fertilizantes fosforados.

4.2 Efectos de los manejos sobre el riesgo de erosión del suelo

En los cuadros N° 5 y 6, se presentan los valores de sedimento de suelo, que fueron obtenidos, utilizando el microsimulador de lluvia, en los diferentes manejos (no se realizaron repeticiones).

Cuadro N° 5: Sedimento erosionado en los diferentes manejos de suelo (viñedo A)

Tratamiento	Tiempo	Sedimento (g)
M (Mulch)	1 ^{er} minuto	0
M	2 ^{do} "	0,65
M	3 ^{er} "	2,10
H (Herbicida)	1 ^{er} "	1,83
H	2 ^{do} "	8,11
H	3 ^{er} "	13,9
L (Laboreo)	1 ^{er} "	1,00
L	2 ^{do} "	2,78
L	3 ^{er} "	3,62

Cuadro 6: Sedimento erosionado en los diferentes manejos de suelo (viñedo B)

Tratamiento	Tiempo	Sedimento (g)
M (Mulch)	1 ^{er} minuto	0,25
M	2 ^{do} "	1,35
M	3 ^{er} "	5,56
H (Herbicida)	1 ^{er} "	2,23
H	2 ^{do} "	2,51
H	3 ^{er} "	6,76
L (Laboreo)	1 ^{er} "	0,52
L	2 ^{do} "	1,45
L	3 ^{er} "	4,12

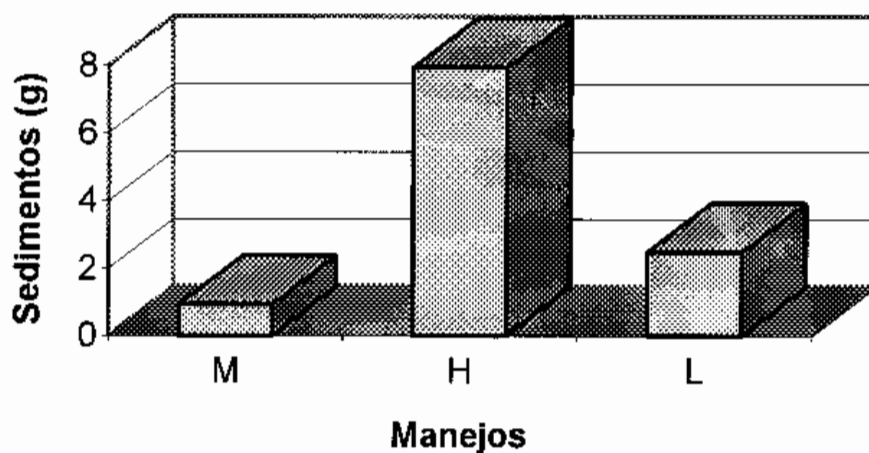


Figura N° 5 : Efecto de los manejos de suelo sobre el riesgo de erosión (viñedo A)

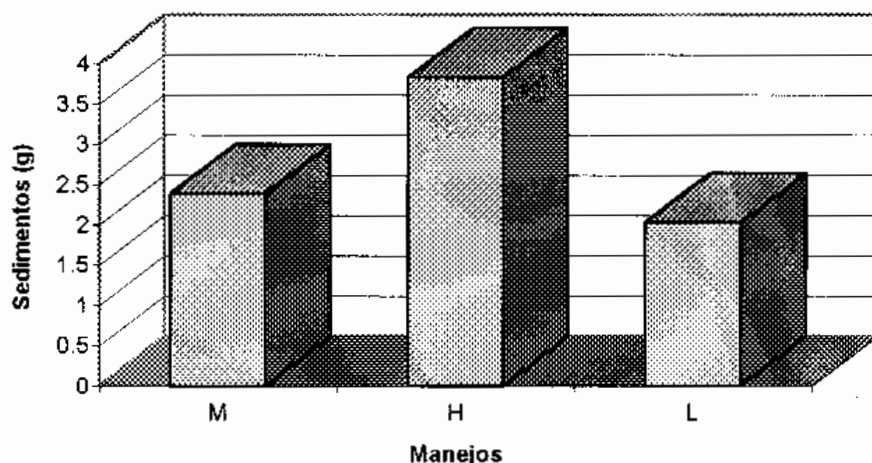


Figura N° 6 : Efecto de los manejos de suelo sobre el riesgo de erosión (viñedo B)

En ambos viñedos, se observa el mayor riesgo de erosión con el herbicida, lo cual coincide con el estudio de Roubal (1995) y está de acuerdo con los resultados obtenidos por Ballif (1989-90, 1995a), con el tratamiento suelo desnudo.

Durante una parte del ciclo de crecimiento de la vid, el manejo con herbicida, mantiene la superficie sin vegetación, estando más expuesta a la degradación de la estructura, esto determina que durante una lluvia sea más fácil el desprendimiento y desplazamiento de partículas, las cuales obliteran los poros. El mecanismo de obliteración, aumenta el escurrimiento y favorece el transporte de las fracciones minerales y orgánicas del suelo. Éstas serían las causas, de los mayores valores de sedimentos obtenidos, en relación al mulch y laboreo.

En el tratamiento laboreo, las operaciones, eliminan las malezas que protegen el suelo, pero éstas crecen en el periodo transcurrido entre dos secuencias en el pasaje de herramientas. Además, como resultado de las acciones mecánicas, se forman irregularidades en la superficie, el agua de lluvia se acumula en las depresiones y el aire puede ser desplazado, moviéndose a través de las zonas más elevadas del microrrelieve; consecuentemente, aumenta la infiltración y disminuye el escurrimiento. Por lo tanto, este manejo, puede limitar el transporte de partículas desde el suelo del viñedo.

En el caso del mulch, los restos orgánicos, establecen una barrera entre la lluvia y el suelo, las gotas caen sobre el material vegetal y la energía cinética de éstas, se convierte en calor. Los residuos, además de impedir el golpe directo de las gotas, disminuyen el escurrimiento de agua y en consecuencia, el transporte de sedimentos.

Por otro lado, independientemente de la cantidad de suelo perdido, podría tener importancia, el efecto del proceso de erosión sobre el crecimiento de la planta. Durante la primer fase, la acción mecánica de las gotas de lluvia desprenden partículas y al ser desplazadas por el agua que escurre, pueden cerrar los poros, consecuentemente, disminuye la difusión de oxígeno y la infiltración y almacenamiento de agua. En la segunda fase, el agua de escurrimiento transporta sedimentos, provenientes del horizonte de mayor fertilidad. Por lo tanto, puede resultar alterada, la dinámica del agua, aire, nutrientes, además de la física, química y biología del suelo.

4.3 Efecto de los manejos de suelo y fertilización sobre la producción y calidad de uva

4.3.1 Rendimiento

En los cuadros N° 7 y 9, se presentan los valores de producción de uva, en los diferentes tratamientos de manejo y fertilización. En los cuadros 8 y 10, el análisis de varianza correspondiente.

Cuadro N° 7: Valores promedio del efecto manejo de suelos y nitrógeno sobre el rendimiento de uva kg./ha. (viñedo A)

	Herbicida	Laboreo	Mulch	Media
N 0	34150	31720	35720	33860
N 50	38960	36580	35290	36940
N 100	35000	36370	37410	36260
Media	36040	34890	36140	35690

Cuadro N° 8: Análisis de varianza, variable rendimiento. (viñedo A)

	F	Pr
Bloque	0.600	
Manejo	0.258	
Nitrógeno	2.420	0.130
Man x Nitr.	1.160	0.370

Cuadro N° 9: Valores promedio del efecto manejo de suelos y nitrógeno sobre el rendimiento de uva kg./ha. (viñedo B)

	Herbicida	Laboreo	Mulch	Media
N 0	31040	33410	31790	32080
N 50	32410	31800	27370	30530
N 100	30240	31470	30320	30680
Media	31230	32230	29830	31000

Cuadro N° 10: Análisis de varianza, variable rendimiento. (viñedo B)

	F	Pr
Bloque	0.830	
Manejo	1.370	0.320
Nitrógeno	1.100	0.350
Man x Nitr.	1.290	0.309

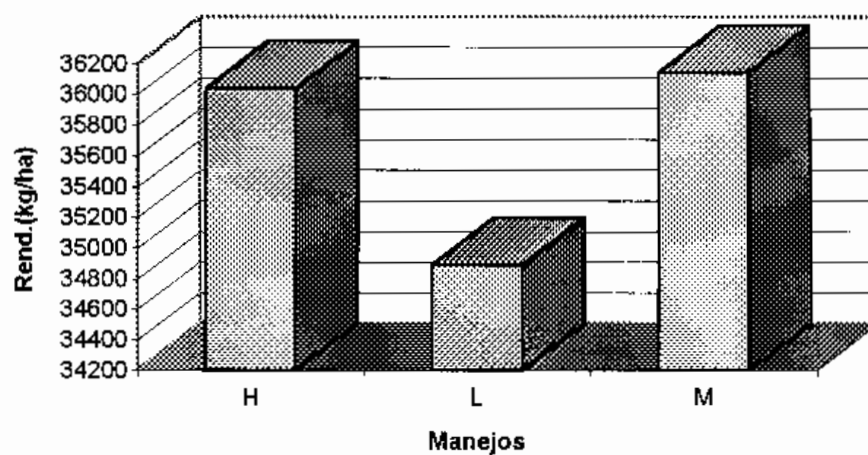


Figura N° 7 : Efecto de los manejos de suelo sobre el rendimiento (viñedo A)

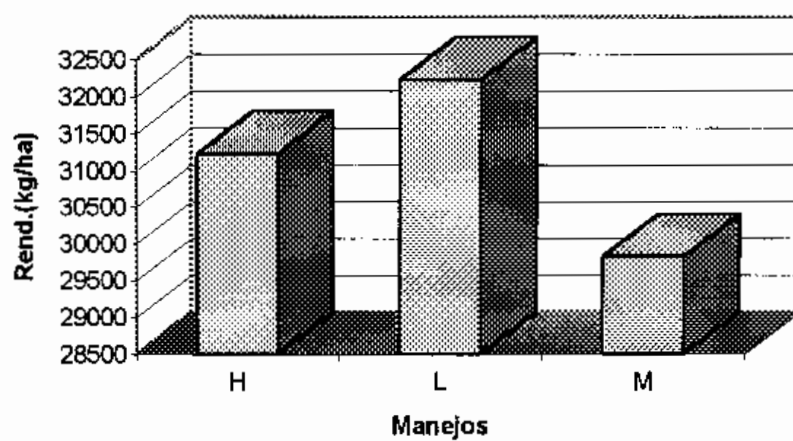


Figura N° 8 : Efecto de los manejos de suelo sobre el rendimiento (viñedo B)

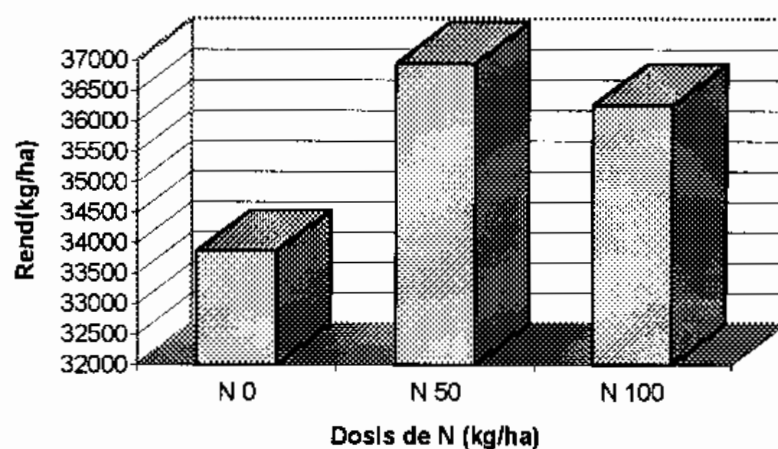


Figura N° 9 : Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento (viñedo A)

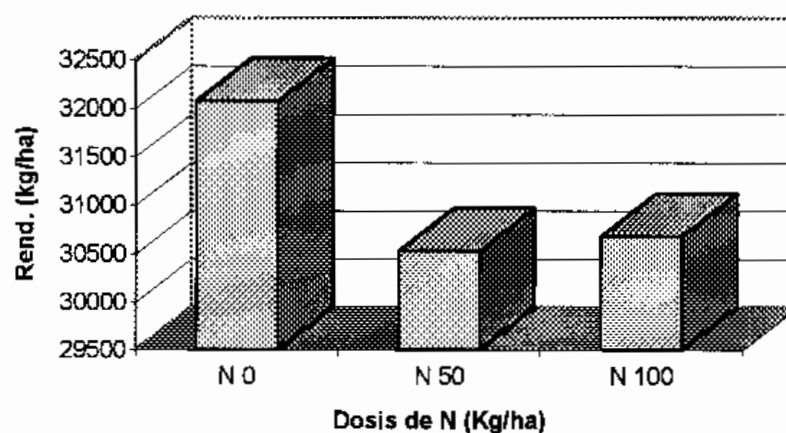


Figura N° 10 : Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento (viñedo B)

Manejo de suelos

Los manajos de suelo, no afectaron en forma significativa la producción de uva, en los dos viñedos del ensayo.

La falta de correlación observada, podría explicarse, por el efecto de los diferentes tratamientos sobre el sistema radicular de la vid.

En general, el laboreo realizado a 15 o 20 cm de profundidad, disminuye el rendimiento, causado especialmente por el daño producido a las raíces de la planta.

Sin embargo, el laboreo realizado en este experimento, consiste en pasar superficialmente una disquera, con un exiguo radio de acción, siendo el daño a las raíces muy limitado.

Por otro lado, el herbicida mantiene el suelo del viñedo sin protección y permite la formación de una capa compacta en la superficie, reduciendo la infiltración de agua y oxígeno del suelo; lo cual debería tener consecuencias sobre la producción. No obstante, el control químico realizado, tiene ciertas particularidades. Las malezas crecen en el periodo otoño-invierno y durante la estación hay cierto grado de enmalezamiento (el mayor desarrollo de malezas se observó en el viñedo A, éstas cubrían el área de las parcelas y tenían una altura entre 30 y 60 cm a fin de octubre). Esto determina, aportes de materia orgánica y protección de la superficie del suelo.

Las investigaciones realizadas sobre el efecto de la cobertura orgánica en el rendimiento de los árboles frutales, muestra resultados variables. Sin embargo, varios estudios obtuvieron mayor producción con el mulch, cuando el suelo presentaba malas propiedades físicas (Hogue et al 1987).

Si bien los suelos del ensayo, no presentarían problemas importantes en las propiedades físicas, a largo plazo el mulch, puede alcanzar mayores rendimientos, porque el herbicida y laboreo, podrían afectar negativamente diferentes parámetros físicos del suelo. Esto, no indicaría un aumento del rendimiento con el mulch, sino una menor producción con los otros manejos.

Fertilización nitrogenada

En el viñedo A, el efecto del nitrógeno sobre el rendimiento resultó significativo al 13 %.

En las parcelas fertilizadas, se observa mayor producción, en relación al testigo. La respuesta se obtuvo al aplicar 50 u de $N \cdot ha^{-1}$, ya que con la dosis 100, no continua aumentando el rendimiento.

Para interpretar los resultados, se va a considerar como valores normales de nitrógeno total en la hoja de vid, el rango de 1,5- 2,5 %, medido en el envero.

En el cuadro N° 25, se observa, que las plantas testigos del viñedo A, presentan un porcentaje de nitrógeno foliar cercano a la deficiencia (1,64 %). Por lo tanto, la respuesta a la fertilización, podría deberse a un bajo suministro de nitrógeno por parte del suelo y al insuficiente volumen (o movilización) de las reservas de N en la planta, para cubrir la demanda.

Por el contrario, en el viñedo B, el efecto del nitrógeno sobre la producción no fue significativo. Se puede observar en el cuadro N° 25 que el nitrógeno foliar de las plantas se encuentra en un nivel normal (1,94 %). Esto podría explicarse por lo siguiente: el crecimiento radicular de la vid comienza 3 o 4 semanas después de brotación y el nitrógeno para el crecimiento inicial es aportado por las reservas almacenadas en la planta (especialmente fin de verano-otoño). Como la vid utiliza la mayor cantidad de nitrógeno en los primeros estados fenológicos, las reservas pueden ser suficientes para cubrir los requerimientos durante el ciclo, se complementaría con los aportes de la materia orgánica mineralizada. El efecto de diferentes

dosis de nitrógeno, podría manifestarse principalmente, en el grado de movilización de las reservas.

Tal vez, cuando la vid presenta un nivel normal de nitrógeno foliar (aportado por las reservas y / o el suelo) no se produzcan aumentos en el rendimiento, al aplicar dosis crecientes de nitrógeno.

Es particularmente mencionado en la literatura, la sensibilidad del cultivar Merlot al corrimiento, sin embargo, este desorden fisiológico, no se detectó durante la cosecha a nivel de campo y tampoco se observa, a través de la producción obtenida.

Lo cual podría deberse, a una baja incidencia del corrimiento cuando el cultivar Merlot está injertado sobre SO₄ (Delas et al 1986) o bien, a la aplicación de dosis insuficientes, para causar el desorden en tales condiciones.

4.3.2 Alcool probable

En los cuadros N° 11 y 13, se presentan los valores de alcool probable, en los tratamientos de manejo y fertilización. En los cuadros N° 12 y 14, el análisis de varianza, para ésta variable.

Cuadro N° 11: Valores promedio del efecto manejo de suelos y nitrógeno sobre el grado de alcool probable en la uva (viñedo A)

	Herbicida	Laboreo	Mulch	Media
N 0	11.00	11.40	11.30	11.23
N 50	11.10	11.30	11.00	11.13
N 100	11.10	11.20	10.80	11.03
Media	11.07	11.30	11.03	11.13

Cuadro N° 12: Análisis de varianza variable alcool probable (viñedo A)

	F	Pr
Bloque	15.96	0.013
Manejo	1.940	0.260
Nitrógeno	3.100	0.082
Man x N	2.340	0.114

Cuadro N° 13: Valores promedio del efecto manejo de suelos y nitrógeno sobre el grado de alcool probable en la uva (viñedo B)

	Herbicida	Laboreo	Mulch	Media
N 0	11.70	11.70	11.70	11.70
N 50	11.60	11.70	11.70	11.67
N 100	11.70	11.50	11.60	11.60
Media	11.67	11.63	11.67	11.65

Cuadro N° 14: Análisis de varianza, variable alcool probable (viñedo B)

	F	Pr
Bloque	1.730	0.260
Manejo	0.036	
Nitrógeno	1.000	0.387
Man x Nitr.	0.250	

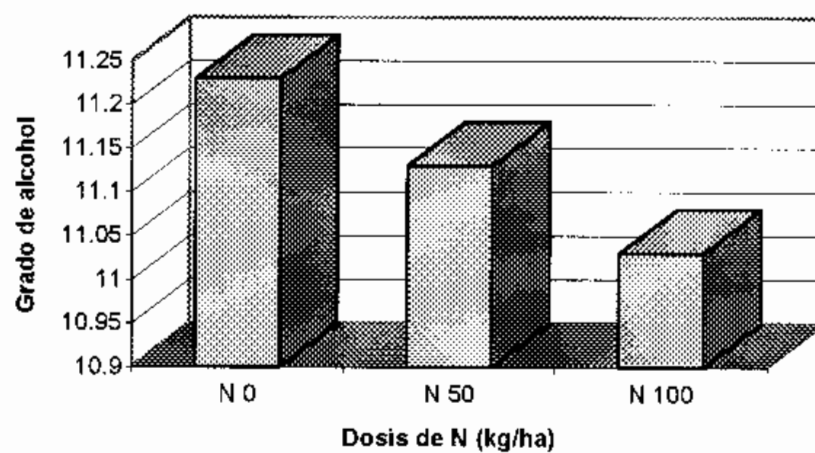


Figura N° 11 : Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el grado de alcohol (viñedo A)

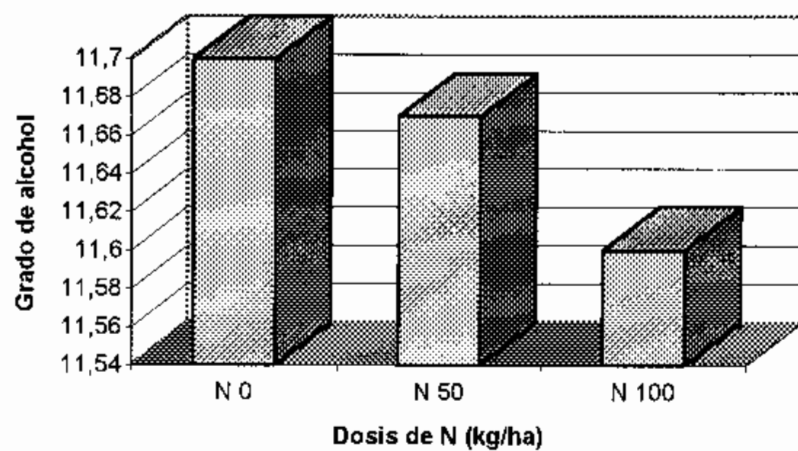


Figura N° 12 : Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el grado de alcohol (viñedo B)

Manejo de suelos

En los cuadros N° 12 y 14, se observa, que los manejos de suelo no afectaron en forma significativa el grado de alcohol probable de la uva.

Estos resultados, coinciden con lo observado, en los trabajos revisados de la literatura (Aguilhon 1985, Lavin et al 1987, Zaragoza 1992, Dorigoni et al 1990, citados por Tardaguila et al 1993).

Si bien la síntesis, translocación y distribución de carbohidratos en la planta, son procesos de alta complejidad y están regulados por muchos factores, en este caso particular, dada la influencia que habrían tenido los manejos sobre la vid, se plantea la siguiente interpretación.

De acuerdo con Poni et al (1994a) la razón Area Foliar / Peso de Fruto (AF/PF, expresado en cm^2/g) puede caracterizar la relación suministro/demanda de fotoasimilados.

En base a lo anterior, los manejos de suelo, no afectaron la producción, por lo tanto, no influyeron sobre el término PF que integra el cociente matemático AF/PF y no hay evidencias, para mencionar efectos en la superficie foliar (AF).

Fertilización nitrogenada

En el viñedo A, el efecto del N sobre el alcohol probable, es significativo al 10 %.

La disminución en el alcohol, al aplicar 50 y 100 u de $\text{N} \cdot \text{ha}^{-1}$ es pequeña; se observa una reducción en 0,1 y 0,2 grados (1 y 2 ml de alcohol/litro) respectivamente, en relación al testigo. Sin embargo, esas diferencias en alcohol, pueden afectar la calidad del vino (especialmente en tintos), cuando determinan una menor síntesis de compuestos fenólicos en el fruto.

Generalmente se menciona, que el nitrógeno provoca un mayor crecimiento vegetativo de la vid, determinando un menor aporte de azúcar al fruto, lo cual podría ser la causa de los resultados obtenidos. Pero a su vez, en este viñedo, el nitrógeno provocó mayor rendimiento y al aumentar la producción, disminuye el contenido de azúcar en la uva.

Por el contrario, en el viñedo B, el efecto no fue significativo. La falta de correlación, puede estar relacionada con la conducción de la vid y el rendimiento.

Los viñedos del ensayo, tienen un sistema de conducción (lira) muy eficiente en la captación de luz, permitiendo una activa fotosíntesis y producción de carbohidratos. Esto haría posible, mantener un determinado flujo de azúcar hacia la uva.

Por otro lado, el momento crítico en la competencia por azúcares entre frutos y parte foliar, se produce a partir del envero y para estimular el desarrollo de brotes es necesario la absorción de nitrógeno (difícilmente la planta utilice reservas). Dado que el crecimiento radicular, presenta una baja tasa durante la maduración de la uva, porque llegan pocos carbohidratos a la raíz, y como la entrada de nitrato requiere energía, es poco probable una absorción importante en este periodo, particularmente con alta carga de frutos.

Por lo tanto, la mayor producción de la planta, determinaría, que se necesiten dosis más altas de nitrógeno, para lograr disminuir en forma importante el azúcar de la uva.

4.3.3 Acidez total y pH

En los cuadros N° 15, 17, 19 y 21, se presentan los valores de acidez total y pH de la uva, para los tratamientos de manejo y fertilización en los viñedos. En los cuadros N° 16, 18, 20 y 22, el análisis de varianza correspondiente.

Cuadro N° 15: Valores promedio del efecto manejo de suelos y nitrógeno sobre la acidez total de la uva (g de ac. Sulfúrico/litro) (viñedo A)

	Herbicida	Laboreo	Mulch	Media
N 0	3.50	3.30	3.40	3.40
N 50	3.50	3.40	3.40	3.43
N 100	3.60	3.40	3.50	3.50
Media	3.53	3.37	3.43	3.44

Cuadro N° 17: Valores promedio del efecto manejo desuelos y nitrógeno sobre la acidez total de la uva g de ac. Sulfúrico/litro.(viñedo B)

	Herbicida	Laboreo	Mulch	Media
N 0	4.10	4.20	4.30	4.20
N 50	4.20	4.20	4.30	4.23
N 100	4.30	4.20	4.40	4.30
Media	4.20	4.20	4.33	4.24

Cuadro N° 19: Valores promedio del efecto manejo de suelos y nitrógeno sobre el pH de la uva (viñedo A)

	Herbicida	Laboreo	Mulch	Media
N 0	3.60	3.60	3.50	3.57
N 50	3.50	3.60	3.50	3.53
N 100	3.60	3.50	3.60	3.57
Media	3.57	3.57	3.53	3.55

Cuadro N° 21: Valores promedio del efecto manejo de suelos y nitrógeno sobre el pH de la uva (viñedo B).

	Herbicida	Laboreo	Mulch	Media
N 0	3.80	3.70	3.70	3.73
N 50	3.70	3.70	3.70	3.70
N 100	3.70	3.70	3.80	3.73
Media	3.73	3.70	3.73	3.72

Cuadro N° 16: Análisis de varianza, variable acidez total. (viñedo A)

	F	Pr
Bloque	5.260	0.076
Manejo	1.770	0.281
Nitrógeno	0.705	
Man x Nitr.	0.063	

Cuadro N° 18: Análisis de varianza, variable acidez total. (viñedo B)

	F	Pr
Bloque	1.900	0.299
Manejo	0.721	
Nitrógeno	0.502	
Man x Nitr.	0.494	

Cuadro N° 20: Análisis de varianza,variable pH. (viñedo A)

	F	Pr
Bloque	1.010	0.440
Manejo	0.668	
Nitrógeno	0.765	
Man x Nitr.	1.190	0.360

Cuadro N° 22: Análisis de varianza, variable pH. (viñedo B).

	F	Pr
Bloque	0.848	
Manejo	0.137	
Nitrógeno	0.210	
Man x Nitr.	0.955	

Manejo de suelos

Como se observa en los cuadros de análisis de varianza, los manejos no afectaron significativamente la acidez total y pH de la uva.

Los resultados obtenidos, podrían explicarse, por la ausencia de efectos importantes en la absorción de agua y nitrógeno, por parte de la planta durante el ciclo de crecimiento de la vid.

Ya que el nitrógeno, puede aumentar la superficie foliar y modificar el microclima de los frutos. Cuando la temperatura de un racimo disminuye, experimenta menor degradación de ácido málico y las uvas presentan mayor acidez.

Si el manejo de suelos determina mayor absorción de agua, el efecto puede ser similar al anterior, pero además, podría prolongar en el tiempo, una alta actividad foliar durante la maduración de la uva y aumentar la acumulación de ácidos orgánicos en el fruto.

Con respecto al pH de la uva, no se observan efectos, porque no habría sido afectado el balance málico/tartárico.

Fertilización nitrogenada

En el viñedo A y B se observa que al aplicar 100 u de $N \cdot ha^{-1}$, tiende a aumentar la acidez (0,1 g de ácido sulfúrico/litro) en relación a la dosis 0, no obstante, tienen el mismo pH.

Esto se explicaría por lo siguiente: la absorción de nitrógeno, determina un aumento en la reducción de nitrato en las hojas de la planta y consecuentemente es mayor la síntesis y traslocación de ácido málico hacia la uva, por lo cual aumenta la acidez y disminuye la relación tartárico/málico. Como el málico es un ácido más débil, no se traduce en una disminución del pH.

Sin embargo, el efecto observado no es significativo, por lo tanto, la fertilización nitrogenada, no habría afectado en forma importante, la razón de estos ácidos orgánicos.

Por otro lado, la acidez de la uva puede aumentar (y simultaneamente bajar el azúcar) cuando el racimo presenta desecamiento de escobajo (Morrison et al 1990).

La causa del desorden, ha sido atribuida principalmente a excesos de potasio (o falta de Mg) y como el cv. Cabernet Sauvignon (viñedo B) se encuentra en un suelo con alta disponibilidad de este nutriente, tendría una mayor predisposición a presentar la enfermedad.

El portainjerto SO_4 (Champagnol 1981) y el cv. Cabernet Sauvignon, son especialmente sensibles al desecamiento (Silva et al 1986a). Sin embargo, en esta variedad (al igual que en Merlot, viñedo A) no se observaron síntomas evidentes en los racimos durante la cosecha.

No obstante, estudios realizados en Chile (Silva et al 1986a) y EE.UU (Gu et al 1994) encontraron una correlación positiva, entre el desecamiento y la acumulación de amonio en los tejidos afectados.

Si el amonio es la causa del desorden, las dosis aplicadas tal vez no sean suficientes para causar toxicidad en las condiciones del presente experimento.

4.4 Efectos de los manejos y fertilización sobre el nivel foliar de nutrientes en la vid

4.4.1 Manejo de suelos

En los cuadros N° 23 y 24, se presentan los valores de nutrientes en la hoja de vid, en los distintos manejos de suelo.

Cuadro N° 23: Promedio del nivel foliar de nutrientes, expresado en % de MS, en los diferentes manejos de suelo (viñedo A)

	N %	P %	Ca %	K %	Mg %	K/Mg
H	1,87	0,22	3,35	1,09	0,33	3,3
L	1,73	0,26	3,68	1,09	0,32	3,4
M	1,73	0,23	3,33	1,28	0,29	4,4

Cuadro N° 24: Promedio del nivel foliar de nutrientes, expresado en % de MS, en los diferentes manejos de suelo (viñedo B).

	N %	P %	Ca %	K %	Mg %	K/Mg
H	1,92	0,24	2,96	1,73	0,22	7,86
L	1,85	0,24	3,08	1,40	0,24	5,80
M	1,83	0,21	3,27	1,82	0,22	8,27

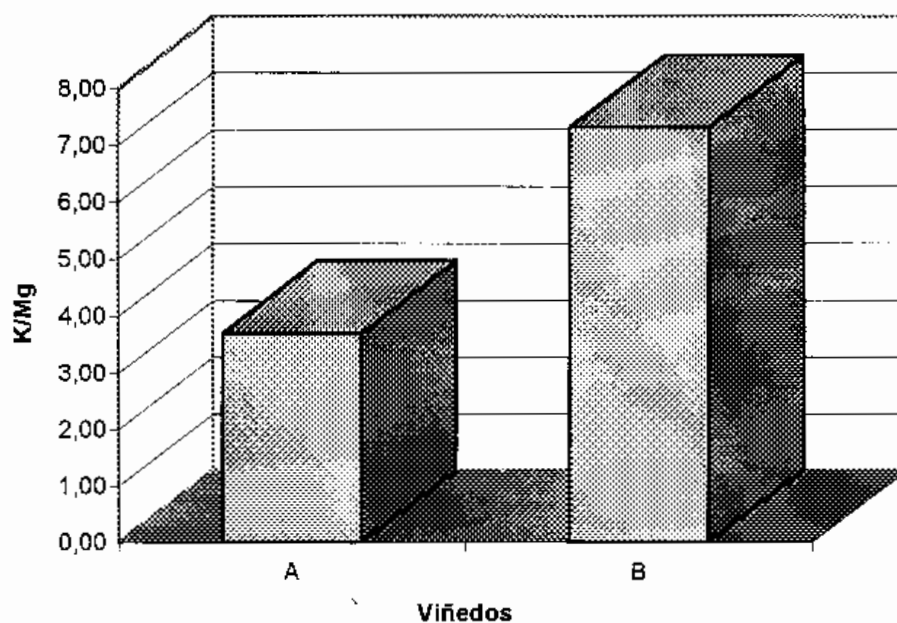


Figura N° 13 : Efecto del tipo de suelo sobre la relación K/Mg en la hoja de vid

Los diferentes manejos, no afectaron el nivel foliar de nitrógeno, fósforo, calcio, potasio y magnesio, en los viñedos del ensayo.

Sin embargo, en árboles de duraznero (Cánepa et al 1984; Welker et al 1985, citado por Hogue et al 1987) y en plantas de vid (Soyer et al 1984) se ha observado un alto nivel foliar de nitrógeno al aplicar herbicidas. Ésto se atribuye, al aumento en el desarrollo de raíces a nivel superficial, las cuales están en contacto, con mayor cantidad de nitrógeno disponible.

La falta de correlación en los manejos del ensayo, se explicaría, por la ausencia de efectos importantes sobre el crecimiento radicular.

De acuerdo con los niveles indicados por Champagnol (1984) el porcentaje foliar de nitrógeno, fósforo y calcio registrados, se encontrarían dentro de los valores normales.

En el viñedo A, el nivel foliar de potasio está cerca del límite de deficiencia, de acuerdo con la relación K/Mg expresada por Champagnol (1984); Jourdan (1993).

Esto se explicaría, porque el suelo donde crecen las plantas, tiene bajo contenido de potasio intercambiable y alto de magnesio.

Por el contrario, en el viñedo B, se aprecia un nivel foliar muy cercano a un valor excesivo de potasio y deficiente en magnesio, según la razón K/Mg indicada por Champagnol (1984); Jourdan (1993).

El suelo del viñedo, presenta un alto nivel de potasio intercambiable, lo cual determinaría la relación K/Mg observada.

Esto coincide, con el estudio de Etourneauud et al (1984) los autores encontraron que el magnesio medido en el peciolo de la hoja de vid, estaba más correlacionado negativamente con K/CIC, que positivamente con Mg/CIC.

Se agrega al hecho anterior, el problema del portainjerto SO_4 en la absorción de magnesio (Courdeau 1993) lo cual adquiere especial importancia, al disminuir su disponibilidad en el suelo.

4.4.2 Fertilización nitrogenada

En el cuadro N° 25, se presentan los valores de nitrógeno foliar, en los tratamientos de fertilización.

Se puede observar, que existen contradicciones al comparar los resultados en los viñedos del ensayo.

En el viñedo A, la tendencia del nivel foliar, se corresponde con los tratamientos, pero el B presenta el mayor porcentaje de nitrógeno, en las parcelas sin fertilización (se hicieron análisis, en un bloque).

Cuadro N° 25: Promedio del nivel de nitrógeno total en hojas de vid, expresado en % de MS, en los diferentes tratamientos con nitrógeno

	Viñedo A	Viñedo B
N 0	1,64	1,94
N 50	1,83	1,78
N 100	1,87	1,87

Los resultados, tal vez puedan explicarse, con las ideas de los siguientes autores.

Christensen (1984), Conradie et al (1989a,b) consideran, que el pecíolo de la hoja de vid es el mejor "tejido" para determinar el contenido de $N-NO_3^-$ y según Christensen et al (1994) el análisis de $N-NO_3^-$ en el pecíolo, puede ser más sensible, para detectar diferencias en el estado nutricional de la vid.

En el presente estudio, se analizó el nitrógeno total de la hoja (pecíolo + limbo) lo cual posiblemente, no permita observar efectos de los tratamientos, sobre la absorción de nitrógeno.

Por otro lado, el análisis de nitrógeno total en la hoja, es más confiable. Por lo tanto, más útil para conocer el estado nutricional de las plantas.

Probablemente, las plantas de las parcelas a las cuales se les aplicó urea hallan presentado una mayor absorción de nitrógeno, pero las cepas sin fertilización, pueden haber experimentado una mayor movilización de sus reservas. Es así, que la menor disponibilidad de nitrógeno del suelo, sería compensada con una mayor movilización del nitrógeno almacenado, lo cual determinaría la ausencia de diferencias relevantes en el nivel de nitrógeno foliar en las parcelas con distinta dosis de fertilizante.

Otra consideración, surge del metabolismo del nitrógeno, en la planta de vid. Estudios realizados en algunas variedades, demuestran, que el nivel de $N-NO_3^-$ en el pecíolo de la hoja, puede ser afectado por el genotipo de las cepas, causado (al parecer) por diferente actividad de la enzima nitrato reductasa. Esta enzima, es sensible a la luz, por lo tanto, los factores que determinen variaciones en la iluminación del follaje, podrían causar efectos sobre el nivel foliar de nitrógeno, independientemente de la disponibilidad en el suelo.

4.4.3 Manejo y fertilización

En el cuadro N° 26, se presentan los valores de nitrógeno foliar en los tratamientos de manejo y fertilización en los viñedos.

Al no disponer de repeticiones de los resultados, no es posible realizar el análisis de varianza, lo cual impide determinar la existencia de interacción, entre los manejos de suelo y fertilización nitrogenada.

Cuadro N° 26: Efecto del manejo y fertilización sobre el nivel de nitrógeno total en hojas de vid, expresado en % de MS

Man x N	Viñedo A	Viñedo B
H 0	1,69	2,30
H 50	1,83	1,60
H 100	2,10	1,83
L 0	1,61	1,83
L 50	1,90	1,83
L 100	1,69	1,90
M 0	1,61	1,69
M 50	1,76	1,90
M 100	1,83	1,90

En el viñedo A, el laboreo presenta el nivel foliar más bajo al aplicar 100 u de N.ha⁻¹ en relación a la dosis 50 y en el viñedo B, las parcelas con herbicida y sin fertilización, obtienen el mayor porcentaje de nitrógeno foliar. Por lo tanto, la poca confiabilidad de los valores, impide extraer conclusiones.

5. CONCLUSIONES

Los manejos de suelo, no afectaron en forma significativa la producción y calidad enológica de la uva, en ambos viñedos. La falta de respuesta en los parámetros evaluados, indicaría, que los tratamientos no tuvieron acciones importantes sobre el crecimiento y funciones de la planta.

En el viñedo A, el agregado de nitrógeno, no ocasionó efectos en la acidez total y pH de la uva, porque no habría sido modificado, la cantidad y balance de ácidos orgánicos en el fruto. Por el contrario, aumentó el rendimiento y disminuyó en cantidades pequeñas, el grado de alcohol probable de la uva. La respuesta en la producción, podría indicar un bajo suministro de nitrógeno por parte del suelo. La disminución en el alcohol, puede ser causado por la correlación negativa con el rendimiento o a la competencia por azúcares entre brotes y frutos.

En el viñedo B, la fertilización nitrogenada no afectó el rendimiento y calidad del fruto. Probablemente, los aportes del suelo y reservas de nitrógeno de la planta, fueron suficientes para cubrir los requerimientos.

No se observaron influencias de los manejos sobre la absorción de nutrientes. El crecimiento radicular de la vid, no habría sido afectado significativamente por los distintos manejos de suelo, esto determinaría, la ausencia de correlación.

La fertilización, no afectó el nivel foliar de nitrógeno en la planta, las causas pueden consistir en lo siguiente: a) el análisis foliar de la hoja (pecíolo + limbo) no permitió detectar variaciones, b) la materia orgánica del suelo, fue una importante fuente de nitrógeno c) las plantas con menor disponibilidad de nitrógeno, experimentaron mayor movilización de las reservas.

El manejo de suelos con herbicida, presentó el mayor riesgo de erosión. Esto se debería, a una menor protección de la superficie del suelo.

6. RESUMEN

En dos viñedos de secano con los cultivares Merlot y Cabernet Sauvignon (injertados sobre SO₄), fueron instalados dos ensayos en el año 1985. Con el objetivo de analizar diferentes manejos de suelo y dosis de nitrógeno.

El presente trabajo, corresponde a la evaluación 1994-95. En el cual se estudió la incidencia de los tratamientos, sobre la producción, calidad enológica de la uva, estado nutricional de la planta y riesgo de erosión en los manejos de suelo.

Los manejos consisten en aplicación de herbicida, laboreo y mulch (restos vegetales).

La fertilización incluye las dosis 0, 50 y 100 u de N.ha⁻¹.año⁻¹.

Se evaluó el rendimiento, alcohol probable, acidez total, pH de la uva y porcentaje foliar de nitrógeno en los diferentes tratamientos. Además el nivel foliar de fósforo, potasio, calcio y magnesio en los manejos de suelo.

En los viñedos del ensayo, no se observaron efectos significativos de los manejos del suelo, sobre la producción, calidad de uva y nutrición mineral de las plantas.

En el viñedo del cv. Merlot la fertilización nitrogenada, no afectó la acidez y pH de la uva. En cambio, aumentó significativamente el rendimiento y disminuyó en pequeña cantidad, el grado de alcohol probable del fruto.

En el viñedo del cv. Cabernet Sauvignon, la fertilización nitrogenada, no afectó en forma significativa los parámetros evaluados.

Las dosis de nitrógeno utilizadas, no provocaron la aparición de desordenes fisiológicos, como desecamiento de escobajo y corrimiento.

Las parcelas con herbicida, presentaron el mayor riesgo de erosión.

7. BIBLIOGRAFIA

1. ADAMS, D.O.; FRANKE, K.E.; CHRISTENSEN, L.P. 1990. Elevated putrescine levels in grapevine leaves that display symptoms of potassium deficiency. *American Journal of Enology and Viticulture* 41(2): 121-125.
2. _____; BATES, D.J.; ADAMS, D.F.; FRANKE, K.E.; 1992. The effect of agmatine and other precursors on the accumulation of putrescine in grape leaves. *American Journal of Enology and Viticulture* 43(3): 239-243.
3. AGULHON, R. 1985. Desherbage de la vigne. *Le Progrès Agricole et Viticole* 102 (7): 169-173.
4. _____. 1996. Intérêt des nouvelles techniques d ' entretien des sols de vigne pour la viticulture, l'oenologie, l' environnement et la santé. *Le Progrès Agricole et Viticole* 113 (12): 275-278.
5. ALEGRE, J.C.; PASHANASI, B.; LAVELLE, P. 1996. Dynamics of soil physical properties in Amazonian agroecosystems inoculated with earthworms. *Soil Science Society of America Journal* 60(5): 1522-1529.
6. ALEXANDER, M. 1981. Introducción a la microbiología del suelo. Trad. por Juan José Peña Cabriaes. México. AGT Editores. 491 p.
7. ALVAREZ, J. 1980. Hacia una nueva viticultura: Manejo del suelo. *Noticiero* no. 46: 5-9.
8. ANDERSEN, P.C.; BRODBECK, B.V. 1989. Temperature and temperature preconditioning on flux and chemical composition of xylem exudate from muscadine grapevines. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 114(3): 440-444.
9. ANDRADES, M^a. 1990. Fisiología de la maduración de la uva. *Viticultura/ Enología Profesional* no. 9 :21-30.
10. ARAUJO, F.J.; WILLIAMS, L.E. 1988. Dry matter and nitrogen partitioning and root growth of young field - grown Thompson Seedless grapevines. *Vitis* 27(1): 21-32.
11. ARAVENA CERDA, R. 1991. Riego de huertos frutales: importancia y manejo del agua en algunas etapas del crecimiento. *Revista Frutícola* 12 (3): 89-93.
12. ATKINSON, D. 1980. The distribution and effectiveness of the roots of tree crops. *Horticultural Reviews* no. 2: 424-490
13. _____. 1983. The growth, activity and distribution of the fruit tree root system. *Plant and Soil* 71(1-3): 23-35.
14. ATLAS, R.M.; PRAMER, D.; BARTHA, R. 1978. Assessment of pesticide effects on non-target soil microorganisms. *Soil Biology & Biochemistry* 10(3): 231-239.
15. AZZOZ, R.H.; ARSHAD, M.A. 1995. Tillage effects on thermal conductivity of two soils in Northern British Columbia. *Soil Science Society of America Journal* 59(5): 1413-1423.

16. BAETHGEN, W.E.; CARDELLINO, G.P. 1980. Movimiento de nitratos bajo diferentes coberturas vegetales II. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 93 p.
17. _____. 1992. Dinámica del nitrógeno en sistemas de rotaciones cultivos-pasturas. Revista INIA Investigaciones Agronómicas. 1(1): 3-25.
18. BALCAR, J.; HERNANDEZ, J. 1988. Translocación de fotosintatos en sarmientos de la vid durante el período vegetativo. Vitis 27(1): 13-20.
19. BALLIF, J.L. 1989-90. Erosion dans le vignoble champenois: influence des techniques culturales (France). Pédologie 25 (1-2): 151-156.
20. _____. 1994a. Lysimétrie en monolithes d ' une rendzine brune sur craie cryoturbée. I. Bilan hydrique en sols planté en vigne, nu, enherbé et cultivé. Le Progrès Agricole et Viticole 111(8): 163-174.
21. _____. 1994b. Lysimétrie en monolithes d ' une rendzine brune sur craie cryoturbée III. Pertes minérales en azote, en soufre et en chlore en sols planté en vigne, nu, enherbé et cultivé. Le Progrès Agricole et Viticole 111(20): 445-453.
22. _____. 1995a. Les eaux de ruissellement et d ' infiltration d ' un sol viticole champenois résultats de couvertures de composts urbains et d ' écorces broyées. Le Progrès Agricole et Viticole 112 (24): 534-543.
23. _____. 1995b. Lysimétrie en monolithes d ' une rendzine brune sur craie cryoturbée. IV. Composition centésimale des végétaux. Pertes en calcium, magnésium, potassium et sodium. Bilan minéral en sols planté, en vigne, nu, enherbé et cultivé. Le Progrès Agricole et Viticole 112(1): 13-22.
24. BARKER, A.V.; MILLS, H.A. 1980. Ammonium and nitrate nutrition of horticultural crops. Horticultural Reviews no. 2: 395- 423. *(f. 116)*
25. _____. 1989. Genotypic responses of vegetable crops to nitrogen nutrition. HortScience 24(4): 584-591.
26. BAUMHARDT, R.L.; LASCANO, R.J. 1996. Rain infiltration as affected by wheat residue amount and distribution in ridged tillage. Soil Science Society of America Journal 60(6): 1908-1913.
27. BAYER, L.D.; GARDNER, W.H.; GARDNER, W.R. 1991. Física de suelos. Trad. por Jorge Manuel Rodríguez y Rodríguez. México. Limusa. 529 p.
28. BERNARD, A.C. 1985. La détection cytochimique et les sites de dépôts de l' Amidon dans les feuilles et les rameaux de la vigne (Vitis vinifera L). Le Progrès Agricole et Viticole 102 (9): 223-230.
29. BERNSTEIN, Z.; LUSTIG, I. 1986. Evaluation of the mechanical properties of grape berries for better marketing quality. In Congreso Internacional de la Viña y el Vino (19º, 1986, Santiago Chile). pp. 231-246.

30. BERTONI, G.; MASSON, P. 1994. Influence d'un enherbement à base de trèfle souterrain sur la production et la nutrition de la vigne sous climat méditerranéen. *Le Progrès Agricole et Viticole* 111(6): 136-139.
31. _____. 1995. Quelques aspects de la chlorose de la vigne. *Le Progrès Agricole et Viticole* 112 (4): 80-86.
32. BLACK, C.A. 1975. Relaciones suelo-planta. Trad. por Armando Rabuffetti y Susana Darre. Buenos Aires. Hemisferio Sur. Tomo I. 440 p.
33. BORSANI, J.O. 1988. Evaluación del manejo del suelo con herbicidas en viñedos del grupo CREA viticultores. *Comunicación (FUCREA)* no. 145: 35-44.
34. BOUBALS, D. 1992. Techniques d'entretien du sol et environnement. *Le Progrès Agricole et Viticole* 109 (1): 13-17.
35. BOULAY, H. 1985. La fertilisation de la vigne au 2^e forum du COMIFER (Toulouse/22 au 24 janvier 1985). *Le Progrès Agricole et Viticole* 102 (8): 189-195.
36. BRANAS, J. 1974. Viticulture. Montpellier. Déhan. 990 p.
37. CABALLERO, P.; MIGUEL DE, M.D.; CASES, B. 1995. Relations fonctionnelles entre fertilisation et production de la vigne. *Bulletin de l'O.I.V.* 68 (773-774): 561-579.
38. CANEPA, E.; GOMEZ, A. 1984. Influencia de las prácticas de manejo del suelo sobre la nutrición hídrica del duraznero (*Prunus Persica* Batsch). Tesis. Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 87 p.
39. CARBONNEAU, A.; POUGET, R. 1986. Effets de la concentration de la solution nutritive sur la morphologie racinaire, le régime hydrique, la photosynthese brute et les correlations intraplante chez *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. In *Symposium sur la Physiologie de la Vigne* (2^e, 1983, Burgas Bulgarie). pp. 213-227.
40. _____. 1992. La teneur en sucres du raisin. *Le Progrès Agricole et Viticole* 109 (22): 495-500.
41. _____. OLLAT, N. 1993. Étude de la coulure et maîtrise de la production. *Le Progrès Agricole et Viticole* 110 (15-16): 331-340.
42. _____. 1993. Facteur de qualité: la richesse en sucres. *Le Progrès Agricole et Viticole* 110 (9): 205-206.
43. CARLIEZ, M. 1995. L'enherbement du vignoble: pour une réduction des rendements à faible coût. *Viti* no. 194: 41-42.
44. CARSOULLE, J.; MAGNIEN, C.; ROZIER, J.P. 1991. Manejo de los herbicidas de preemergencia en viña. *Fruticultura Profesional. Nutri-fitos* 1991: 18-21.
45. CASSANELLO, M.E. 1975. Uso del diagnostico foliar como base para evaluar el estado nutricional de la viña (*Vitis vinifera* L.). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 87 p.

46. CATALINA, L.; SARMIENTO, R.; ROMERO, R.; VALPUESTA, V.; MAZUELOS, C. 1981. Estudio de la fertilización diferenciada en la vid. I. Evolución del nitrógeno total, nitrógeno proteico, aminoácidos libres y prolina. *Anales de Edafología y Agrobiología* : 40 (3-4): 667 - 675.
47. CAWTHON, D.L.; MORRIS, J.R. 1982. Relationship of seed number and maturity to berry development, fruit maturation, hormonal changes, and uneven ripening of 'Concord' (*Vitis labrusca* L.) grapes. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 107(6): 1097-1104.
48. CLARKSON, D.T.; HANSON, J.B. 1980. The mineral nutrition of higher plants. *Annual Review of Plant Physiology* no. 31: 239-298.
49. CLEMENT, P. 1978. Le dessèchement de la rafle des grappes de la vigne. *Le Progrès Agricole et Viticole* 95(4): 103-114.
50. COLAPIETRA, M.; DI COLLALTO, G.; TAGLIENTE, G. 1993. Influenza di differenti volumi stagionali di irrigazione sulle caratteristiche qualitative dell' uva da tavola (cv. "Italia"). *Rivista di Frutticoltura* no. (7-8): 71-78.
51. CONRADIE, W.J.; SAAYMAN, D. 1989a. Effects of long-term nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization on Chenin blanc vines. I. Nutrient demand and vine performance. *American Journal of Enology and Viticulture* 40(2): 85-90.
52. _____; SAAYMAN, D. 1989b. Effects of long-term nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization on Chenin blanc vines. II. Leaf analyses and grape composition. *American Journal of Enology and Viticulture* 40(2): 91-98.
53. _____. 1990. Distribution and translocation of nitrogen absorbed during late spring by two-year-old grapevines grown in sand culture. *American Journal of Enology and Viticulture* 41(3): 241-250.
54. CONSIDINE, J.; BROWN, K. 1981. Physical aspects of fruit growth: Theoretical analysis of distribution of surface growth forces in fruit in relation to cracking and splitting. *Plant Physiology* 68(2): 371-376.
55. COOMBE, B.G.; DUNDON, R.J.; SHORT, A.W.S. 1980. Indices of sugar-acidity as ripeness criteria for winegrapes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 31(5): 495-502.
56. _____. 1987. Distribution of solutes within the developing grape berry in relation to its morphology. *American Journal of Enology and Viticulture* 38(2): 120-127.
57. _____. 1992. Research on development and ripening of the grape berry. *American Journal of Enology and Viticulture* 43(1): 101-110.
58. COOPER, H.D.; CLARKSON, D.T. 1989. Cycling of amino-nitrogen and other nutrients between shoots and roots in cereals-A possible mechanism integrating shoot and root in the regulation of nutrient uptake. *Journal of Experimental Botany* 40(216): 753- 762.

59. CORDEAU, J. 1993. Richesse en sucres et porte-greffe. *Le Progrès Agricole et Viticole* 110(9): 207-212.
60. COX, A.E.; JOERN, B.C.; ROTH, C.B. 1996. Nonexchangeable ammonium and potassium determination in soils with a modified sodium tetraphenylboron method. *Soil Science Society of America Journal* 60(1): 114-120.
61. CRAWFORD, N.M. 1995. Nitrate: nutrient and signal for plant growth. *The Plant Cell* 7(7): 859 - 868.
62. CREASY, G.L.; PRICE, S.F.; LOMBARD, P.B. 1993a. Evidence for xylem discontinuity in Pinot noir and Merlot grapes: dye uptake and mineral composition during berry maturation. *American Journal of Enology and Viticulture* 44(2): 187-192.
63. _____; LOMBARD, P.B. 1993b. Vine water stress and peduncle girdling effects on pre- and post- veraison grape berry growth and deformability. *American Journal of Enology and Viticulture* 44(2): 193-197.
64. CROVETTO, C. 1988. La cero labranza en siembras de trigo y su influencia en el medio edáfico en suelos erosionados de la cordillera de la costa de Chile Central. In *Reunión sobre Manejo y Conservación de Suelos* (1987, Santiago Chile). Montevideo. IICA. pp. 65-75.
65. CUINIER, C.; PUISAIS, J.; GALZY, P. 1976. Influence de la culture intercalaire de ray grass sur la microflore des sols de vigne. *Vitis* 14(4): 289-301.
66. CHAMPAGNOL, F. 1978. Fertilisation optimale de la vigne. *Le Progrès Agricole et Viticole* 95(13-16): 423-440.
67. _____. 1980. La matière organique des sols de vigne du Midi de la France. *Le Progrès Agricole et Viticole* 97(8): 161-173.
68. _____. 1981. Le dessèchement de la rafle. *Le Progrès Agricole et Viticole* 98(19): 668-673.
69. _____. 1984. *Elements de physiologie de la vigne et de viticulture generale*. Montpellier. Dehan. 351 p.
70. _____. 1986a. L' acidité des moûts et des vins. *Le Progrès Agricole et Viticole* 103(20): 463-465.
71. _____. 1986b. L' acidité des moûts et des vins. II. Facteurs physiologiques et agronomiques de variation. *Le Progrès Agricole et Viticole* 103(15-16): 361-374.
72. _____. 1993. Baisse d ' acidité:les facteurs agronomiques. *Viti no. 180*: 37-38.
73. _____. 1994. Facteurs agronomiques de l ' acidité des moûts et des vins. *Le Progrès Agricole et Viticole* 111(21): 469-481.
74. CHAUMONT, M.; MOROT-GAUDRY, J.F.; FOYER, CH. 1994. Seasonal and diurnal changes in photosynthesis and carbon partitioning in *Vitis vinifera* leaves in vines with and without fruit. *Journal of Experimental Botany* 45(278): 1235-1243.

75. CHAVES, M.M. 1986. Photosynthèse et migration des produits d'assimilation chez la vigne, études quantitatives dans différents états physiologiques. In Symposium sur la Physiologie de la Vigne (2^o, 1983, Burgas Bulgarie). pp. 271-280.
76. CHOUHY, A.L. 1994. Fertilización de viñedos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 80 p.
77. CHRISTENSEN, P. 1984. Nutrient level comparisons of leaf petioles and blades in twenty-six grape cultivars over three years (1979 through 1981). *American Journal of Enology and Viticulture* 35(3) : 124-133.
78. _____; BOGGERO, J.; BIANCHI, M. 1990. Comparative leaf tissue analysis of potassium deficiency and a disorder resembling potassium deficiency in Thompson Seedless grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture* 41(1): 77-83.
79. _____; BIANCHI M.L.; PEACOCK, W.L.; HIRSCHFELT, 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.
80. DARNÉ, G. 1988. Évolution des différentes anthocyanes des pellicules de Cabernet - Sauvignon au cours du développement des baies. *Connaissance Vigne Vin* 22(3): 225-231.
81. DAVIES, C.; ROBINSON, S.P. 1996. Sugar accumulation in grape berries; cloning of two putative vacuolar invertase cDNAs and their expression in grapevine tissues. *Plant Physiology* 111(1): 275-283.
82. DE ALBUQUERQUE REGINA, M.; CARBONNEAU, A. 1995. Responses des cepages de *Vitis vinifera* L. à l'application d'un stress hydrique: Effets sur les échanges gazeux et la teneur en acide abscissique des feuilles. In Congreso Mundial de la Viña y el Vino (21^o, 1995, Punta del Este, Uruguay). pp. 65-79.
83. DELAS, J.; MOLOT, CH.; SOYER, J.P. 1986. Influence d'une fertilisation azotée excessive, du portegreffe et de la charge sur le comportement du Merlot en sol de graves du Bordelais. In Symposium sur la Physiologie de la Vigne (2^o, 1983, Burgas Bulgarie). pp. 441-450.
84. _____. 1993a. Dessèchement de la rafle et qualité. *Le Progrès Agricole et Viticole* 110(6): 135-136.
85. _____. 1993b. Nutrition azotée composition des baies et des moûts. *Le Progrès Agricole et Viticole* 110(6): 139-142.
86. _____. 1995. Fertilisation: quand la vigne souffre les pétioles s'alarment. *Viti no.* 202: 25-27.
87. DELHON, P.; GOJON, A.; TILLARD, P.; PASSAMA, L. 1995a. Diurnal regulation of NO₃ uptake in soybean plants. I. Changes in NO₃ influx, efflux, and N utilization in the plant during the day/night cycle. *Journal of Experimental Botany* 46(291): 1585-1594.

88. _____; GOJON, A.; TILLARD, P.; PASSAMA, L. 1995b. Diurnal regulation of NO_3^- uptake in soybean plants. II Relationship with accumulation of NO_3^- and asparagine in the roots. *Journal of Experimental Botany* 46(291): 1595 - 1602.
89. DE WILLIGEN, P.; VAN NOORDWIJK, M. 1987. Roots, plant production and nutrient use efficiency. Ph. D. Thesis Agricultural University Wageningen, the Netherlands. 282 p.
90. DIAZ, R.; GARCIA, F.; BOZZANO, A. 1980. Dinámica de la disponibilidad de nitrógeno y las propiedades físicas del suelo en rotaciones de pasturas y cultivos. CIAAB. Miscelanea no. 24. 39 p.
91. DIAZ, M.V.; KOGAN, M. 1983. Factores que determinan la movilidad de herbicidas residuales aplicados al suelo en parronales y huertos frutales. Aconex no. 5: 26-30.
92. DIXON, R.M. 1995. Water infiltration control at the soil surface: Theory and practice. *Journal of Soil and Water Conservation* 50(5): 450-453.
93. DUAH-YENTUMI, S.; JOHNSON, D.B. 1986 Changes in soil microflora in response to repeated applications of some pesticides. *Soil Biology & Biochemistry* 18(6): 629-635.
94. DUCHAUFOUR, P.H.; SOUCHIER, B. 1979. *Pédologie: constituans et propriétés du sol*. Paris. Masson. Tomo II. 459 p.
95. DUNDON, C.G.; SMART, R.E.; MCCARTHY, M.G. 1984. The effect of potassium fertilizer on must and wine potassium levels of Shiraz grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*. 35(4): 200-205.
96. DÜRING, H.; LOVEYS, B.R. 1982. Diurnal changes in water relations and abscisic acid in field grown *Vitis vinifera* cvs. I. Leaf water potential components and leaf conductance under humid temperate and semiarid conditions. *Vitis* 21(3): 223-232.
97. _____. 1984. Evidence for osmotic adjustment to drought in grapevines (*Vitis vinifera* L.). *Vitis* 23(1): 1-10.
98. _____. OGGIONNI, F. 1986. Transpiration und Mineralstoffeinlagerung der Weinbeere. *Vitis* 25(2): 59-66.
99. _____. LANG, A; OGGIONNI, F. 1987. Patterns of water flow in Riesling berries in relation to developmental changes in their xylem morphology. *Vitis* 26(3): 123-131.
100. EGUREN, E.E.; ROSSI, L.I. 1987. Efectos de la fertilización nitrogenada y potásica en el viñedo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 148 p.
101. ELLIOTT, E.T.; HORTON, K.; MOORE, J.C.; COLEMAN, D.C.; COLE, C.V. 1984. Mineralization dynamics in fallow dryland wheat plots, Colorado. *Plant and Soil* 76, (1-3): 149-155.
102. ETOURNEAUD, F.; LOUE, A. 1984. Le diagnostic petiolaire de la vigne en relation avec l'interprétation de l'analyse de sol pour le potassium et le magnésium. *Le Progrès Agricole et Viticole*. 101(23): 561-568.

103. FAROPPA, S.M. 1981. Uso de mulching en los montes frutales. Seminario. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 30 p.
104. FARREL, R.E.; SANDERCOCK, P.J.; PENNOCK, D.J.; VAN KESSEL, C. 1996. Landscape-scale variations in leached nitrate: Relationship to denitrification and natural nitrogen-15 abundance. *Soil Science Society of America Journal* 60(5): 1410-1415.
105. FLAMAND, D. 1996. Croissance des baies: de l' eau, pas trop, mais quand il faut !. *Viti* no. 210: 36-38.
106. FORMENTO, A. 1983. Control de malezas y su relación al manejo de suelos en montes de frutales de hoja caduca. CIAAB. Miscelanea no. 53 p: 9-17.
107. FRANCO LEEMHUIS, J.A. 1989. Influencia de las sustancias húmicas en los procesos metabólicos vegetales. *Viticultura/ Enología Profesional* (supl. no. 5): 35-39.
108. FREGONI, M.; FRASCHINI, P. 1990. Concimazione delle uve da tavola. *Rivista di Frutticoltura* no. 2: 9-13.
109. GALZY, R.; HAFFNER, V.; COMPAN, D. 1990. Influence of three factors on the growth and nutrition of grapevine microcuttings. *Journal of Experimental Botany* 41(224): 295-301.
110. GARCIA, A.; MORON, A. 1992. Estudios de C, N y P en la biomasa microbiana del suelo en tres sistemas de rotación agrícola. *Revista INIA. Investigaciones Agronómicas* 1(1): 111-126.
111. GARCIA, F. 1992. Guía para la toma de decisiones en conservación de suelos. INIA. Uruguay. Serie Técnica no. 26. 63 p.
112. GARCIA, A. 1994a. El N en ecosistemas agrícolas, su dinámica y disponibilidad en el sistema suelo-planta. INIA. Uruguay. Serie Técnica no. 42 pp. 15-21.
113. GARCIA, F. 1994b. Erosión del suelo: Predicción y control. INIA. Uruguay. Serie Técnica no. 42. pp. 65-67.
114. _____. 1996. Aspectos básicos del comportamiento de suelos en siembra directa: Propiedades físicas. In *Curso de Actualización sobre Manejo y Conservación de Suelos* (1996, Montevideo, Uruguay). Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 11-23.
115. GHISI, R.; IANNINI, B.; PASSERA, C. 1984. Changes in the activities of enzymes involved in nitrogen and sulphur assimilation during leaf and berry development of *Vitis vinifera*. *Vitis* 23(4): 257-267.
116. GIBBS, R.J.; REID, J.B. 1988. A conceptual model of changes in soil structure under different cropping systems. *Advances in Soil Science* no. 8: 123-149.
117. GIL, G. 1993. Desórdenes fisiológicos y necrosis de plantas frutales relacionadas con toxicidad del nitrógeno. *Revista Frutícola* 14(1): 14-28.
118. GIULIVO, C. 1990. Interazioni tra nutrizione minerale e stato idrico della pianta e del terreno. *Rivista di Frutticoltura* no. 4: 9-18.

119. GLAAB, J.; KAISER, W.M. 1993. Rapid modulation of nitrate reductase in pea roots. *Planta* 191(2): 173-179.
120. GLAD, C.; REGNARD, J.L.; QUEROU, Y.; BRUN, O.; MOROT-GAUDRY, J.F. 1992. Flux and chemical composition of xylem exudates from Chardonnay grapevines: temporal evolution and effect of recut. *American Journal of Enology and Viticulture* 43(3): 275-282.
121. 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.
122. GLENN D.M.; WELKER W.V. 1989. Orchard soil management systems influence rainfall infiltration. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 114 (1): 10-14.
123. _____; WELKER W.V. 1993. Root development patterns in field grown peach trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 118 (3): 362-365.
124. GONZALEZ, 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.
125. _____. 1994. Los compuestos fenólicos de los vinos. *Panorama Vitivinícola (Uruguay)* 2(7): 11-14.
126. GOULD, W.D.; HAGEDORN, C.; MCCREADY, R.G.L. 1986. Urea transformations and fertilizer efficiency in soil. *Advances in Agronomy* no. 40: 209-238.
127. GREENSPAN, M.D.; SCHULTZ, H.R.; MATTHEWS, M.A. 1996. Field evaluation of water transport in grape berries during water deficits. *Physiologia Plantarum* 97(1): 55-62.
128. GRUNDMANN, G.L.; RENAULT, P.; ROSSO, L.; BARDIN, R. 1995. Differential effects of soil water content and temperature on nitrification and aeration. *Soil Science Society of America Journal* 59(5): 1342-1349.
129. GU, S.; LOMBARD, P.B.; PRICE, S.F. 1994. Inflorescence necrosis induced from ammonium incubation and deterred by α - Keto-glutarate and ammonium assimilation in Pinot noir grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture* 45 (2): 155-160.
130. GUPTA, S.C.; ALLMARAS, R.R. 1987. Models to assess the susceptibility of soils to excessive compaction. *Advances in Soil Science* no. 6: 65-100.
131. GUPTA, V.V.S.R.; GERMIDA, J.J. 1988. Distribution of microbial biomass and its activity in different soil aggregate size classes as affected by cultivation. *Soil Biology & Biochemistry* 20(6): 777-786.
132. HAMBLIN, A.P. 1985. The influence of soil structure on water movement crop root growth, and water uptake. *Advances in Agronomy* no. 38: 95-158.

133. HASSINK, J. 1996. Preservation of plant residues in soils differing in unsaturated protective capacity. *Soil Science Society of America Journal* 60 (2): 487-491.
134. HECHT, U.; MOHR, H. 1990. Factors controlling nitrate and ammonium accumulation in mustard (*Sinapis alba*) seedlings. *Physiologia Plantarum* 78(3): 379-387.
135. HENRIKSEN, G.H.; SPANSWICK, R.M. 1993. Investigation of the apparent induction of nitrate uptake in barley (*Hordeum vulgare* L.) using NO_3^- -selective microelectrodes; modulation of coarse regulation of NO_3^- uptake by exogenous application of downstream metabolites in the NO_3^- assimilatory pathway. *Plant Physiology* 103(3): 885-892.
136. HOFSTADTER, R. 1972. Influencia de la composición mecánica y del contenido de materia orgánica sobre la disponibilidad de agua de los suelos. Tesis Ing Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 27 p.
137. HOGUE, E.J.; NEILSEN, G.H. 1987. Orchard floor vegetation management. *Horticultural Reviews* no. 9: 337-430.
138. HRAZDINA, G.; PARSONS, G.F.; MATTICK, L.R. 1984. Physiological and biochemical events during development and maturation of grape berries. *American Journal of Enology and Viticulture* 35 (4): 220-227.
139. HUBBARD, V.C.; JORDAN, D. 1996. Nitrogen recovery by corn from nitrogen-15 labeled wheat residues and intact roots and soil. *Soil Science Society of America Journal* 60(5): 1405-1410.
140. HUBER, J.L.; REDINBAUGH, M.G.; HUBER S.C.; CAMPBELL, W.H. 1994. Regulation of maize leaf nitrate reductase activity involves both gene expression and protein phosphorylation. *Plant Physiology* 106(4): 1667-1674.
141. HUDSON, N. 1982. Conservación del suelo. Trad. por José M^a García Ruiz y Juan Pablo Martínez Rica. Barcelona, Reverté. 335 p.
142. HUFTON, C.A.; BESFORD, R.T.; WELLBURN, A.R. 1996. Effects of NO (+ NO_2) pollution on growth, nitrate reductase activities and associated protein contents in glasshouse lettuce grown hydroponically in winter with CO_2 enrichment. *New Phytologist* 133(3): 495-501.
143. IBACACHE, A.; LOBATO, A. 1995. Periodos de crecimiento de raíces en vid. *Revista Frutícola* 16(1): 23-26.
144. IHORI, T.; BURKE, I.C.; LAUENROTH, W.K.; COFFIN, D.P. 1995. Effects of cultivation and abandonment on soil organic matter in northeastern Colorado. *Soil Science Society of America Journal* 59(4): 1112-1119.
145. IMSANDE, J.; TOURAINE, B. 1994. Update on mineral nutrition: N demand and the regulation of nitrate uptake. *Plant Physiology* 105(1): 3-7.
146. ISART, G.; ROUSSEAU, J. 1983. La résistance aux herbicides en viticulture. *Le Progrès Agricole et Viticole* 100(3): 96-98.

147. JACKSON, D.I.; LOMBARD, P.B. 1993. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality - A Review. *American Journal of Enology and Viticulture* 44(4): 409-430.
148. JACKSON, W.A.; VOLK, R.J. 1995. Attributes of the nitrogen uptake systems of maize (*Zea mays* L.): maximal suppression by exposure to both nitrate and ammonium. *New Phytologist* 130(3): 327-335.
149. JALOTA, S.K.; PRIHAR, S.S. 1990. Bare-soil evaporation in relation to tillage. *Advances in Soil Science* no. 12: 187-216.
150. JOURDAN, O. 1993. Essai de fertilisation potassique de la vigne; synthèse des résultats obtenus à Blanquefort. *Le Progrès Agricole et Viticole* 110(7): 151-157.
151. KAISER, W.M.; SPILL, D.; GLAAB, J. 1993. Rapid modulation of nitrate reductase in leaves and roots: Indirect evidence for the involvement of protein phosphorylation /dephosphorylation. *Physiologia Plantarum* 89(3): 557-562.
152. _____; HUBER, S. 1994a. Modulation of nitrate reductase in vivo and in vitro: Effects of phosphoprotein phosphatase inhibitors, free Mg^{+2} and 5'-AMP. *Planta* 193(3): 358-364.
153. _____; HUBER, S. 1994b. Update on enzyme regulation: posttranslational regulation of nitrate reductase in higher plants. *Plant Physiology* 106(3): 817-821.
154. KAPS, M.L.; CAHOON, G.A. 1989. Berry thinning and cluster thinning influence vegetative growth, yield, fruit composition, and net photosynthesis of "Seyval blanc" grapes. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 114(1): 20-24.
155. KAY, B.D. 1990. Rates of change of soil structure under different cropping systems. *Advances in soil Science* no. 12: 1-52.
156. KING, B.J.; SIDDIQI, M.Y.; RUTH, T.J.; WARNER, R.L.; GLASS, A.D.M. 1993. Feedback regulation of nitrate influx in barley roots by nitrate, nitrite, and ammonium. *Plant Physiology* 102 (4): 1279-1286.
157. 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 Science* 96(5): 581-587.
158. KONONOVA, M.M. 1982. *Materia orgánica del suelo: su naturaleza, propiedades y métodos de investigación*. Trad. por Enriqueta Bordas De Muntan. Barcelona. Oikos-tau. 365 p.
159. KUZYAKOV, Y.V. 1997. The role of amino acids and nucleic bases in turnover of nitrogen and carbon in soil humic fractions. *European Journal of Soil Science*. 48(1): 121-130.
160. LABRADOR MORENO J.; GUIBERTEAU, A.; LOPEZ L.; REYES, J.L. 1993. *La materia orgánica en los sistemas agrícolas: Manejo y utilización*. MAPA. Hojas divulgadoras. no. 3/93 H.D. 43 p.

161. LAKSO, A.N. 1990. Interactions of physiology with multiple environmental stresses in horticultural crops. *HortScience* 25(11): 1365-1369.
162. LAL, R. 1984. Soil erosion from tropical arable lands and its control. *Advances in Agronomy* no. 37: 183-248.
163. LAL, R. 1989. Conservation tillage for sustainable agriculture: tropics versus temperate environments. *Advances in Agronomy* 42: 85-197.
164. LANG, A.; THORPE, M.R. 1989. Xylem, phloem and transpiration flows in a grape: Application of a technique for measuring the volume of attached fruits to high resolution using Archimedes' principle. *Journal of Experimental Botany* 40(219): 1069-1078.
165. LARSON, W.E.; LINDSTROM, M.J.; SCHUMACHER, T.E. 1997. The role of severe storms in soil erosion: A problem needing consideration. *Journal of Soil and Water Conservation* 52(2): 90-95.
166. LAVIN, A. 1983. Fertilización combinada N-K en un parronal regado cv. Moscatel rosada, en Cauquenes. *Agricultura Técnica (Chile)* 43(4):377-384.
167. _____; Sotomayor, J.P. 1984. Riego por goteo sobre dos tipos de viñedos cv. País, en el secano interior de Cauquenes. I.Efectos sobre producción y crecimiento de las plantas. *Agricultura Técnica (Chile)* 44(1): 15-20.
168. _____.1985a. Fenología del desarrollo del fruto de vid, cv. País, bajo condiciones del secano interior, en Cauquenes. *Agricultura Técnica (Chile)* 45(2): 145-151.
169. _____.1985b. Riego por goteo sobre dos tipos de viñedos cv. País en el secano interior de Cauquenes. III. Efectos sobre la nutrición mineral. *Agricultura Técnica (Chile)* 45(3): 199-209.
170. _____.1985c. 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.
171. _____; Kogan, M. 1987. Sistemas de manejo del suelo en viñedos jóvenes, en el secano interior de Cauquenes. I.Requerimientos de cada sistema y efectos sobre crecimiento, nutrición, producción y madurez de los frutos. *Agricultura Técnica (Chile)* 47(4): 326-334.
172. _____; Kogan, M. 1989. Sistemas de manejo del suelo en viñedos jóvenes, en el secano interior de Cauquenes. II. Efectos sobre algunas propiedades físicas y químicas del suelo. *Simiente (Chile)* 59 (1-2): 30-36.
173. LE BISSONNAIS, Y.; ARROUAYS, D. 1997. Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility: II. Application to humic loamy soils with various organic carbon contents. *European Journal of Soil Science* 48(1): 39-48.
174. LECOCQ, R. 1995. Fertilisation: un travail de laboratoire avant tout. *Viti* no. 196: 23-27.
175. LEE, R.B.; DREW, M.C. 1989. Rapid, reversible inhibition of nitrate influx in barley by ammonium. *Journal of Experimental Botany* 40(216): 741-752.

176. LI, X.Z.; OAKS, A. 1993. Induction and turnover of nitrate reductase in *Zea mays*; influence of NO_3^- . *Plant Physiology* 102(4): 1251-1257.
177. LILLO, C. 1993. Magnesium and calcium inhibition of squash leaf NADH nitrate reductase. *Plant and Cell Physiology* 34(8): 1181-1185.
178. LILLO, C. 1994. Light regulation of nitrate reductase in green leaves of higher plants. *Physiologia Plantarum* 90(3): 616-620.
179. LIU, S.Q.; PRITCHARD, G.G.; HARDMAN, M.J.; PILONE, G.J. 1994. Citrulline production and ethyl carbamate (Urethane) precursor formation from arginine degradation by wine lactic acid bacteria *Leuconostoc oenos* and *Lactobacillus buchneri*. *American Journal of Enology and Viticulture* 42 (2): 235-242.
180. LOULAKAKIS, C.A.; ROUBELAKIS-ANGELAKIS, K.A. 1990. Intracellular localization and properties of NADH-glutamate dehydrogenase from *Vitis vinifera* L.: Purification and characterization of the major leaf isoenzyme. *Journal of Experimental Botany* 41(231): 1223-1230.
181. LORETO BURGOS, R.; FERREYRA, R.; SELLÉS, G.; VALENZUELA, J. 1996. Manejo del riego y calidad del vino. *Revista Tierra Adentro* no. 7: 30-33.
182. LUCCA DE, R. 1985. Etude des sols et des systèmes racinaires dans le vignoble Uruguayen. *Le Progrès Agricole et Viticole* 102 (10): 248-258.
183. LYNCH, J.M. 1984. Interactions between biological processes, cultivation and soil structure. *Plant and Soil* 76 (1-3): 307-318.
184. _____; BRAGG, E. 1985. Microorganisms and soil: aggregate stability. *Advances in Soil Science* no. 2: 133-171.
185. MAATHUIS, F.J.M.; SANDERS, D. 1996. Mechanisms of potassium absorption by higher plant roots. *Physiologia Plantarum* 96(1): 158-168.
186. MACKLON, A.E.S.; RON, M.M.; SIM, A. 1990. Cortical cell fluxes of ammonium and nitrate in excised root segments of *Allium cepa* L.; studies using N^{15} . *Journal of Experimental Botany* 41(224): 359-370.
187. MACRAE, R.J.; MEHUY, G.R. 1985. The effect of green manuring on the physical properties of temperate - area soils. *Advances in Soil Science* no. 3: 71-94.
188. MARANGONI, B.; PETERLUNGER, E. 1986. Variation du contenu de substances nutritionnelles dans les limbes, les 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). pp. 285-303.
189. MARCHESI, E.; BELTRAMINI, E. 1980. Manejo de suelos. Montevideo, Facultad de Agronomía. 110 p.
190. MARELLI, H.J. 1988. Manejo de suelos y aguas en la región pampeana húmeda. In *Reunión sobre Manejo y Conservación de suelos* (1987 Santiago Chile). Montevideo, IICA. pp. 5-9.

191. MARTINO, D. 1994. Propiedades físicas del suelo que afectan el desarrollo vegetal. INIA. Uruguay. Serie Técnica no. 42 pp. 59-63.
192. _____. 1996. Siembra directa en los sistemas agrícolas-ganaderos del litoral. In Curso de Actualización sobre Manejo y Conservación de Suelos (1996, Montevideo, Uruguay). Facultad de Agronomía. pp. 41-58.
193. MARTIN-TANGUY, J.; CARRE, M.; DREUMONT, C.; VERNON, R.; COLLAS, A. 1993. Polyamines libres et conjuguées chez la vigne: marqueurs de certaines étapes de son développement. *Le Progrès Agricole et Viticole* 110(24): 535-540.
194. MATTHEWS, M.A.; CHENG, G.; WEINBAUM, S.A. 1987a. Changes in water potential and dermal extensibility during grape berry development. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 112(2): 314-319.
195. _____. ANDERSON, M.M.; SCHULTZ, H.R. 1987b. Phenologic and growth responses to early and late season water deficits in Cabernet franc. *Vitis* 26(3): 147-160.
196. _____. ANDERSON, M.M. 1988. Fruit ripening in *Vitis vinifera* L.: responses to seasonal water deficits. *American Journal of Enology and Viticulture* 39(4): 313-320.
197. MCKENRY, M.V. 1984. Grape root phenology relative to control of parasitic nematodes. *American Journal of Enology and Viticulture* 35(4): 206-211.
198. MENDONÇA, E.S.; ROWELL, D.L. 1996. Mineral and organic fractions of two oxisols and their influence on effective cation-exchange capacity. *Soil Science Society of America Journal* 60(6): 1888-1892.
199. MENGEL, K.; BREININGER, M.; BÜBL, W. 1984. Bicarbonate, the most important factor inducing iron chlorosis in vine grapes on calcareous soil. *Plant and Soil* 81(3): 333-344.
200. MERWIN, I.A.; STILES, W. C. 1994a. Orchard groundcover management impacts on apple tree growth and yield, and nutrient availability and uptake. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 119(2): 209-215.
201. _____. STILES, W. C.; VAN ES, H.M. 1994b . Orchard groundcover management impacts on soil physical properties. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 119(2): 216-222.
202. MILLARD, P.; THOMSON, C.M. 1989. The effect of the autumn senescence of leaves on the internal cycling of nitrogen for the spring growth of apple trees. *Journal of Experimental Botany* 40(220): 1285-1289.
203. MILLER, S.S. 1983. Response of young "Topred Delicious" apple trees to orchard floor management and fertilization. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 108(4): 638-642.
204. MORANO, L.; KIEWER, W.M. 1994. Root distribution of three grapevine rootstocks grafted to Cabernet Sauvignon grown on a very gravelly clay loam soil in Oakville, California. *American Journal of Enology and Viticulture* 45(3): 345-348.

205. MORIN, J.; VAN WINKEL, J. 1996. The effect of raindrop impact and sheet erosion on infiltration rate and crust formation. *Soil Science Society of America Journal* 60(4): 1223-1227.
206. MORLAT, R.; JACQUET, A.; ASSELIN, C. 1993. Principaux effets de l' enherbement permanent contrôlé du sol, dans un essai de longue durée en Anjou. *Le Progrès Agricole et Viticole* 110(19):406-410.
207. MORON , A. 1994. La materia orgánica del suelo en los sistemas productivos. INIA. Uruguay. Serie Técnica no. 42: 5-10.
208. MORRISON, J.C.; IODI, M. 1990. The influence of waterberry on the development and composition of Thompson Seedless grapes. *American Journal of Enology and Viticulture* 41(4): 301-305.
209. MOSKOWITZ, A.H.; HRAZDINA, G. 1981. Vacuolar contents of fruit subepidermal cells from *Vitis* species. *Plant Physiology* 68(3): 686-692.
210. MOTOMURA, Y. 1990. Distribution of ^{14}C -assimilates from individual leaves on clusters in grape shoots. *American Journal of Enology and Viticulture* 41(4): 306-312.
211. MURPHEY, J.M.; SPAYD, S.E.; POWERS, J.R. 1989. Effect of grape maturation on soluble protein characteristics of Gewürztraminer and white Riesling juice and wine. *American Journal of Enology and Viticulture*. 40(3): 199-207.
212. NAGARAJAH, S. 1987. Effects of soil texture on the rooting patterns of Thompson Seedless vines on own roots and on Ramsey rootstock in irrigated vineyards. *American Journal of Enology and Viticulture* 38(1): 54-59.
213. NOVOA, S.A.; CANTO DEL, P. 1988. Situación de manejo de suelos en Chile Central V a X Regiones. In Reunión sobre Manejo y Conservación de suelos (1987 Santiago Chile). Manejo y Conservación de suelos. Montevideo. IICA. pp. 21-39.
214. OADES, J.M. 1984. Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. *Plant and Soil* 76 (1-3): 319-337.
215. OUGH, C.S.; STEVENS, D.; ALMY, J. 1989. Preliminary comments on effects of grape vineyard nitrogen fertilization on the subsequent ethyl carbamate formation in wines. *American Journal of Enology and Viticulture* 40 (3): 219-220.
216. PAPENDICK, R.I.; PARR, J.F.; MEYER, R.E. 1990. Managing crop residues to optimize crop / livestock production systems for dryland agriculture. *Advances in Soil Science* no. 13: 253-272.
217. PAREJO, J. 1995. Evolución estacional en la nutrición mineral de la variedad Cabernet Sauvignon. *Viticultura/Enología Profesional* no. 41: 78-86.
218. PARTHASARATHY, P.; JOHN, J.B.ST. 1981. Lipid composition of chloroplast membranes from weed biotypes defferentially sensitive to Triazine herbicides. *Plant Physiology* 68(3): 585-587.

219. PELS, F.; CABOCHE, M. 1992. Molecular genetics of nitrate reductase in higher plants. *Advances in Genetics* no. 30: 1-40.
220. PEREZ, J.R.; KLEWER, W.M. 1978. Nitrate reduction in leaves of grapevine and other fruit trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 103(2): 246-250.
221. PEREZ HARVEY, J. ; KUPFER, C.; CREMASCHI, F.; PSZCOKOWSKI, P. 1986a. Effets de la fertilisation azotée et de l'ombre sur les niveaux en nitrate, arginine, nitrate reductase et la qualite du raisin et du vin de cepage Cabernet Sauvignon. In Congreso Internacional de la Viña y el Vino (19°, 1986, Santiago Chile). pp. 451-466.
222. PEREZ HARVEY, J. ; SÁNCHEZ, F.; PIZARRO, R. 1986b. Influence de la fertilisation azotée et potassique sur la qualite du raisin de table (*Vitis vinifera* L.) cv. Sultanine (Thompson Seedless). In Congreso Internacional de la Viña y el Vino (19°, 1986, Santiago Chile). pp. 559-578.
223. _____. 1990. Diagnostico nutricional de vides para uva de mesa. Aconex no. 28: 7-12
224. _____. CONTRERAS, L. 1995. Efecto del deshoje, el despunte y la eliminación de feminelas sobre la calidad de la uva en el cv. Thompson Seedless. In Congreso Mundial de la Viña y el Vino (21°, 1995, Punta del Este Uruguay). pp. 291-309.
225. PERRY, R.L.; LYDA, S.D.; BOWEN, H.H. 1983. Root distribution of four *Vitis* cultivars. *Plant and Soil* 71(1-3): 63-74.
226. PETRAGLIA, C.; PUENTES, R.; CAYSSIALS, R.; BARRIOS, J.; LUCAS, J.P. 1982. Avances en conservación de suelos en el Uruguay. Montevideo. IICA, MAP. 67 p.
227. PICCOLO, A.; MBAGWU, J.S.C. 1990. Effects of different organic waste amendments on soil microaggregates stability and molecular sizes of humic substances. *Plant and Soil* 123(1): 27-37.
228. PIJOAN i PASCUAL, J. 1986. La nutrifisiología vegetal I. *Fruticultura Profesional* no. 6: 39-41.
229. POESEN, J.W.; BOARDMAN, J.; WILCOX, B.; VALENTIN, C. 1996. Water erosion monitoring and experimentation for global change studies. *Journal of Soil and Water Conservation* 51(5): 386-390.
230. PONCE DE LEÓN, R.; CAPURRO, M. 1980. Caracterización física de suelos representativos del área granjera sur. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 131 p.
231. PONI, S.; LAKSO, A.N.; TURNER, J.R.; MELIOUS, R.E. 1994a. Interactions of crops level and late season water stress on growth and physiology of field - grown Concord grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture* 45(2): 252-258.
232. _____. INTRIERI, C.; SILVESTRONI, O. 1994b. 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.

233. POOL, R.M.; DUNST, R.M.; LAKSO, A.N. 1990. Comparison of sod, mulch, cultivation, and herbicide floor management practices for grape production in nonirrigated vineyards. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 115(6): 872-877.
234. POSSNER, D.R.E.; KLIOWER, W.M. 1985. The localisation of acids, sugars, potassium and calcium in developing grape berries. *Vitis* 24(4): 229-240.
235. POUGET, R. 1986. Effet de la concentration de la solution nutritive sur la viguer, le rendement et la qualité des produits chez *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. In *Symposium sur la Physiologie de la Vigne* (2^e, 1983, Burgas Bulgarie). pp. 384-396.
236. PRASAD, R.; POWER, J.F. 1991. Crop residue management. *Advances in Soil Scienceno.* 15:205-251.
237. PSZCZÓLKOWSKI, PH.; VILDÓSOLA, E.; REQUESENS, A.M.; MAFFEL, 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.
238. PUENTES, R. 1984. Un enfoque ecosistémico para la erosión y la conservación de suelos. *Revista AIA* 2(2): 120-130.
239. QUEMADA, M.; CABRERA, M.L. 1995a. Carbon and nitrogen mineralized from leaves and stems of four cover crops. *Soil Science Society of America Journal* 59(2): 471-477.
240. _____; CABRERA, M.L. 1995b. CERES-N model predictions of nitrogen mineralized from cover crop residues. *Soil Science Society of America Journal* 59(4): 1059-1065.
241. QUILLERÉ, I.; DUFOSSÉ, C.; ROUX, Y.; FOYER, C.H.; CABOCHE, M.; MOROT-GAUDRY, J.F. 1994. The effects of deregulation of NR gene expression on growth and nitrogen metabolism of *Nicotiana plumbaginifolia* plants. *Journal of Experimental Botany* 45(278):1205-1211.
242. RABUFFETTI, A. 1990. Nitrógeno. Montevideo, Facultad de Agronomía. 101 p.
243. _____. 1991. Nutrición catiónica. Montevideo, Facultad de Agronomía. 154 p.
244. RAGHAVAN, G.S.V.; ALVO, P.; MCKYES, E. 1990. Soil compaction in agriculture: A view toward managing the problem. *Advances in Soil Science* no. 11: 1-36.
245. RASMUSSEN, P.E.; COLLINS, H.P. 1991. Long-term impacts of tillage, fertilizer, and crop residue on soil organic matter in temperate semiarid regions. *Advances in Agronomy* no. 45: 93-134.
246. REINHOLD, L.; KAPLAN, A. 1984. Membrane transport of sugar and amino acids. *Annual Review of Plant Physiology* no. 35: 45-83.
247. RETAMALES, J.; RAZETO, B. 1985. Efecto de altos niveles de nitrógeno en parrón de vid cv. Sultanina. *Agricultura Técnica (Chile)* 45(1): 53-56.
248. REYNIER, A. 1989. Manual de Viticultura. Trad. Por Vicente Sotes Ruiz, José Ramón Lissarrague G^a Gutierrez, José A. De La Iglesia González. 4 ed. Madrid. Mundi-Prensa. 382 p.

249. RICHARDS, D. 1983. The grape root system. *Horticultural Reviews* no. 5: 127-168.
250. RIOS, A.; GIMENEZ, A. 1992. Ecofisiología de malezas. *Revista INIA. Investigaciones Agronómicas* 2(1): 157-166.
251. ROBREDO, L.M.; MONTERO, T.; GONZÁLEZ, M.L.; LÓPEZ, F.J. 1993. Seguimiento de parámetros físicos y químicos en las últimas etapas del desarrollo de la uva de vinificación. "Sevi" no. 2.465: 4093-4095.
252. ROCCA, F.A.; ZEBALLOS, R.W. 1990. Efecto de dos manejos del suelo y dos momentos de riego sobre el régimen hídrico del suelo y producción de durazneros cv "Rey del Monte". Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 108 p.
253. RODRIGUEZ, M.L.R. 1986. Effet de la secheresse sur le bilan hydrique et l'activite de la nitrate reductase chez la vigne. In *Symposium sur la Physiologie de la Vigne* (2^e, 1983, Burgas Bulgarie). pp. 347-354.
254. ROUAS, 1985. 8^e SITEVI causerie techniques: phenomenes de resistance aux fongicides et aux herbicides. *Le Progrès Agricole et Viticole* 102(8): 197-206.
255. ROUBAL, CH. 1995. Montée Rouge entretien des sols viticoles bourguignons en site sensible à l'érosion. *Le Progrès Agricole et Viticole* 112(8): 175-181.
256. ROUBELAKIS-ANGELAKIS, K.A.; KLIEWER, W.M. 1983a. Ammonia assimilation in *Vitis vinifera* L: I. Isolation and properties of leaf and root glutamate dehydrogenase. *Vitis* 22(3): 202-210.
257. _____. 1983b. Ammonia assimilation in *Vitis vinifera* L: II. Leaf and root glutamine synthetase. *Vitis* 22(4): 299-305.
258. _____. 1992. Nitrogen metabolism in grapevine. *Horticultural Reviews* no. 14: 407-452.
259. ROZIER, J.P.; DAVID, H. 1994. Enherbement naturel maîtrisé: une nouvelle technique de désherbage. *Viti* no. 191: 20-23.
260. RUFFNER, H.P. 1982 a. Metabolism of tartaric and malic acids in vitis: A review - Part A. *Vitis* 21(3): 247-259.
261. _____. 1982b. Metabolism of tartaric and malic acids in vitis: A review - Part B. *Vitis* 21(4): 346-358.
262. RUFTY JUNIOR, T.W.; ISRAEL, D.W.; VOLK, R.J.; QIU, J.; TONGMIN, S.A. 1993. Phosphate regulation of nitrate assimilation in soybean. *Journal of Experimental Botany* 44(262):879-881.
263. RUKS, L.; GARCÍA, F.; KAPLÁN, A. 1988. Propiedades físicas del suelo. Montevideo, Facultad de Agronomía. 121 p.
264. RUSSELL, E.J.; RUSSELL, E.W. 1964. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. 3 ed. Trad. por Gaspar González y González. Madrid. Aguilar. 771 p.

265. SAUER, T.J.; HATFIELD, J.L.; PRUEGER, J.H. 1996. Corn residue age and placement effects on evaporation and soil thermal regime. *Soil Science Society of America Journal* 60(5):1558-1564.
266. SCHOMBERG, H.H.; STEINER, J.L.; UNGER, P.W. 1994. Decomposition and nitrogen dynamics of crop residues: Residues quality and water effects. *Soil Science Society of America Journal* 58(2):372-381.
267. SCHWAB, G.O.; FREVERT, R.K.; EDMISTER, T.W.; BARNES, K.K. 1990. Ingeniería de conservación de suelos y aguas. Mexico, LIMUSA. 570 p.
268. SEGUIN, G. 1981. Alimentation en eau de la vigne dans les grands crus classés du Médoc. *Le Progrès Agricole et Viticole* 98(9):460-467.
269. SEGUIN, G.; VAN LEEUWEN, C.; BOISSENOT, E. 1994. L'impact du régime hydrique du sol sur la qualité. *Viti no. 183* :38-41.
270. SENESI, N.; RIZZI, F.R.; DELLINO, P.; ACQUAFREDDA, P. 1996. Fractal dimension of humic acids in aqueous suspension as a function of pH and time. *Soil Science Society of America Journal* 60(6):1773-1780.
271. SGANGA, J.C.; TERZAGHI A. 1981. Características físicas de los principales suelos agrícolas de Canelones-Montevideo. Su interpretación agronómica. Parte I. Susceptibilidad a la erosión. Boletín técnico no.8. Ministerio de Agricultura y Pesca, Dirección de Suelos. 44 p.
272. _____; TERZAGHI A. 1982. Características físicas de los principales suelos agrícolas de Canelones-Montevideo. Su interpretación agronómica. Parte II. Agua disponible del suelo. Boletín técnico no. 8. Ministerio de Agricultura y Pesca, Dirección de Suelos. 46 p.
273. _____; TERZAGHI A. 1984. Características físicas de los principales suelos agrícolas de Canelones-Montevideo. Su interpretación agronómica. Parte III. Condiciones de laboreo de los suelos. Boletín técnico no. 8. Ministerio de Agricultura y Pesca, Dirección de Suelos. 44 p.
274. SHARMA, A.K.; RAGHURAM, N.; CHANDOK, M.R.; DAS, R.; SOPORY, S.K. 1994. Investigations on the nature of the phytochrome-induced transmitter for the regulation of nitrate reductase in etiolated leaves of maize. *Journal of Experimental Botany* 45(273): 485-490.
275. SIKORA, L.J.; YAKOVCHENKO, V. 1996. Soil organic matter mineralization after compost amendment. *Soil Science Society of America Journal* 60(5): 1401-1404.
276. SILVA, H.; GIL, G.; RODRIGUEZ, J. 1984a. Estado nutricional de la uva de mesa. *Aconex no. 6*: 34-37.
277. _____; RODRIGUEZ, J.; GIL, G. 1984b. Estado nutricional de la vid en la zona pisquera. *Aconex no. 8*: 26-28.
278. _____; GIL, G.; Rodriguez, J. 1986a. Desección del escobajo de la vid (palo negro): ¿un exceso de nitrógeno amoniacal ?. *Aconex no. 14*: 9-10.

279. _____; GIL, G.; RODRIGUEZ, J. 1986b. Relación entre la nutrición mineral del racimo de la vid y la incidencia de "palo negro". Aconex no.14: 11-13.
280. SIMS, G.K. 1990. Biological degradation of soil. *Advances in Soil Science* no. 11: 289-330.
281. SIPIORA, M.; GUTIÉRREZ, M.J. 1995. Respuesta a la sequia de viñas de Riesling y Cabernet Sauvignon sobre portainjerto SO₄. *Viticultura/Enología Profesional* no. 38: 27-34.
282. SMIKA, D.E.; UNGER, P.W. 1986. Effect of surface residues on soil water storage. *Advances in Soil Science* no. 5: 111-138.
283. SMITH, J.L.; ELLIOT, L.F. 1990. Tillage and residue management effects on soil organic matter dynamics in semiarid regions. *Advances in Soil Science* no. 13:69-88.
284. SMITH, S.J.; POWER, J.F.; KEMPER, W.D. 1994. Fixed ammonium and nitrogen availability indexes. *Soil Science* 158 (2): 132-140.
285. SOJKA, R.E.; LANGDALE, G.W.; KARLEN, D.L. 1984. Vegetative techniques for reducing water erosion of cropland in the southeastern United States. *Advances in Agronomy* no. 37: 155-181.
286. SOLOMONSON, L.P.; BARBER, M.J. 1990. Assimilatory nitrate reductase: Functional properties and regulation. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* no. 41: 225-253.
287. SOTOMAYOR, J.P.; LAVIN, A. 1984. Riego por goteo sobre dos tipos de viñedos cv. País, en el secano interior de Cauquenes. II. Efectos sobre las características del vino. *Agricultura Técnica (Chile)* 44(1): 21-25.
288. SOYER, J.P.; DELAS, J.; MOLOT, CH.; ANDRAL, P.; CASTERAN, P. 1984. Techniques d ' entretien du sol en vignoble Bordelais; conséquences sur la vigne (production, vigueur, enracinement, nutrition) et sur le sol apres 20 ans d ' experimentation. *Le Progrès Agricole et Viticole* 101(12): 315-320.
289. _____; MOLOT, CH. 1993. Fertilisation potassique et composition des moûts évolution durant la maturation des raisins. *Le Progrès Agricole et Viticole* 110(8):174-177.
290. 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.
291. _____; WAMPLE, R.L.; EVANS, R.G.; STEVENS, R.G.; SEYMOUR, B.J.; NAGEL, C.W. 1994. Nitrogen fertilization of white Riesling grapes in Washington: must and wine composition. *American Journal of Enology and Viticulture* 45(1): 34-42.
292. _____; NAGEL, C.W.; EDWARDS, C.G. 1995. Yeast growth in Riesling juice as affected by vineyard nitrogen fertilization. *American Journal of Enology and Viticulture* 46(1): 49-55.

293. STEHOUWER, R.C.; JOHNSON, J.W. 1991. Soil adsorption interactions of band-injected anhydrous ammonia and potassium chloride fertilizers. *Soil Science Society of America Journal* 55(5): 1374-1381.
294. STOBBE, E.H. 1994. Practicas de cultivos con cero laboreo en el oeste de Canada. INIA. Uruguay. Serie Técnica no. 42: 83-91.
295. STOTT, D.E.; KASSIM, G.; JARRELL, W.M.; MARTIN, J.P.; HAIDER, K. 1983. Stabilization and incorporation into biomass of specific plant carbons during biodegradation in soil. *Plant and Soil* 70(1): 15-26.
296. SUBERVIOLA, J.; AGUIRREZABAL, F. 1994. Utilización del antagonismo potasio-magnesio para disminuir el contenido de potasio en vinos. *Viticultura/Enología Profesional* (supl. no. 35): 67-76.
297. SUDZUKI, F.H.; GACITUA, C.; COOPER, T. 1986. Changements morpho-anatomiques provoques par le dessechement de la rafle du raisin chez le cultivar Sultanina (Thompson Seedless). In *Congreso Internacional de la Viña y el Vino* (19º, 1986, Santiago Chile). pp. 415-426.
298. SYERS, J.K.; SPRINGETT, J.A. 1984. Earthworms and soil fertility. *Plant and Soil* 76 (1-3): 93-104.
299. TARDAGUILA, J.; BERTAMINI, M. 1993. Gestión del suelo, fertilización y riego para mejorar la calidad del vino. *Fruticultura Profesional* no. 59: 17-30.
300. TAUREILLES, C.; ROMIEU, C.G.; ROBIN, J.P.; FLANZY, C. 1995. Grape (*Vitis vinifera* L.) malate dehydrogenase. II. Characterization of the major mitochondrial and cytosolic isoforms and their role in ripening. *American Journal of Enology and Viticulture* 46(1): 29-36.
301. TELLER, S.; APPENROTH, K.-J. 1994. The appearance of glutamine synthetase in turions of *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleiden as regulated by blue and red light, nitrate and ammonium. *Journal of Experimental Botany* 45(278): 1219-1226.
302. THEILER, R.; COOMBE, B.G. 1985. Influence of berry growth and growth regulators on the development of grape peduncles in *Vitis vinifera* L. *Vitis* 24(1): 1-11.
303. THEODOROPOULOS, P.A.; ROUBELAKIS-ANGELAKIS, K.A. 1989. Mechanism of arginine transport in *Vitis vinifera* L. protoplasts. *Journal of Experimental Botany* 40(220): 1223-1230.
304. THOMPSON, W.F.; WHITE, M.J. 1991. Physiological and molecular studies of light-regulated nuclear genes in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* no. 42: 423-466.
305. TITUS, J.S.; KANG, S.M. 1982. Nitrogen metabolism, translocation, and recycling in apple trees. *Horticultural Reviews* no. 4: 204-246.
306. TROCMÉ, S.; GRAS, R. 1979. Suelo y fertilización en fruticultura. 2 ed. Madrid. Mundi-Prensa. 388 p.

307. TROMP, J. 1983. Nutrient reserves in roots of fruit trees, in particular carbohydrates and nitrogen. *Plant and Soil* 71(1-3): 401-413.
308. ULICEVIC, M.; PEJOVIC, L. 1986. Influence du cepage sur la nutrition minerale de la vigne. In *Symposium sur la Physiologie de la Vigne* (2^o, 1983, Burgas Bulgarie). pp. 374-384.
309. UNGER, P.W. 1990. Conservation tillage systems. *Advances in Soil Science* no. 13: 27-68.
310. _____. 1995. Organic matter and water-stable aggregate distribution in ridge-tilled surface soil. *Soil Science Society of America Journal* 59(4): 1141-1145.
311. URETA, F.; BOIDRON, J.N.; BOUARD, J. 1981. Influence du dessèchement de la rafle sur la qualité des vins. *Connaissance Vigne Vin* 15(2): 81-87.
312. URUGUAY. DIRECCION DE SUELOS Y FERTILIZANTES. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Clasificación de suelos: descripción, datos físicos y químicos de los suelos dominantes. Montevideo. pp. 236- 239. Anexo 2.
313. VALENZUELA, J.; RUIZ, R. 1984. Corrección de deficiencia de potasio en viñedos regados en la zona de talca. I. Efecto en la planta. *Agricultura Técnica (Chile)* 44(4): 295-298.
314. VAN CLEEMPUT, O.; EL-SEBAAY, A.S. 1985. Gaseous hydrocarbons in soil. *Advances in Agronomy* no. 38: 159-181.
315. VERGNES, A. 1987. II^e Symposium international sur la non culture de la vigne et les autres techniques d'entretien des sols viticoles. *Le Progrès Agricole et Viticole* 104(3): 55-58.
316. WANG, F.L.; ALVA, A.K. 1996. Leaching of nitrogen from slow-release urea source in sandy soils. *Soil Science Society of America Journal* 60(5): 1454-1458.
317. WARDLE, D.A.; PARKINSON, D. 1990. Effects of three herbicides on soil microbial biomass and activity. *Plant and Soil* 122(1): 21-28.
318. WEESTWOOD, W. 1982. *Fruticultura de climas templados*. Madrid. Mundi-Prensa. 461 p.
319. WELKER, W.V.; GLENN, D.M. 1988. Growth responses of young peach trees and changes in soil characteristics with sod and conventional planting systems. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 113 (5): 652-656.
320. WILLIAMS, L.E. 1987a. 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.
321. _____. 1987b. Growth of " Thompson Seedless " grapevines: II. Nitrogen distribution. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 112 (2): 330-333.
322. WILLIAMSON, J.G.; COSTON, D.C. 1989. The relationship among root growth, shoot growth, and fruit growth of peach. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 114 (2): 180-183.
323. WINKLER, J.A. 1974. *Viticultura*. Trad. por Guillermo A. Fernandez De Lara. México. C.E.C.S.A. 792 p.

324. WOLF, T.K.; HAESELER, C.W.; BERGMAN, E.L. 1983. Growth and foliar elemental composition of Seyval blanc grapevines as affected by four nutrient solution concentrations of nitrogen, potassium and magnesium. *American Journal of Enology and Viticulture* 34(4): 271-277.
325. YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. 1985. Denitrification in soil: Effects of herbicides. *Soil Biology & Biochemistry* 17(4): 447-452.
326. YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. 1987. Effects of dalapon, atrazine and simazine on denitrification in soil. *Soil Biology & Biochemistry* 19(1):31-34.
327. ZAMALVIDE, J.P. 1992. Fertilización de viñedos. Montevideo, Facultad de Agronomía. 13 p. Boletín de divulgación.
328. _____; CANEPA, P. 1994. Manejo de suelos en viñedos. Montevideo, Facultad de Agronomía. sp. Boletín de divulgación.
329. ZAMBONI, M.; IACONO, F. 1988. Étude des variations du potentiel osmotique et de l'élasticité cellulaire dans des vignes soumises a un stress hydrique. *Connaissance Vigne Vin* 22(4): 241-249.
330. _____; FREGONI, M. 1991. La viticultura y la acidez del mosto. *Viticultura/Enología Profesional* no. 14: 29-37.
331. ZARAGOZA, C. 1987. Los sistemas de mantenimiento del suelo en fruticultura. *Fruticultura Profesional* no. 10: 20-29.
332. _____; AIBAR, J.; GOMEZ-APARISI, J.; SOPEÑA, J.M. 1992. Resultados de un ensayo de laboreo reducido en un viñedo de Aragón. *Viticultura/Enología Profesional* no. 18: 33-37.

8. APENDICE

Viñedo A

Resultados de la producción y parámetros de calidad de uva en los tratamientos
manejo de suelos y fertilización nitrogenada

BLOQUE	MANEJO	N	Rend.kg/ parcela	Alcohol	Acidez	pH	Rend. kg/ ha
1	H	0	359.3	10.6	3.6	3.64	34548
1	H	50	374.2	10.7	3.8	3.57	35981
1	H	100	371.7	10.9	3.6	3.58	35740
1	L	100	384.9	10.3	3.7	3.60	37010
1	L	0	340.5	10.7	3.6	3.54	32740
1	L	50	360.2	10.9	3.4	3.56	34635
1	M	100	406.4	10.4	3.5	3.54	39077
1	M	0	417.6	10.8	3.6	3.56	40154
1	M	50	389.9	10.4	3.7	3.47	37490
2	H	100	396.2	11.3	3.6	3.60	38096
2	H	0	356.3	11.1	3.7	3.52	34260
2	H	50	381.4	11.3	3.3	3.51	36673
2	M	100	398.7	10.7	3.8	3.53	38337
2	M	50	347.0	11.4	3.4	3.53	33365
2	M	0	347.3	11.6	3.3	3.47	33394
2	L	50	328.6	11.6	3.4	3.56	31596
2	L	0	303.4	12.0	2.9	3.55	29173
2	L	100	367.9	11.9	3.3	3.51	35375
3	M	100	362.0	11.1	3.3	3.65	34808
3	M	0	349.6	11.4	3.4	3.56	33615
3	M	50	364.0	11.3	3.2	3.53	35000
3	H	0	349.8	11.3	3.2	3.60	33635
3	H	50	459.8	11.3	3.4	3.53	44212
3	H	100	324.4	11.2	3.6	3.53	31192
3	L	50	452.6	11.4	3.4	3.56	43519
3	L	100	382.0	11.3	3.3	3.48	36731
3	L	0	345.8	11.6	3.4	3.57	33250

Variable: RENDIMIENTO

TABLA DE MEDIAS

Bloque	Manejo	Nitrógeno	Rend.	Total
I			36375	327375
II			34474	310269
III			36218	325962
	H		36037	324337
	L		34892	314029
	M		36137	325240
		0	33863	304769
		50	36941	332471
		100	36262	326366
	H	0	34147	102443
	H	50	38955	116866
	H	100	35009	105028
	L	0	31721	95163
	L	50	36583	109750
	L	100	36372	109116
	M	0	35721	107163
	M	50	35285	105855
	M	100	37407	112222

Media General: 35689

ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	GL	SC	F	Pr
Repetición	2	20032668	0.5990	
Factor A	2	8620622	0.2578	
Error	4	66888998		
Factor B	2	47077860	2.4236	0.1306
AB	4	45206046	1.1636	0.3746
Error	12	116547026		
Total	26	304373222		

CV: 8.73%

Factor A: Manejo

Factor B: Nitrógeno

Variable: ALCOHOL PROBABLE

TABLA DE MEDIA

Bloque	Manejo	Nitrógeno	Alcohol	Total
I			10.633	95.700
II			11.433	102.900
III			11.322	101.900
	H		11.078	99.700
	L		11.300	101.700
	M		11.011	99.100
		0	11.233	101.100
		50	11.144	100.300
		100	11.011	99.100
	H	0	11.000	33.000
	H	50	11.100	33.300
	H	100	11.133	33.400
	L	0	11.433	34.300
	L	50	11.300	33.900
	L	100	11.167	33.500
	M	0	11.267	33.800
	M	50	11.033	33.100
	M	100	10.733	32.200

Media General: 11.130

ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	GL	SC	F	Pr
Repetición	2	3.381	15.9581	0.0124
Factor A	2	0.412	1.9441	0.2571
Error	4	0.424		
Factor B	2	0.225	3.1020	0.0820
AB	4	0.339	2.3367	0.1145
Error	12	0.436		
Total	26	5.216		

CV: 1.71%

Variable: ACIDEZ TOTAL

TABLA DE MEDIAS

Bloque	Manejo	Nitrógeno	Acidez	Total
I			3.611	32.500
II			3.411	30.700
III			3.356	30.200
	H		3.533	31.800
	L		3.378	30.400
	M		3.467	31.200
		0	3.411	30.700
		50	3.444	31.000
		100	3.522	31.700
	H	0	3.500	10.500
	H	50	3.500	10.500
	H	100	3.600	10.800
	L	0	3.300	9.900
	L	50	3.400	10.200
	L	100	3.433	10.300
	M	0	3.433	10.300
	M	50	3.433	10.300
	M	100	3.533	10.600

Media General : 3.459

ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	GL	SC	F	Pr.
Repeticion	2	0.325	5.2575	0.0759
Factor A	2	0.110	1.7725	0.2811
Error	4	0.124		
Factor B	2	0.059	0.7054	
AB	4	0.010	0.0625	
Error	12	0.498		
Total	26	1.125		

CV: 5.89%

Variable: pH

TABLA DE MEDIAS

Bloque	Manejo	Nitrógeno	Alcohol	Total
I			3.562	32.060
II			3.531	31.780
III			3.557	32.010
	H		3.564	32.080
	L		3.548	31.930
	M		3.538	31.840
		0	3.557	32.010
		50	3.536	31.820
		100	3.558	32.020
	H	0	3.587	10.760
	H	50	3.537	10.610
	H	100	3.570	10.710
	L	0	3.553	10.660
	L	50	3.560	10.680
	L	100	3.530	10.590
	M	0	3.530	10.590
	M	50	3.510	10.530
	M	100	3.573	10.720

Media General: 3.550

ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	GL	SC	F	Pr.
Repeticion	2	0.005	1.0136	0.4404
Factor A	2	0.003	0.6682	
Error	4	0.010		
Factor B	2	0.003	0.7651	
AB	4	0.009	1.1988	0.3609
Error	12	0.022		
Total	26	0.052		

CV: 1.21%

Viñedo B

Resultados de la producción y parámetros de calidad de uva en los tratamientos
manejo de suelos y fertilización nitrogenada

BLOQUE	MANEJO	N	Rend.Kg/ parcela	Alcohol	Acidez	pH	Rend./ha
1	L	50	320.4	11.6	4.2	3.70	34231
1	L	100	329.1	11.3	4.2	3.66	35160
1	L	0	325.0	11.4	4.7	3.65	34722
1	M	50	270.6	11.6	4.4	3.71	28910
1	M	0	269.7	12.2	4.5	3.66	28814
1	M	100	279.2	11.3	4.3	3.78	29829
1	H	0	296.4	11.8	4.3	3.72	31667
1	H	50	287.8	11.1	4.6	3.79	30748
1	H	100	257.6	11.6	4.3	3.73	27521
2	M	100	305.4	11.4	4.3	3.68	32628
2	M	0	352.4	11.4	4.4	3.66	37650
2	M	50	208.2	11.8	4.6	3.70	22244
2	H	50	347.8	11.9	4.1	3.64	37158
2	H	100	305.0	11.6	4.1	3.74	32585
2	H	0	297.8	11.6	4.1	3.83	31816
2	L	0	302.4	12.0	3.7	3.76	32308
2	L	50	290.2	11.7	4.3	3.82	31004
2	L	100	290.2	11.8	4.0	3.80	31004
3	L	50	327.6	11.6	4.5	3.66	35000
3	L	100	282.2	11.1	4.5	3.77	30150
3	L	0	351.4	11.6	4.2	3.73	37543
3	M	0	288.8	11.1	4.2	3.80	30855
3	M	50	250.0	11.3	4.1	3.79	26709
3	M	100	281.0	11.6	4.4	3.82	30021
3	H	50	285.2	11.9	4.1	3.78	30470
3	H	100	288.4	11.9	4.2	3.75	30812
3	H	0	299.8	11.6	3.9	3.80	32030
4	M	100	269.6	11.9	4.4	3.75	28803
4	M	0	279.2	12.2	4.0	3.76	29829
4	M	50	295.8	11.9	4.0	3.70	31603
4	H	50	292.8	11.6	4.0	3.74	31282
4	H	0	268.2	11.9	3.9	3.70	28654
4	H	100	281.2	11.6	4.6	3.64	30043
4	L	0	272.2	11.9	4.2	3.69	29081
4	L	100	276.8	11.8	3.9	3.73	29573
4	L	50	252.6	11.9	3.9	3.70	26987

Variable: RENDIMIENTO

TABLA DE MEDIAS

Bloque	Manejo	Nitrógeno	Rend.	Total
I			31289	281602
II			32044	288397
III			31510	283590
III			29539	265855
	H		31232	374786
	L		32230	386763
	M		29824	357895
		0	32080	384969
		50	30528	366346
		100	30677	368129
	H	0	31041	124167
	H	50	32414	129658
	H	100	30240	120961
	L	0	33413	133654
	L	50	31805	127222
	L	100	31471	125887
	M	0	31787	127148
	M	50	27366	109466
	M	100	30320	121281

Media General : 31095

ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	GL	SC	F	Pr.
Repetición	3	31774206	0.8268	
Factor A	2	35058773	1.3684	0.3239
Error	6	76862164		
Factor B	2	17599467	1.1047	0.3528
AB	4	41251824	1.2946	0.3093
Error	18	143388912		
Total	35	345935348		

CV: 9.08 %

Variable : ALCOHOL PROBABLE

TABLA DE MEDIAS

Bloque	Manejo	Nitrógeno	Alcohol	Total
I			11.544	103.900
II			11.689	105.200
III			11.522	103.700
III			11.856	106.700
	H		11.675	140.100
	L		11.642	139.700
	M		11.642	139.700
		0	11.725	140.700
		50	11.658	139.900
		100	11.575	138.900
	H	0	11.725	46.900
	H	50	11.625	46.500
	H	100	11.675	46.700
	L	0	11.725	46.900
	L	50	11.700	46.800
	L	100	11.500	46.000
	M	0	11.725	46.900
	M	50	11.650	46.600
	M	100	11.550	46.200

Media General: 11.653

ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	GL	SC	F	Pr.
Repetición	3	0.641	1.7320	0.2594
Factor A	2	0.009	0.0360	
Error	6	0.740		
Factor B	2	0.136	1.0027	0.3865
AB	4	0.068	0.2507	
Error	18	1.217		
Total	35	2.810		

CV: 2.23%

Variable : ACIDEZ TOTAL

TABLA DE MEDIAS

Bloque	Manejo	Nitrógeno	Acidez	Total
I			4.389	39.500
II			4.178	37.600
III			4.233	38.100
III			4.100	36.900
	H		4.183	50.200
	L		4.192	50.300
	M		4.300	51.600
		0	4.175	50.100
		50	4.233	50.800
		100	4.267	51.200
	H	0	4.050	16.200
	H	50	4.200	16.800
	H	100	4.300	17.200
	L	0	4.200	16.800
	L	50	4.225	16.900
	L	100	4.150	16.600
	M	0	4.275	17.100
	M	50	4.275	17.100
	M	100	4.350	17.400

Media General: 4.225

ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	GL	SC	F	Pr
Repeticion	3	0.403	1.9067	0.2297
Factor A	2	0.102	0.7214	
Error	6	0.423		
Factor B	2	0.052	0.5018	
AB	4	0.102	0.4937	
Error	18	0.927		
Total	35	2.007		

CV: 5.37%

Variable : pH

TABLA DE MEDIAS

Bloque	Manejo	Nitrógeno	pH	Total
I			3.713	33.420
II			3.737	33.630
III			3.767	33.900
III			3.712	33.410
	H		3.740	44.880
	L		3.723	44.670
	M		3.734	44.810
		0	3.730	44.760
		50	3.728	44.730
		100	3.739	44.870
	H	0	3.762	15.050
	H	50	3.738	14.950
	H	100	3.720	14.880
	L	0	3.708	14.830
	L	50	3.720	14.880
	L	100	3.740	14.960
	M	0	3.720	14.880
	M	50	3.725	14.900
	M	100	3.757	15.030

Media General: 3.732

ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	GL	SC	F	Pr
Repeticion	3	0.018	0.8483	
Factor A	2	0.002	0.1373	
Error	6	0.042		
Factor B	2	0.001	0.2107	
AB	4	0.008	0.9552	
Error	18	0.039		
Total	35	0.109		

CV: 1.24%