

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE AGROINDUSTRIA Y ENOLOGIA**

**EVALUACION DEL APORTE NUTRICIONAL DE SIETE CUBIERTAS**  
**VEGETALES EN UN VIÑEDO ORGÁNICO DEL c.v. MERLOT.**

**GUILLERMO ARISTÓFANES SÁNCHEZ MARTINEZ**

**Memoria para optar al Título**  
**Profesional de Ingeniero Agrónomo**  
**Mención: Vitivinicultura y Enología**

<b>Profesores Guías</b>	<b>Calificación</b>
<b>Sr. Alvaro Peña N.</b>	<b>6,2</b>
<b>Dr. Ing. Agrónomo Enólogo</b>	
<b>Sra. Verónica Díaz M.</b>	<b>6.5</b>
<b>Mg. Sc. Ing. Agrónomo</b>	
<b>Profesores Consejeros</b>	
<b>Sr. Rodrigo Callejas R.</b>	<b>6,3</b>
<b>Dr. cs. agr. Ing. Agrónomo</b>	
<b>Sr. Eduardo Loyola M.</b>	<b>6,5</b>
<b>Dr. Ing. Agrónomo Enólogo</b>	
<b>Profesor Colaborador</b>	
<b>Sr. Bruno Razeto M.</b>	
<b>Mg. Sc. Ing. Agrónomo</b>	

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
ESCUELA DE AGRONOMÍA

MEMORIA DE TITULO

**EVALUACIÓN DEL APORTE NUTRICIONAL DE SIETE  
CUBIERTAS VEGETALES EN UN VIÑEDO ORGÁNICO DEL c.v.  
MERLOT**

**GUILLERMO ARISTÓFANES SÁNCHEZ MARTÍNEZ**

SANTIAGO – CHILE

2004

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>Palabras claves</b>	<b>3</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>4</b>
<b>Key words</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUCCION</b>	<b>7</b>
<b>Objetivos</b>	<b>8</b>
<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>9</b>
<b>Asociación de cultivos</b>	<b>9</b>
Control de malezas	<b>10</b>
Control biológico de plagas	<b>11</b>
<b>Selección del cultivar entre hileras</b>	<b>12</b>
<b>Características de los distintos tipos de cubiertas vegetales</b>	<b>14</b>
<b>Claves para un buen establecimiento</b>	<b>18</b>
<b>Descomposición de la cubierta vegetal</b>	<b>19</b>
<b>Factores que afectan la velocidad de descomposición</b>	<b>21</b>
<b>Hambre de nitrógeno</b>	<b>22</b>
<b>Cambios estacionales en el contenido de nitrógeno en la vid</b>	<b>23</b>
<b>Efecto del manejo del suelo en la composición de las uvas y vinos</b>	<b>23</b>
<b>MATERIALES Y METODO</b>	<b>26</b>
<b>Lugar de trabajo</b>	<b>26</b>
<b>Materiales</b>	<b>26</b>
<b>Metodo</b>	<b>27</b>
Procedimiento	<b>27</b>

Determinaciones analíticas	29
Diseño experimental y análisis estadístico	31
<b>PRESENTACION DE RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>32</b>
<b>Análisis foliar de las cubiertas vegetales</b>	<b>32</b>
Materia seca	32
Contenido de nitrógeno de las cubiertas	34
<b>Análisis químico del suelo</b>	<b>36</b>
Nitrógeno en el suelo	37
Fósforo en el suelo	39
Potasio en el suelo	41
<b>Análisis foliar de las vides</b>	<b>42</b>
Nitrógeno total	43
Nitrógeno nítrico	45
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>47</b>
<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>49</b>

## RESUMEN

Los objetivos del presente estudio consistieron en evaluar los aportes a la fertilidad del suelo al incorporar los residuos vegetales de diferentes especies cultivadas en la entrehilera del viñedo. Asimismo, se evaluó el efecto de esta cubierta vegetal en la disponibilidad de estos nutrientes para la planta.

Se estudió un viñedo de la variedad Merlot de 2 años de edad, en la zona de Alto Jahuel del Valle del Maipo. Se analizaron los contenidos de macronutrientes del suelo y vides para poder evidenciar los cambios producidos por las cubiertas vegetales. Se sembraron 6 especies, rábano forrajero, mostaza, raps avena, ballica matilda, ballica aries. Se dejó crecer la pradera natural propia del sector. Todas las cubiertas vegetales recibieron idéntico manejo agronómico y fueron segadas e incorporadas en poscosecha (1° semana de mayo del año 1999).

Una vez descompuestas las cubiertas vegetales, se estudió el aporte de macronutrientes al suelo por cada una de las cubiertas, destacando las gramíneas avena, ballica matilda y ballica aries que aportan las mayores cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio. Al evaluar la disponibilidad de macronutrientes en la planta, se evidenció una clara disminución en los niveles de nitrógeno nítrico en los peciolos de la vid al momento de la descomposición, produciendo la llamada “hambre de nitrógeno”.

La flora nativa del sector donde se desarrolló este estudio presentó aportes significativos a los contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio, sobre el promedio del aporte de los tratamientos sembrados, lo cual también se refleja en altos contenidos de nitrógeno en los peciolos en poscosecha, perfilándose como la mejor opción de suplementación de nutrientes orgánicos al evaluar los costos de este programa de fertilización, ya que no necesita siembra de semillas seleccionadas al provenir directamente de la resiembra natural de la pradera.

Finalmente, se aconseja el desarrollo de estudios complementarios de otras especies de cubiertas vegetales en diferentes variedades de vid.

**Palabras claves**

Cultivo entrehilera

Hambre de nitrógeno

Fertilización orgánica

Análisis foliar

## SUMMARY

The objectives of the present study were evaluate the contributions to the fertility of the soil of different species cultivated between the rows of the vineyard when they were incorporated to the soil. Besides it was studied the effect of this vegetal cover in the availability of these nutrients for the vines.

A vineyard of the Merlot variety of 2 years in Alto Jahuel, Maipo Valley was used. The contents of macronutrients of the soil and grapevines were analyzed to determinate the changes produced by the vegetal covers. Six species were seeded, rábano forrajero, mustard, raps oats, ballica matilda, ballica aries and let grow the natural flora of the area. All the vegetal covers received same agronomic management and were harvested and incorporated in postharvest (1<sup>st</sup> week of May).

Once disturbed the vegetal covers, the contribution of macronutrients to the soil by each one of the covers studied, emphasizing the gramineas oats, ballica matilda and ballica aries that contribute the greater amounts of nitrogen, fosforo and potassium. When evaluating the availability of macronutrients in the plant, demonstrated a clear diminution in the nitric nitrogen levels in the petiole of the grapevine at the time of the decomposition, producing the call “hunger of nitrogen”.

The native flora of the sector where this study was developed presented/displayed significant contributions to the contents of nitrogen, phosphorus and potassium, on the average of the contribution of the seeded treatments, which also is reflected in high nitrogen contents in the petiole in postharvest, being outlined like the best option of suplementacion of organic nutrients when evaluating the costs of this program of fertilization, since it does not need sowing seeds selected when coming directly from reseed natural of the prairie.



Finally, the development of complementary studies of other species of vegetal covers in different varieties from grapevine is advised.

**Key words**

Covercrops

Hunger of nitrogen

Organic fertilization

Leaf analysis

## INTRODUCCIÓN

En una explotación vitivinícola manejada orgánicamente se busca prescindir de agentes químicos sintéticos ya sean fertilizantes, pesticidas o herbicidas, para lograr una total inocuidad del producto y un adecuado resguardo del ecosistema. Para evitar el uso de estos agroquímicos existe la posibilidad de usar alternativas amigables con el ecosistema, que entreguen similares beneficios, pero sin los inconvenientes de los productos químicos.

Hasta hoy, la mayoría de las explotaciones agrícolas son monocultivos, con un abundante uso de agroquímicos. Esto provoca un sistema vulnerable e inestable, en donde la presencia de un insecto no controlado químicamente podría acarrear daños considerables. Esta condición de monocultivo favorece la ausencia de enemigos naturales que podrían mantener un control natural de la plaga.

Para favorecer la presencia de estos enemigos naturales, es que se ha incorporado el concepto de ecosistema a la agricultura intensiva. Esta nueva manera de entender las interrelaciones entre los componentes del ecosistema ha dado por resultado el cambio de monocultivo a un policultivo, en donde se favorece la biodiversidad y, por ende un mayor autoregulamiento.

Dentro de este grupo de alternativas a los agroquímicos están insertos los cultivos entrehileras, por su aporte al diversificar el ecosistema, con la introducción de una o varias especies al sistema productivo. Otro de sus beneficios sería la entrega de nutrientes, producto de su descomposición y posterior mineralización cuando son utilizados como abono verde, con lo cual se puede disminuir o evitar el uso de fertilizantes sintéticos.

La correcta elección del cultivo asociado al viñedo permitirá cumplir con los objetivos y beneficios esperados, así como también evitar posibles efectos negativos al viñedo.

Por todo lo antes expuesto se planteó la realización del presente estudio, cuyos objetivos fueron:

- Comparar el aporte de fertilidad al suelo de seis cubiertas vegetales de diferentes especies.
- Evaluar el efecto de las mismas en la disponibilidad de nutrientes para el viñedo.

## REVISION BIBLIOGRÁFICA

La unidad de estudio o manejo desde el punto de vista de la producción orgánica es el agroecosistema, por tanto, el manejo de la fertilidad no se reduce a suplir el requerimiento nutricional del cultivo, sino que a fortalecer la vida del suelo, como pilar de la producción del cultivo principal (Altieri, 1995).

### Asociación de cultivos

Altieri (1995) define los cultivos entrehilera o cultivos de cobertura como la técnica de sembrar plantas herbáceas perennes o anuales en cultivos puros o mezclados para cubrir el suelo durante todo o parte del año. Las plantas pueden incorporarse al suelo por medio de la labranza o por el corte y depósito en la sobrehilera, o pueden conservarse por una o varias temporadas. Cuando las plantas se incorporan al suelo mediante labranza, la materia orgánica que se adiciona al suelo se le llama “abono vegetal”.

En el viñedo el sistema de cultivo imperante es el monocultivo, el cual se caracteriza por la dominancia de la especie *Vitis vinifera* L. en el agroecosistema, lo que induce la artificialización mediante el reemplazo de las relaciones de intercambio de nutrientes y energía propias de la diversidad, por subsidios externos en forma de insumos y trabajo (Hinojosa y Pino, 2000).

Según Faúndez *et al.* (1999) la asociación de cultivos introduce la biodiversidad en el espacio mediante el cultivo de dos o más especies diferentes en la misma parcela, de forma que se beneficien mutuamente o que se beneficie una de ellas sin afectar a la otra. Los objetivos de esta asociación en el viñedo son:

- reducción de la erosión del suelo.
- mejorar la estructura del suelo.
- mantención de los organismos benéficos contenidos en el suelo y en el cultivo entrehileras.

- aumentar la sustentabilidad del viñedo.
- mejorar la transitabilidad del viñedo.
  - controlar el crecimiento de malezas.
- introducir abonos verdes y nitrógeno mediante las leguminosas.
- controlar el exceso de vigor.
- aporte de materia orgánica.
- mejorar la imagen comercial (marketing).

Los posibles efectos negativos que puede producir un cultivo asociado al viñedo son especificados por Reynier (1995):

- mantiene una humedad favorable al desarrollo de hongos parásitos (*Botrytis cinerea* L., *Oidium tuckeri* B.).
- produce desecación excesiva del suelo en período seco.
- disminuye el volumen de suelo explorable por las raíces.
- debilita el vigor de las cepas debido a la competencia en el uso del suelo y agua. Este debilitamiento llega a ser grave en períodos secos, así como en suelos que tengan poca reserva útil e injertados sobre patrones débiles.

Las raíces de las plantas arbóreas establecen estrechas relaciones de competencia con las raíces de la cubierta vegetal, sobre todo por H<sub>2</sub>O y N<sub>2</sub>, con lo cual las reservas hídricas y nutricionales se agotan más rápidamente que en un suelo sin cubierta vegetal. Por esto es necesario contemplar riegos más frecuentes y un suministro adicional de fertilizante (Razeto, 1999).

#### Control de malezas

Al sembrar cultivos entre las hileras de una explotación agrícola, se puede reducir la población de malezas indeseables, ya sea por la fuerte competencia por nutrientes y agua, bloqueo del paso de luz por la canopia o residuos vegetales dejados por el corte de la cobertura y exudados radicales con efectos alelopáticos (Hinojosa y Pino, 2000).

Ormeño (1998) experimentó con centeno para usarlo como cubierta vegetal y “mulch” de la sobrehilera. Después de 2 años de tratamiento se observó una presencia de solo un 5 a 10 % de malezas en el total del follaje segado, el cual fue puesto en la sobrehilera respectiva y controló un 90 a 100 % de las malezas presentes. Las malezas anuales sanguinaria (*Poligonum aviculare*), rábano (*Raphanus spp.*), verónica (*Veronica persica*) y quihuilla (*Chenopodium spp.*), fueron fuertemente inhibidas, siendo maicillo (*Sorghum halepense*) la especie más difícil de controlar. Estos resultados permitieron eliminar completamente el uso de herbicidas en la banda de plantación y de rastrajes en la entrehilera de los árboles.

#### Control biológico de plagas

Los cultivos entrehileras promueven una mayor diversidad en el ecosistema, atrayendo a un gran número de artrópodos benéficos, predadores como *Ambliseius fallacis*, y parásitos como *Anagrus spp.* A nivel radical, la cubierta vegetal proporciona un medio ambiente más estable que permite el desarrollo de nematodos benéficos y depredadores que impiden el crecimiento explosivo de plagas (Mayse *et al*, 1995).

Sin embargo, un cultivo asociado al cultivo comercial puede fomentar interacciones positivas y negativas entre la fauna asociada a ellos, por lo que requiere una cuidadosa elección del "covercrops". Plotkin (1999), define las siguientes interacciones positivas:

- El "covercrops" es más atractivo para los insectos plaga que el cultivo comercial.
- La presencia del "covercrops" dificulta la ubicación del cultivo comercial para el insecto plaga.
- El "covercrops" es atractivo para predadores y parásitos de insectos plaga.
- El "covercrops" provee de néctar u otro alimento para los predadores cuando el insecto plaga no se encuentra temporalmente en el ecosistema.

Las siguientes son las posibles interacciones negativas a encontrar:

- Los "covercrops" provee un hábitat al insecto plaga, cuando el cultivo comercial no puede soportar poblaciones altas de esta plaga.
- Los "covercrops" atraen predadores del insecto plaga desde el cultivo comercial.

Según Baldini (1992), un suelo enmalezado presenta menos oscilación térmica que un suelo labrado, la eventual congelación alcanza menos profundidad, mientras que en primavera y verano el calentamiento es más gradual y la temperatura se mantiene más estable, lo que promueve el desarrollo y mantención de la fauna edáfica. Montecinos (1998), coincide con esto al afirmar que la actividad microbiológica y radical en el suelo se ven favorecidas al controlar los extremos de humedad y temperatura. Esto evita también cambios en el estado de oxidación del nitrógeno y su eventual pérdida por lixiviación u oxidación.

#### Selección del cultivar entrehileras

Según *South Australian Seed Growers Cooperative Ltd.* (1997), una vez que ha sido determinado el objetivo para sembrar un cultivo entrehileras, se deben considerar los siguientes factores para permitir la selección de las especies más apropiadas para cada condición particular:

**Lluvia / riego:** Los requerimientos hídricos de la mayoría de los cultivos entrehileras se reflejan en su crecimiento estacional. Los factores que influyen en la selección son:

- Precipitación total anual y su distribución estacional.
- La capacidad de regar el área entre las hileras.

**Tipo de suelo y topografía del viñedo:** Las especies de cultivos entrehileras responden en forma diferente a los distintos tipos y condiciones de suelo. Los siguientes factores afectan el establecimiento, crecimiento y persistencia del cultivo entrehileras:



- pH.
- Salinidad y concentración de sodio.
  - Drenaje.
- Fertilidad y contenido de materia orgánica.
- Potencial de escurrimiento superficial y erosión.
- Capacidad de almacenamiento de agua.

**Presión de plagas y tolerancia a los mismos:** Algunos cultivos entrehileras entregan un ambiente apropiado para insectos que pueden ser importantes plagas en las viñas, así como esta puede ser un foco de plagas para la cubierta vegetal, por lo que se debe tener en cuenta la entomofauna asociada a cada uno de los componentes del ecosistema.

**Presión de nematodos:** Las diferentes especies utilizadas como cultivos entrehileras en viñas pueden suprimir o aumentar las poblaciones de nematodos, siendo las crucíferas las indicadas para combatir especialmente a *Meloydogyne spp.*

**Presión de las malezas:** Se deben identificar y monitorear las malezas en primavera, con el fin de formular el control de ellas y la estrategia del cultivo entrehileras en el tiempo. Para las malezas invernales lo indicado es usar cultivos con alto crecimiento invernal.

**Riesgo de heladas:** La mejor protección contra el daño producido por las heladas es la que entrega un suelo desnudo, compacto y húmedo. Como mejor se logra esto es incorporando el cultivo entrehileras antes de que comience la brotación de la viña, lo que se debe hacer rastreando la entrehilera y posteriormente pasando un rodillo. La altura de la pradera y el vigor del crecimiento primaveral pueden afectar el riesgo de heladas, si la entrehilera es segada y no es incorporada o se aplican herbicidas antes de la brotación de la viña.

**Recursos de la viña:** La selección del cultivo entrehileras debe considerar los recursos económicos y maquinaria disponible.

### Características de los distintos tipos de cubiertas vegetales

Según *South Australian Seed Growers Cooperative Ltd.* (1997), básicamente existen cuatro tipos de cubiertas vegetales, cada uno con características y requerimientos propios:

**Abono verde:** Este tipo de cubierta presenta como beneficios el aporte de materia orgánica y mejoramiento de la estructura del suelo; además de una mínima competencia con la viña por la humedad y nutrientes del suelo, además las especies más vigorosas compiten bien con malezas de invierno. El establecimiento temprano promueve un buen crecimiento de primavera, debiendo fertilizar antes de siembra y en invierno, para asegurar su óptimo desarrollo.

Es adecuado para plantaciones nuevas y suelos cultivados regularmente, si se deja como rastrojo en pie puede entregar protección contra la erosión eólica y de arena, aunque siempre hay que cuidar las áreas más propensas a problemas de heladas. No se recomienda para zonas con alta pluviometría o para viñedos ondulados, por la erosión potencial y los problemas de transitabilidad producidos por el rastraje del suelo.

**Crucíferas:** Se caracterizan por su potencial control de las poblaciones de nematodos y patógenos del suelo. Entregan buen volumen de biomasa para aumentar la materia orgánica del suelo, con una mínima competencia con la viña durante el verano. Se debe sembrar temprano en otoño y regar cuando sea posible, necesitando fertilización en la siembra e invierno. Algunas crucíferas regenerarán después de segarlas y pueden requerir una aplicación de herbicida o bien un rastraje para evitar la producción de semilla. Si el objetivo es lograr los efectos de biofumigación para control de nematodos, se debe incorporar el cultivo entrehileras cuando el 10% de sus flores han aparecido.

Se usa en suelos livianos donde los nematodos son el principal problema, pero no toleran suelos con problemas de anegamiento o suelos pesados, arcillosos. Poseen una raíz

pivotante que puede penetrar toscas y "hardpans", compitiendo muy bien la mayoría de las malezas invernales.

**Pradera anual de resiembra:** Agrupa a las gramíneas perennes con dormancia estival, leguminosas y gramíneas forrajeras anuales. Mejoran la estructura del suelo, la transitabilidad y controla eficazmente la erosión, no necesitando siembra anual ni labranza de la entrehilera, pero se necesita controlar las malezas previo a la siembra, evitando el tránsito continuo de maquinaria en siembras nuevas ya que perjudica el desarrollo de esta pradera. Ejerce una limitada competencia con la viña durante la estación de crecimiento. Para reducir el riesgo de heladas, la pradera se debe cortar a comienzos de primavera.

Se recomienda su uso en viñas con riego y en áreas donde la precipitación anual sea mínimo 450 mm . La pradera puede secarse al final de la primavera, después de que produzca semilla y de esa forma, limitar la competencia por agua con la viña.

**Pradera perenne:** Mejora la estructura del suelo, no necesita siembra anual ni labranza de la entrehilera pero se deben controlar las malezas previo a sembrar y para reducir el riesgo de heladas debe ser segada o incorporada al comienzo de primavera. Permite buena transitabilidad y controla la erosión durante todo el año, además de controlar malezas en invierno y verano. Su mayor potencial es para el control del excesivo vigor de las viñas, pero es necesario fertilizar cada año la pradera y controlar las plagas asociadas si fuera necesario. Considera también praderas benéficas para insectos.

Se recomienda su uso para viñas con riego o en regiones con una precipitación anual de 700 mm. En años secos se puede dejar secar la pradera, para limitar la competencia por agua con la viña.

En el Cuadro 1 se presentan en forma resumida las características de los 4 tipos de cubiertas vegetales descritos.

Cuadro 1. Características de cuatro tipos de cubiertas vegetales.

Cultivo entrehileras	Tipo de cultivo	Tasa de crecimiento estacional ot-inv-prim-ver	Producción de biomasa	Altura en primavera	Nivel de hospedero de nematodos
<b>Abono verde</b>	Avena	2 ; 2 ; 4 ; 0	Alta	Alta	No
	Otros cereales	2 ; 2 ; 4 ; 0	Alta	Alta	No – Si
	Habas	2 ; 3 ; 4 ; 0	Alta	Alta	Si
	Arvejas	2 ; 3 ; 4 ; 0	Media	Media	Si
	Vicias	1 ; 1,5 ; 3 ; 0	Media	Media	Si
	Mezcla forrajera	2 ; 3 ; 4 ; 0	Alta	Alta	Si
<b>Praderas anuales de resiembra</b>	Medicagos	1 ; 1 ; 2 ; 0	Baja a Media	Baja a Media	Si
	Trébol subterráneo	1 ; 1 ; 2,5 ; 0	Baja	Baja	Si
	Ballica	2 ; 2 ; 3,5 ; 0,5	Media	Media a Alta	No
<b>Praderas perennes</b>	Ballica	1,5 ; 2 ; 3 ; 0-2	Media	Baja	No
	Festuca	1,5 ; 1 ; 2,5 ; 2,5	Media	Media	No
	Pasto ovillo	1 ; 1 ; 2,5 ; 2,5	Media	Media	No
	Alfalfa	1,5 ; 1 ; 3 ; 3,5	Media	Media	Si
	Trébol blanco	1,5 ; 2 ; 2,5 ; 2,5	Media	Baja a Media	Si
	Brassicas	1 ; 0,5 ; 2 ; 4	Alta	Alta	
<b>crucifera</b>	Raps	1,5 ; 1,5 ; 2,5 ; 0	Media	Media	Si
	Mostaza	2 ; 2 ; 3 ; 0	Alta	Alta	Si
	Rábano forrajero	2 ; 2,5 ; 4 ; 0	Alta	Alta	No
		0 = Muy bajo	5 =Alto		
ot = otoño		inv = invierno	prim = primavera	ver = verano	

Fuente: South Australian Seed Growers Cooperative Ltd. (1997)

### Claves para un buen establecimiento

Según *South Australian Seed Growers Cooperative Ltd.* (1997), existen varios puntos críticos a tener en cuenta para asegurar un óptimo establecimiento y posterior desempeño de la cubierta vegetal:

**Preparación de la cama de semillas:** La condición óptima de la cama de semillas variará para las diferentes especies de cultivo entrehileras. Para establecer especies con semillas pequeñas se debe hacer sobre un suelo plano, uniforme y firme, que permita a la semilla ser ubicada en forma precisa a la profundidad deseada para maximizar el contacto entre semilla y suelo. Para siembra al voleo el suelo debe estar suelto y se debe usar una mayor dosis de semilla.

**Inoculación de las semillas de leguminosas:** Las leguminosas necesitan la inoculación con rizobio para fijar nitrógeno efectivamente. En el primer año de establecimiento de la pradera la semilla debe ser inoculada con la cepa específica del rizobio.

**Fertilización:** Se deben aplicar los fertilizantes apropiados en las dosis recomendadas y en el momento preciso para asegurar el vigor de la pradera.

**Profundidad de siembra:** La profundidad adecuada para la siembra está relacionada al tamaño de la semilla. Las semillas pequeñas no deben ser sembradas a una profundidad mayor a 15 mm mientras la semilla de mayor tamaño entre 20 y 30 mm.

**Control de plagas:** Algunas especies de cultivos entrehileras, en particular leguminosas como la Vicia, Medicagos anuales y Trébol subterráneo, son muy susceptibles al daño provocado por insectos.

**Época de siembra:** Los cultivos entrehilera para abono verde se deben sembrar tan temprano como se pueda en otoño. Donde es posible el riego de la entrehilera, la siembra temprana en marzo es beneficiosa para el establecimiento y producción. Las praderas perennes y anuales de resiembra es mejor establecerlas luego del comienzo de las lluvias.

**Calidad de la semilla:** Siempre se deben usar semillas de calidad para evitar malezas, además como garantía de pureza genética.

#### Descomposición de la cubierta vegetal

Al incorporar mediante rastraje las cubiertas vegetales al suelo, el material vegetal es fraccionado y entra en íntimo contacto con el suelo, entregando las condiciones óptimas para que actúen los microorganismos responsables de la descomposición. Existe un aumento de la temperatura y humedad del medio, claves para una rápida y completa degradación, que junto con la acción oxidativa y reductora propia del suelo produce la transformación del material vegetal. Esto permite que el ciclo de retroalimentación del ecosistema se complete y el dióxido de carbono y los nutrientes vuelvan a estar disponibles para las plantas (Singh 1977, citado por Espinosa, 1982).

Los componentes de la materia orgánica fresca como polisacáridos, lignina y proteínas son degradadas a moléculas más simples, liberando CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y NH<sub>3</sub> (Konova 1971, citado por Espinosa, 1982). Al obtener energía, los microorganismos responsables de esta degradación se reproducen (generalmente reproducción asexual por mitosis), con lo que sus necesidades de nitrógeno para la síntesis proteica aumentan para la formación de nuevos organismos. Este nitrógeno puede provenir de dos fuentes: directamente de los restos orgánicos, o ser extraído de los minerales del suelo (Biblioteca de la Agricultura, 1998).

En la Figura 1 se puede apreciar la dinámica de descomposición y sus productos intermedios, además de los microorganismos responsables de cada una de las fases de la mineralización del nitrógeno de cualquier residuo vegetal.

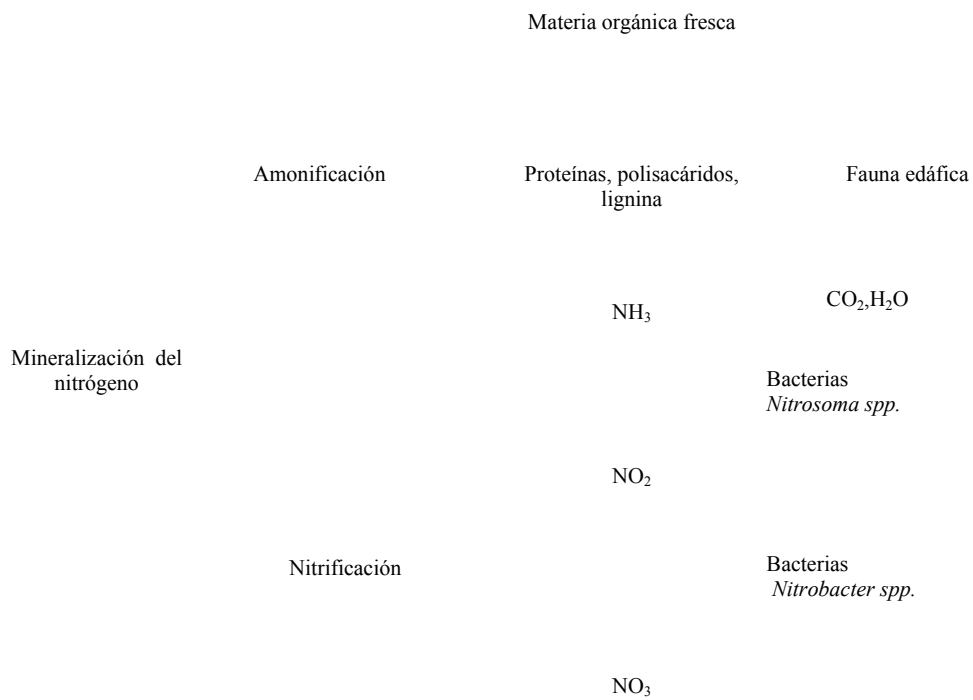
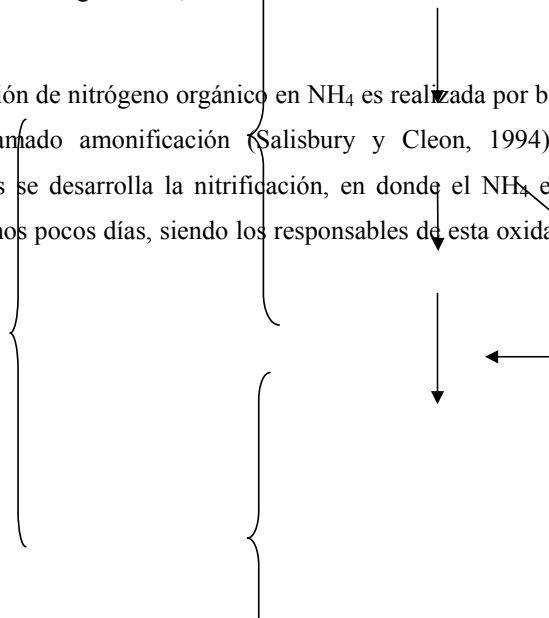


Figura 1. Esquema de la descomposición de los vegetales.  
Fuente: Biblioteca de la Agricultura, 1998.

La conversión de nitrógeno orgánico en NH<sub>4</sub> es realizada por bacterias y hongos del suelo, proceso llamado amonificación (Salisbury y Cleon, 1994). Luego, en suelos húmedos y cálidos se desarrolla la nitrificación, en donde el NH<sub>4</sub> es oxidado a NO<sub>2</sub><sup>+</sup> y luego a NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en unos pocos días, siendo los responsables de esta oxidación bacterias de los



géneros *Nitrosoma* y *Nitrobacter*, dejando el nitrógeno en una forma fácilmente asimilable por los vegetales (Meyer *et al.* 1994).

#### Factores que afectan la velocidad de descomposición

Según Collins *et al.* (1992), prácticas tales como la labranza, rotación de cultivos, manejo de residuos y fertilización, regulan la biomasa microbiana que interviene en los procesos de descomposición de los residuos, ciclos de los nutrientes y transformaciones de la materia orgánica del suelo.

Los restos vegetales jóvenes, ricos en nitrógeno, con una relación C/N baja, inferior a 25, son rápidamente mineralizados (Espinosa, 1982).

La composición de los residuos vegetales, principalmente su contenido de nitrógeno, la relación entre constituyentes lábiles y resistentes a la degradación y la riqueza de tejidos en sustancias biológicamente activas, determinan la velocidad a la cual estos residuos se descomponen (Alexander 1977, citado por Espinosa, 1982).

Scheffer y Schachtchabel (1976), citados por Salazar (1998), destacan que existen dos tipos de factores que influyen en la descomposición del material vegetal:

#### **Factores del medio:**

- Volúmen de poros: por ser el espacio vital para los organismos mayores del suelo.
- Presión parcial de oxígeno en el aire del suelo: se refiere al consumo de oxígeno por respiración de las raíces y de los organismos del suelo.
- Temperatura: los microorganismos del suelo tienen un óptimo de temperatura entre 25 a 30°C. Los organismos mayores son menos dependientes de la temperatura.



- Humedad: las bacterias necesitan un contenido de humedad en el suelo sobre un 90% y hongos aún trabajan con 80%. Las lombrices escapan hacia la superficie cuando el suelo se satura de agua y se internan en las capas más profundas cuando éste se seca.
- Necesidad de nutrientes: las sustancias nutritivas de más difícil descomposición son elaboradas con mayor facilidad cuando exista una mayor provisión de sustancias rápidas de descomponer.
- Nutrientes: el déficit principal que podría afectar tanto a microorganismos como plantas es el de nitrógeno y fósforo.
- pH: la condición más favorable para la fauna del suelo está alrededor del pH neutro. Con disminución de pH predominan los hongos por sobre las bacterias.

**Factores del sustrato:**

La facilidad de desagregación del vegetal depende de la especie, cantidad y forma del enlace de las combinaciones orgánicas e inorgánicas de las cuales se compone el sustrato. En caso de un suministro insuficiente de nutrientes del medio, el contenido de estos en el sustrato puede regular la rapidez de la descomposición.

- Composición de las sustancias minerales del vegetal: las especies propias de sitios fértiles y de pH alto, tienden a ser ricas en nutrientes y con una alta participación del calcio que neutraliza los ácidos orgánicos formados durante la descomposición.
- Sustancias inhibitorias: fenoles solubles que aparecen en las segregaciones de raíces y mantillo son bactericidas, favoreciendo la descomposición por acción de hongos. En el mantillo reaccionan con las proteínas presentes y forman complejos de sustancias tánicas y proteínas.
- Proporción C/N: plantas ricas en proteínas aportarán más nitrógeno a la descomposición que especies pobres en ellas. Esto hará que exista más nitrógeno mineral de lo necesario para la resíntesis de sustancias de microorganismos y así el nitrógeno neto mineralizado puede quedar disponible para las plantas. La relación C/N es un índice que mide el grado de descomposición de la materia orgánica.

Hambre de nitrógeno

Según Vieira (1996), el brusco incremento de la población bacteriana promovido por la incorporación de sustrato orgánico provoca que estos microorganismos requieran de grandes cantidades de nitrógeno para formar su propio protoplasma, con lo que se produce una escasez de nitrato disponible que deriva en el fenómeno llamado “hambre temporal de nitrógeno”, sumamente perjudicial para la vid cuando ésta se encuentra en brotación, por lo que se debe evitar incorporar los cultivos entrehilera durante la primavera.

#### Cambios estacionales del contenido de nitrógeno en la vid

Según Callejas (1990), existe una fuerte variación anual y estacional en el contenido de nutrientes bajo cualquiera de las formas en que se presentan en la vid. Esto se evidencia en distintos países y zonas geográficas, por lo que se sugiere una marcada influencia del medio ambiente, considerado como clima y microclima, y el sistema de manejo aplicado al viñedo.

Por otro lado Reynier (1995), afirma que la absorción de nitrógeno por la cepa no se produce con un ritmo uniforme, y se puede distinguir en ella 3 fases críticas: la floración, el crecimiento activo de los pámpanos (brotes) y el engrosamiento rápido de los frutos. Es por esto que en el viñedo son preferibles los abonos orgánicos, al ser éstos las únicas reservas permanentes de nitrógeno en el suelo que se liberan progresivamente.

En praderas, los cambios estacionales en la biomasa del suelo pueden reflejar la disponibilidad de nitrógeno, influenciando al mismo tiempo la tasa de producción de forraje y/o la tasa de transferencia de nitrógeno entre otros componentes del sistema (Bristow y Jarvis, 1991).

#### Efecto del manejo del suelo en la composición de las uvas y vinos

En los últimos años, muchas investigaciones sobre las cubiertas vegetales han sido enfocadas a evaluar los efectos del manejo del suelo en el vigor del viñedo, componentes de las uvas y calidad de los vinos.

Delas (1999) postula que el potencial de un viñedo, definido como el ensamble de los componentes extraíbles de la baya (productos de la interrelación entre un cepaje, clima y suelo), es responsable de la calidad y tipicidad del vino resultante. Esta tipicidad o características propias de una variedad, que el enólogo busca mantener y potenciar en el vino, dependen en gran medida del rendimiento obtenido y las técnicas culturales usadas en el viñedo. Finalmente esto se refleja en el vigor de la vid, siendo éste el punto crítico a controlar para lograr extraer el máximo potencial del viñedo. Un vigor excesivo reduce la acumulación de azúcar y compuestos fenólicos en las bayas, producto de la competencia por asimilados entre el crecimiento vegetativo y la maduración del racimo. Por esta misma razón la madurez del racimo se retarda, exponiéndolo a enfermedades fungosas que proliferan al existir un ambiente más sombrío y húmedo. Los cultivos entrehilera reducen el vigor del viñedo, ya que se produce una competencia por elementos nutritivos, agua y espacio.

Mayse *et al.* (1995) compararon las características de las uvas producidas con una cubierta vegetal constituida por leguminosas, otra de gramíneas y un control de suelo desnudo. Durante dos años consecutivos se encontró en las uvas una acidez titulable más alta con el uso de leguminosas, y el control junto a gramíneas mostraron resultados similares pero más bajos que las leguminosas. En cuanto al pH, el suelo desnudo produjo en sus uvas valores más altos que el suelo cultivado con las cubiertas estudiadas, sin encontrar diferencias estadísticas entre estas dos últimas. Los sólidos solubles no siguieron una tendencia clara durante los dos años del estudio, por lo que concluyeron que el cultivo de las entrehileras no tiene injerencia en el contenido final de azúcar en la baya.

Hilbert *et al.*(1999), estudiaron durante 2 años en un viñedo de la cepa Merlot controlando químicamente las malezas presentes y otro sector con una cubierta vegetal de

*Festuca arundinacea*; sus observaciones permitieron concluir que la cubierta vegetal actúa reduciendo el vigor del viñedo, lo cual se evidencia en una acumulación mayor de antocianinas en las uvas.

Similares resultados obtuvieron Bertuccioli *et al.* (1999), al comparar diferentes cubiertas vegetales con un testigo tratado químicamente en un viñedo de la variedad Sangiovese. En los vinos producto de estas uvas con cubiertas vegetales se encontró un mayor contenido de alcohol, extracto seco y fenoles totales, esto último evidenciado por las mediciones espectrofotométricas.

## **MATERIALES Y METODO**

### Lugar de trabajo

El trabajo se realizó en los viñedos de Viña Carmen S.A., en el Fundo Alto Jahuel ubicado en la localidad del mismo nombre, comuna de Buin. Para el presente trabajo se dispuso de 2 hectáreas de Merlot en un sector manejado orgánicamente y certificado por la Corporación de Promoción Orgánica Agropecuaria.

Los análisis de las muestras se realizaron en el laboratorio de Análisis Foliar del Departamento de Producción Agrícola y en el laboratorio de Fertilidad de Suelos del Departamento de Ingeniería y Suelos de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

### Materiales

En el estudio se utilizaron 2 hectáreas de viñedo de la cepa Merlot de 2 años de edad, dispuestas a 1,8 x 1,2 m conducido en espaldera y regadas por goteo. Se evaluaron 6 cubiertas vegetales sembradas en dosis y oportunidad recomendada por la empresa distribuidora de semillas Agrícola Nacional S.A.C. (ANASAC). El establecimiento de las cubiertas vegetales se realizó en la segunda semana de junio de 1999, para aprovechar las lluvias invernales y evitar el riego suplementario.

En el Cuadro 2 se especifican las especies utilizadas, su numeración y dosis de siembra:

Cuadro 2. Tratamientos y dosis de siembra.

Tratamiento	Especie	Dosis de siembra
T 1	Weedcheck o Rábano forrajero	20 kg·ha <sup>-1</sup>
T 2	Nemfix o mostaza	10 kg·ha <sup>-1</sup>
T 3	Raps Rangi	5 kg·ha <sup>-1</sup>
T 4	Avena	150 kg·ha <sup>-1</sup>
T 5	Ballica Matilda	40 kg·ha <sup>-1</sup>
T 6	Ballica Aries	40 kg·ha <sup>-1</sup>
T 7	Vegetación propia del sector	Sin sembrar

Con formato

Fuente: Programa de Desarrollo ANASAC (1999).

### Método

#### Procedimiento

En las entrehileras del viñedo se sembraron 6 cubiertas vegetales más un tratamiento sin sembrar, en parcelas individuales de 6 m de largo por 1,8 m de ancho de la entrehilera. Cada tratamiento constó de 3 repeticiones y cada repetición estaba formada por 3 parcelas. En el tratamiento 7 no se sembró ninguna especie, sólo fue mantenida la vegetación propia del lugar, formada por las especies referidas en el Cuadro 3 (Ramírez, 1980).

Cuadro 3. Especies presentes en el tratamiento suelo sin sembrar.

<b>Nombre vernacular</b>	<b>Nombre científico</b>
Arvejilla	<i>Vicia sativa</i> L.
Avenilla	<i>Avena fatua</i> L.
Chépica	<i>Cynodon dactylon</i> (L) Pers.
Chufa	<i>Cyperus rotundus</i> L.
Correhuela	<i>Convolvulus arvensis</i> L.
Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i> Weber.
Falso té	<i>Bidens aurea</i> (Ait) Scherff.
Lechuguilla	<i>Lactuca pulchella</i> (Pursh) D.
Llantén	<i>Plantago lanceolata</i> L.
Maicillo	<i>Sorghum halepense</i> (L) Pers.
Malva	<i>Malva chilensis</i> All.
Quinhuilla	<i>Chenopodium album</i> L.
Rábano	<i>Raphanus sativus</i> L.
Sanguinaria	<i>Poligonum aviculare</i> L.
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i> L.
Yuyo	<i>Brassica campestris</i> L.

Todas estas cubiertas vegetales fueron manejadas idénticamente, siendo regadas dos veces por semana con un sistema de “microjets” instalados sobre el eje central de las parcelas, lo cual aseguró la disponibilidad de agua para las cubiertas durante toda la temporada. Las cubiertas fueron segadas simultáneamente cuando su altura impedía el tránsito expedito por la entrehilera.

La incorporación de estas cubiertas al perfil de suelo tuvo lugar la primera semana de mayo, mediante una rastra de discos pasada dos veces por cada tratamiento.

En la Figura 2 se presenta el esquema de la distribución de los tratamientos y sus repeticiones.

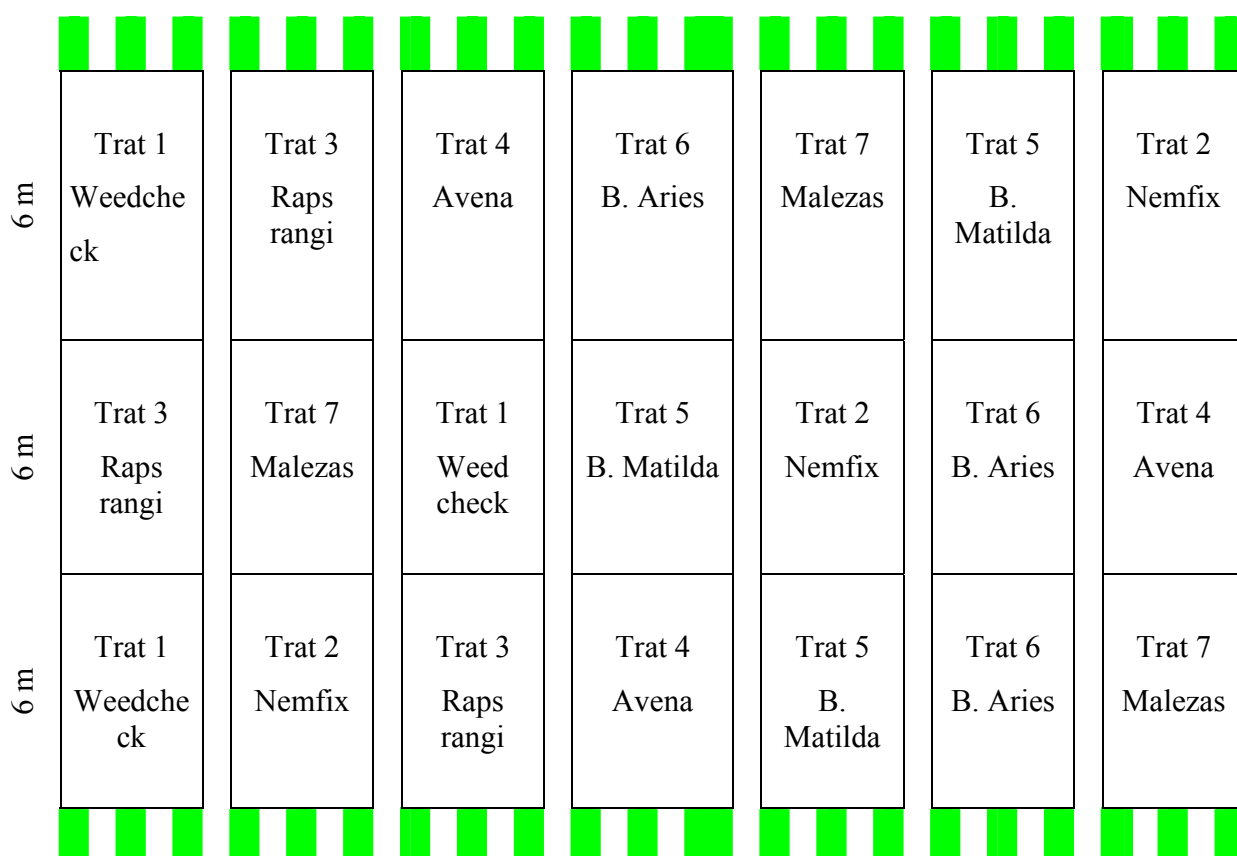


Figura 2. Esquema de la distribución física de los tratamientos.

#### Determinaciones analíticas

Para conocer las cantidades reales de biomasa incorporada se analizaron por separado los 7 tratamientos una semana antes de la incorporación (cuarta semana de abril). El muestreo se realizó lanzando al azar un cuadrado de metal de 100 cm<sup>2</sup>, 3 veces dentro de cada parcela, totalizando 9 submuestras por repetición de cada tratamiento. Se determinó la materia seca aérea y subterránea de las cubiertas vegetales.



El real aporte de las cubiertas vegetales a la fertilidad del suelo en nitrógeno, fósforo y potasio, se evidenció al muestrear el suelo del viñedo en dos oportunidades: antes de la incorporación de las cubiertas vegetales (cuarta semana de abril) y una vez incorporadas y descompuestas las cubiertas (tercera semana de junio). Estas muestras fueron tomadas con un tubo de 5 cm de diámetro hasta 15 cm de profundidad. En cada parcela se tomaron 6 submuestras, totalizando 18 submuestras por repetición de cada uno de los tratamientos. El muestreo del suelo antes de la incorporación de las cubiertas se realizó en todo el sector a evaluar, tomando 18 submuestras, las que son homogeneizadas para finalmente entregar al laboratorio 1 kg de suelo del testigo y lo mismo por cada repetición del tratamiento. Las muestras fueron secadas y guardadas en frío hasta el momento del análisis.<sup>1</sup>

Para evidenciar el hambre de nitrógeno producto del consumo de este elemento por parte de los microorganismos responsables de la descomposición de las cubiertas después de su incorporación, se muestreó en tres oportunidades las vides: precosecha (primera semana de abril), al momento de la incorporación (segunda semana de mayo) y en poscosecha (segunda semana de junio). En el muestreo se recolectaron los pecíolos de las hojas nuevas que ya han alcanzado el tamaño adulto<sup>2</sup>.

Se realizaron los siguientes análisis:

-Análisis del contenido de nitrógeno por el método Kjeldahl (Paul y Carlson, 1968) en las cubiertas vegetales (parte aérea y radical) una semana antes de la incorporación para determinar nutrientes aportados y cantidad real de materia seca incorporada.

-Análisis del contenido de nitrógeno siguiendo el método de Kjeldahl (Paul y Carlson, 1968), y nitrato (Müller, 1961) a los pecíolos del viñedo muestreados en 3 oportunidades para evaluar las fluctuaciones del nivel de nitrógeno en la planta.

---

<sup>1</sup> Carrasco R., Adriana. Químico, M. S. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Comunicación personal. 2000.

<sup>2</sup> Razeto M., Bruno. Ing. Agr. M.S. . Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Comunicación personal. 2000.

-Análisis de suelo antes y después de la incorporación de las cubiertas, evaluando su contenido de nitrógeno según el método de Bremner y Keeney (Sadzawka, 1990), fósforo según la metodología de Olsen (Sadzawka, 1990) y potasio según el método de Chapman y Pratt (Chapman y Pratt, 1973).

#### Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño del experimento es completamente al azar, con 7 tratamientos y 3 repeticiones cada uno. La unidad experimental del estudio fue la parcela individual de 3 x 6 x 1,8 m.

Para analizar los resultados se utilizó análisis de Varianza y cuando existieron diferencias significativas se aplicó la prueba de rango múltiple de Duncan al 5%.

## PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis foliar de las cubiertas vegetales

Antes de la incorporación de las cubiertas vegetales se estimó la cantidad real de materia seca a incorporar y el contenido de nitrógeno total presente en cada uno de los tratamientos, para conocer la cantidad real de nitrógeno aportado por cada tratamiento.

#### Materia seca

En la Figura 3 se presentan los promedios de materia seca incorporada en cada uno de los tratamientos sembrados más el testigo, analizados mediante análisis de Varianza. Al encontrar diferencias significativas se aplicó la prueba de rango múltiple de Duncan al 5%.

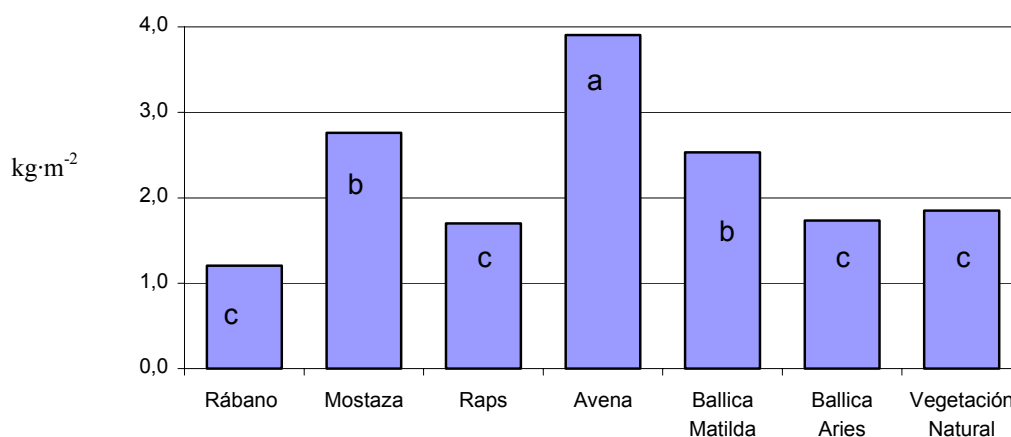


Figura 3. Materia seca incorporada de cada uno de los tratamientos.

Los tratamientos con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, con una probabilidad del 95%

Es posible observar una marcada diferencia entre las cantidades de materia seca producidas por cada uno de los tratamientos, existiendo diferencias entre las diferentes

familias presentes en el ensayo y también entre los tratamientos pertenecientes a la misma familia.

Se observan amplias diferencias entre especies de la misma familia botánica, como son los tratamientos con rábano, mostaza y raps, que pertenecen a la familia de las Brassicaceas, producto de las características propias de cada especie usada. Sin embargo, en esta familia no se aprecia una relación directa entre la dosis de siembra y la cantidad de materia seca a incorporar, producto de los distintos hábitos de crecimiento y desarrollo de cada una de las especies estudiadas, ya que todas estas cubiertas vegetales fueron tratadas idénticamente en cuanto a riego, segado y momento de incorporación.

Lo mismo ocurre entre los tratamientos con avena, ballica matilde y ballica aries, pertenecientes a la familia de las Poaceas, donde existe diferencia estadística entre estos tres tratamientos, a pesar de que los tratamientos con ballica usan la misma dosis de siembra. Aún cuando la dosis de siembra del tratamiento con avena es mayor a la utilizada en los demás, no evidencia un aumento proporcional de materia seca en relación a la dosis de siembra utilizada, lo que demuestra que se hace imprescindible conocer el hábito de crecimiento y biomasa potencial de la especie a utilizar como abono verde.

Si se comparan las cantidades de materia seca producida, por familia botánica, es posible apreciar que los tratamientos que pertenecen a la familia Poaceas, producen en promedio una mayor cantidad de materia seca que los representantes de la familia Brassicaceas, explicado por una mayor densidad de plantas por metro cuadrado, además de la arquitectura espigada propia de las Poaceas que permite un establecimiento en alta densidad a diferencia de las Brassicaceas, más suculentas y de mayor envergadura. Esto coincide con las cantidades de materia seca obtenida por Sullivan y Driver (2001), quienes resaltan la importancia de conocer el contenido de nitrógeno y la biomasa potencial de la cubierta vegetal utilizada, para poder proyectar objetivamente el aporte nutricional de la cubierta.

El tratamiento con vegetación natural, presenta bajas cantidades de materia seca, siendo estadísticamente similar a los tratamientos más pobres de las dos familias en estudio. Si consideramos que las especies presentes en este tratamiento son producto del ciclo natural de resiembra, las cantidades de biomasa producidas no son despreciables.

#### Contenido de nitrógeno de las cubiertas

El contenido real de nitrógeno, expresado como porcentaje de la materia seca, fue evaluado mediante el muestreo antes de la incorporación de las cubiertas vegetales.

Al evaluar los niveles de nitrógeno de las cubiertas vegetales se encontraron diferencias significativas por lo que se aplicó la prueba de rango múltiple de Duncan al 5%. Los resultados de dicha prueba, se presentan en la Figura 4.

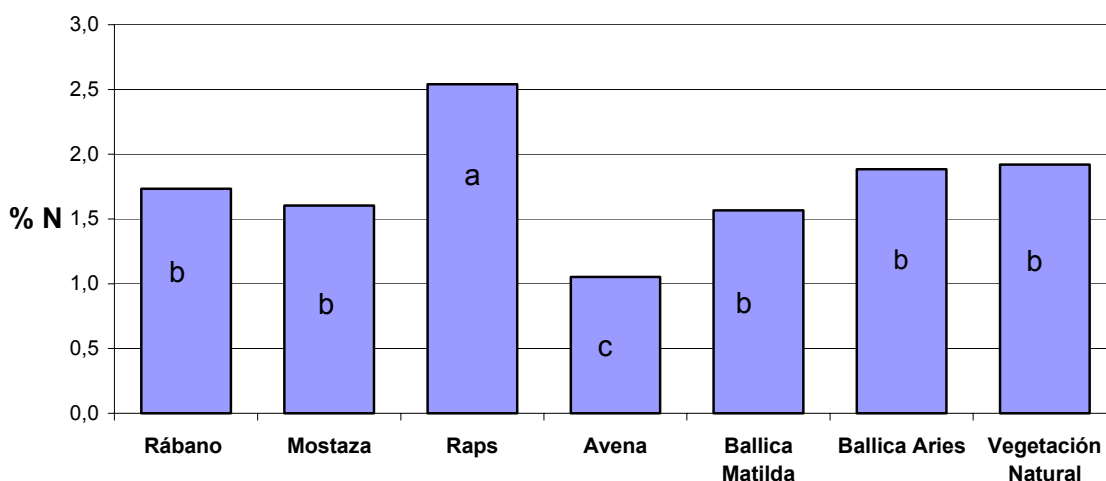


Figura 4. Contenido de nitrógeno en cada tratamiento, en base a peso seco.

Los tratamientos con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, con una probabilidad del 95%

En la Figura 4 se puede apreciar que existen diferencias considerables en los contenidos de nitrógeno entre las dos familias estudiadas y también existen diferencias estadísticas entre las especies pertenecientes a una misma familia. Los resultados obtenidos

concuerdan con los análisis de Enachescu (1995), que caracterizó químicamente diferentes familias botánicas, encontrando en promedio un mayor contenido de nitrógeno en Brassicaceas que en Poaceas.

El tratamiento con raps presenta los mayores niveles de nitrógeno siendo estadísticamente diferente a todos los tratamientos, cuantificados como porcentaje de la materia seca total. El raps rangi es el que tiene las menores dosis de siembra y representa la mejor opción dentro de las cubiertas estudiadas, considerando como parámetro su porcentaje de nitrógeno. Todas las demás cubiertas vegetales se encuentran entre 1,5% y 1,9% y no existen diferencias estadísticas entre ellos, excepto el tratamiento con avena, con solo un 1% de nitrógeno. Es interesante recordar que dicho tratamiento utilizó las mayores dosis de siembra, muy superiores a las usadas en los demás tratamientos.

Peacock y Christensen (1998) sugieren que cuando el residuo vegetal contiene menos del 1,5% de nitrógeno sobre una base del peso seco, los microorganismos utilizarán nitrógeno del suelo para descomponerlo. En malezas Poaceas y cereales jóvenes el contenido de nitrógeno es mayor al 1,5% y la descomposición es rápida puesto que los microorganismos se proveen suficientemente de nitrógeno del residuo vegetal. Sin embargo, cuando estas mismas malezas Poaceas están maduras, han acumulado mucho más biomasa, pero contienen solamente 0,5% a 1,0% de nitrógeno. Esto redundo en un índice mucho más lento de la velocidad de descomposición, y los microorganismos deben utilizar nitrógeno del suelo para ayudar a descomponer el residuo vegetal. Hasta 25 kg de nitrógeno por hectárea se pueden perder en 4 a 6 semanas en el proceso de descomposición de una tonelada de residuo vegetal con bajo contenido de nitrógeno y durante este período este nitrógeno no está disponible para ser utilizado por la vid. Este problema se podría verificar solo en el tratamiento correspondiente a avena, por su bajo contenido de nitrógeno.

Análisis químico de suelo

Para comprender los valores entregados por el laboratorio y evaluar los niveles de disponibilidad de cada elemento en el suelo, es necesario contar con una tabla de interpretación, presentada en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Valores para la interpretación de resultados.

Elemento	Nivel de disponibilidad (ppm)		
	<i>Bajo</i>	<i>Medio</i>	<i>Alto</i>
<b>N</b>	0 – 25	25 – 50	> 50
<b>P</b>	0 – 15	15 – 30	> 30
<b>K</b>	0 – 120	120 – 280	> 280

Fuente: Departamento de Ingeniería y Suelos. Universidad de Chile, 1998.

Mediante análisis químicos se evaluó el contenido de macronutrientes del suelo antes de la incorporación de las cubiertas vegetales (Cuadro 5), de modo de proporcionar un punto de comparación con los resultados obtenidos después de la incorporación de las cubiertas en cada una de las parcelas, y cuantificar el aporte de cada tratamiento en los contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio.

Antes de la incorporación de las cubiertas vegetales se evaluó la disponibilidad de macronutrientes en el suelo, presentados en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Análisis nutricional del suelo previo a la incorporación de las cubiertas vegetales.

	N (ppm)		P (ppm)		K (ppm)	
	<i>Prom</i>	<i>D.S</i>	<i>Prom</i>	<i>D.S.</i>	<i>Prom</i>	<i>D.S.</i>
<b>TESTIGO Preincorporación</b>	5,67	2,04	21,33	4,16	357,67	42,25

Según estos resultados, el suelo en donde se realiza la incorporación de las cubiertas vegetales se encuentra con una muy baja disponibilidad de nitrógeno, lo que asegura una respuesta positiva del cultivo a la fertilización nitrogenada. En el caso del fósforo, los

valores obtenidos muestran una disponibilidad media, lo cual indica niveles normales de este elemento, con lo que la respuesta del cultivo a la aplicación de este elemento es incierta. El potasio se encuentra en un nivel de disponibilidad alto, lo que podría indicar una nula respuesta del cultivo a la adición de este elemento, debido a que es un viñedo joven y aún no exporta cantidades importantes de este elemento.

Seis semanas después de la incorporación de las cubiertas vegetales se realizó la evaluación de la cantidad disponible de nitrógeno, fósforo y potasio en cada una de las parcelas con sus correspondientes repeticiones.

La eficiencia del proceso de descomposición y la posterior disponibilidad de los elementos liberados está en directa relación a las características químicas del material vegetal a incorporar. Según Fish (2001), el parámetro más importante en la descomposición de residuos vegetales es su relación carbono/nitrógeno, dependiendo de ella la velocidad de descomposición del residuo y el aporte final de nitrógeno.

### Nitrógeno en el suelo

Es importante recordar que este elemento es muy móvil en el suelo y susceptible a importantes pérdidas por lixiviación y gasificación. Las principales entradas naturales de este elemento al sistema suelo se producen a través de dos formas de fijación biológica: en forma simbiótica por parte de Leguminosas o mediante microorganismos de vida libre, que lo incluyen en su estructura (Peet, 1998).

La importancia de este elemento radica principalmente en su rol estructural en los aminoácidos de las proteínas y las moléculas que componen el ADN de los cromosomas, además de formar parte de la molécula de clorofila (Meyer *et al.* 1995).



Al evaluar los resultados del análisis de suelo post-incorporación mediante análisis de Varianza, se encontraron diferencias significativas por lo que se aplicó la prueba de rango múltiple de Duncan al 5%. Los resultados de dicha prueba, junto con los promedios del contenido de nitrógeno del suelo de cada uno de los tratamientos sembrados más el testigo, se presentan en la Figura 5.

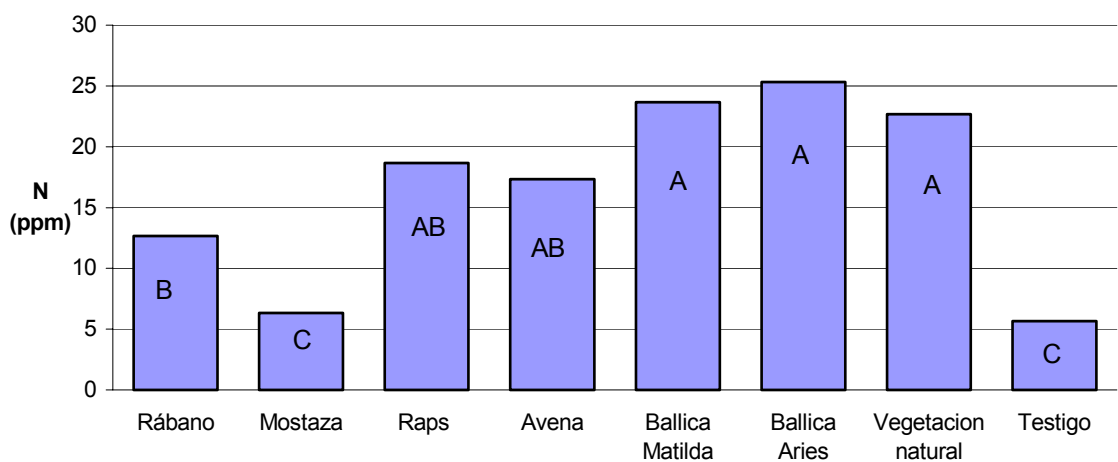


Figura 5. Contenido medio de nitrógeno disponible en el suelo después de la incorporación de las cubiertas vegetales estudiadas.

Los tratamientos con letras iguales indican que no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5%.

Es posible observar que todos los tratamientos presentan un contenido de nitrógeno mayor al testigo o suelo analizado pre incorporación sin cubierta vegetal, explicado porque el proceso de descomposición y aumento de fauna edáfica dejan este elemento fijado a los coloides del suelo o inmovilizado en los organismos habitantes del suelo, protegiéndolo de pérdidas físicas como volatilización y lixiviación (Montecinos, 1998).

Además se aprecia que las Poaceas (tratamiento 4, 5 y 6) aportan en promedio mayores cantidades de nitrógeno disponible en el suelo que la familia de las Brassicas, y no presentan diferencias significativas entre los tratamientos que componen esta familia. Las

Brassicas, en cambio presentan valores muy dispares entre sus tratamientos y solo el tratamiento con raps, es estadísticamente diferente al testigo.

El tratamiento que se mantuvo con vegetación natural, constituido por la flora propia del sector, se encuentra en el grupo de cubiertas vegetales que dejan disponible la mayor cantidad de nitrógeno. Presenta valores mayores a la familia de las Brassicaceas similares a las Poaceas, constituyendo una de las mejores alternativas.

Sólo el tratamiento en que se estableció Ballica Aries aporta el suficiente nitrógeno para entrar en el nivel medio de disponibilidad de dicho elemento para la vid, todos los demás tratamientos sólo mantienen la condición de bajo nivel de nitrógeno disponible. Sólo los tratamientos con rábano y mostaza, no difieren estadísticamente con el testigo, pero sus contenidos de nitrógeno son ligeramente mayores.

#### Fósforo en el suelo

La importancia de este elemento radica en su rol estructural en la molécula transportadora de energía, ATP y su presencia en las moléculas de ácidos nucleicos, entre los más relevantes. Este elemento no es posible obtenerlo biológicamente desde el aire y su ciclo natural involucra largísimos períodos, por lo que el vegetal depende de su aplicación exógena, cuidando de fomentar los procesos de reciclaje y solubilización del fósforo en el suelo (Montecinos 1998).

Un manejo de fertilidad de suelos racional y sustentable hace indispensable aumentar la eficiencia de utilización, la que no depende de la aplicación de mayores cantidades de fertilizantes, sino de fomentar procesos de reciclaje y de solubilización del fósforo en el suelo.

Al evaluar los resultados del análisis de suelo mediante análisis de Varianza, se encontraron diferencias significativas por lo que se aplicó la prueba de rango múltiple de Duncan al 5%. Los resultados de dicha prueba, junto con los promedios del contenido de fósforo de cada uno de los tratamientos sembrados más el testigo, se presentan en la Figura 6.

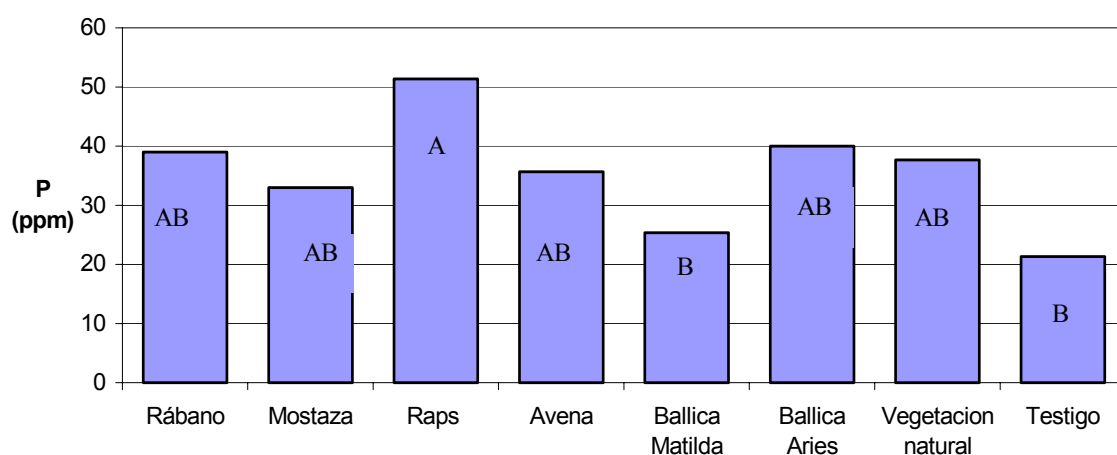


Figura 6. Contenido medio de fósforo (ppm) disponible en el suelo después de la incorporación de las cubiertas vegetales estudiadas.

Los tratamientos con letras iguales indican que no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5%.

En el caso del fósforo, todos los tratamientos presentan un contenido de este elemento mayor al que presenta el testigo o muestra pre incorporación, pero sólo el raps rangui es estadísticamente diferente a él. Las cantidades de fósforo entregadas por las cubiertas vegetales aumentan los contenidos de dicho elemento desde un nivel medio a un nivel alto, excepto con ballica matilda en que el fósforo se mantiene en un nivel medio.

Se observa un comportamiento similar de la familia Poaceas (tratamientos 4, 5 y 6) y las Brassicaceas (tratamientos 1, 2 y 3); sin embargo, es esta última la que en promedio entrega más fósforo al suelo.

Al igual que para el nitrógeno, el tratamiento constituido por la flora propia del sector, presenta valores estadísticamente similares a los tratamientos sembrados que aportan una mayor cantidad de fósforo al suelo.

### Potasio en el suelo

Al evaluar los resultados del análisis de suelo mediante análisis de Varianza se encontraron diferencias significativas por lo que se aplicó la prueba de rango múltiple de Duncan al 5%. Los resultados de dicha prueba, junto con los promedios del contenido de potasio de cada uno de los tratamientos sembrados más el testigo, se presentan en la Figura 7.

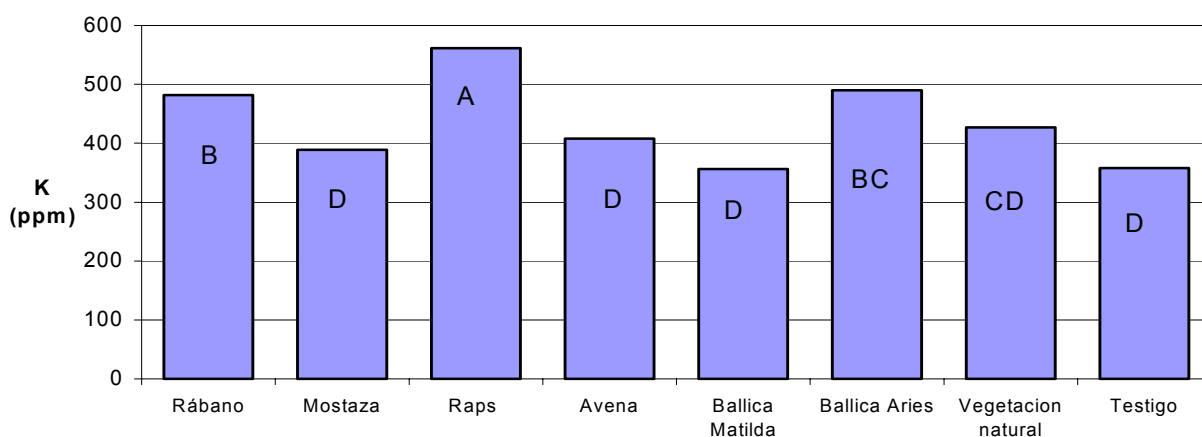


Figura 7. Contenido medio de potasio disponible en el suelo después de la incorporación de las cubiertas vegetales estudiadas.

Los tratamientos con letras iguales indican que no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5%.

Las cantidades de potasio aportadas por cada una de las cubiertas difieren ampliamente entre ellas y sólo rábano weedchek, raps rangi y ballica aries son estadísticamente diferentes al testigo.

Los niveles de potasio disponible presentes en el suelo antes de la incorporación son altos y se observa un aporte de este elemento en todos los tratamientos, exceptuando el con ballica matilda, que muestra un ligero descenso. Es posible observar que las Brassicaceas (tratamientos 1, 2 y 3), aportan en promedio una mayor cantidad de potasio que la familia Poaceas (tratamientos 4, 5 y 6).

En el caso del potasio, el tratamiento constituido por la flora propia del sector presenta valores mayores al testigo pre incorporación, los cuales no son suficientes para diferir significativamente con él. Interesante es el significativo aporte del raps en el contenido de potasio, ya que altos niveles de este elemento en la uva producirán un mejor color y acidez total más alta en los vinos producto de estas uvas, ambas características deseadas en un vino.

#### Análisis foliar de las vides

El análisis foliar de los pecíolos de las vides sometidas a cada uno de los tratamientos mostró los niveles de nitrógeno total y nitrógeno nítrico antes de la incorporación, durante la descomposición y después de la incorporación de las cubiertas vegetales.

Christensen (1984), citado por Callejas (1990) sugiere que los pecíolos son más útiles que las láminas para determinar las necesidades de nitrógeno, ya que ellas pueden contener más nitrógeno, pero en gran parte en forma orgánica como proteínas. Estas formas de nitrógeno orgánico pueden tender a enmascarar diferencias en los niveles de otras formas de nitrógeno disponible para la asimilación como  $N-NO_3$  y  $NH_4$ .

Es importante señalar que la vid, como la mayoría de los vegetales, absorbe el nitrógeno directamente como ión nitrato, que es la forma móvil del nitrógeno en el suelo, si bien también existe una absorción limitada directamente como ión amonio o como nitritos,

es considerada insignificante (Vieira, 1996). Esta absorción de nitrógeno en la vid es un proceso rápido y eficiente cuando existe disponibilidad de nitrógeno en el suelo (Pérez, 1998) y especialmente en el período de poscosecha, cuando se puede alcanzar hasta un 30% del total de este elemento absorbido por la planta en el año (Vieira, 1996).

Para poder interpretar los valores entregados por el laboratorio, es necesario contar con un cuadro de referencia, el cual se presenta en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Standard nutricional para vid vinifera.

	<b>DEFICIENTE</b>	<b>OPTIMO</b>	<b>EXCESO</b>
<b>N Total (%)</b>	< 0,5	0,5 – 0,7	> 0,95
<b>N Nítrico (ppm)</b>	< 500	500 – 1200	> 1200

Fuente: Viticultura di qualità, Fregoni M., 1999.

#### Nitrógeno total

Al evaluar el contenido de nitrógeno total en peciolo de las vides sujetos a los diferentes tratamientos en los 3 momentos de muestreo, se recopilieron los siguientes valores de nitrógeno total.

Cuadro 7. Análisis del contenido de nitrógeno total en peciolo.

	<b>Precosecha</b>		<b>Incorporación</b>		<b>Postcosecha</b>	
	Prom	D.S.	Prom	D.S.	Prom	D.S.
<b>Rábano</b>	1,19	0,06	1,00	0,08	1,09	0,24
<b>Mostaza</b>	1,26	0,04	1,22	0,14	1,26	0,10
<b>Raps</b>	1,26	0,18	1,30	0,12	1,31	0,20
<b>Avena</b>	1,08	0,06	1,07	0,08	1,00	0,10
<b>Ballica Matilda</b>	1,16	0,04	1,14	0,03	1,18	0,02
<b>Ballica Aries</b>	1,25	0,02	1,03	0,09	1,08	0,10
<b>Vegetación natural</b>	1,13	0,07	1,22	0,02	1,28	0,08

En la Figura 8 se observan los contenidos de nitrógeno total de los pecíolos de las vides, además de su evolución en el tiempo.

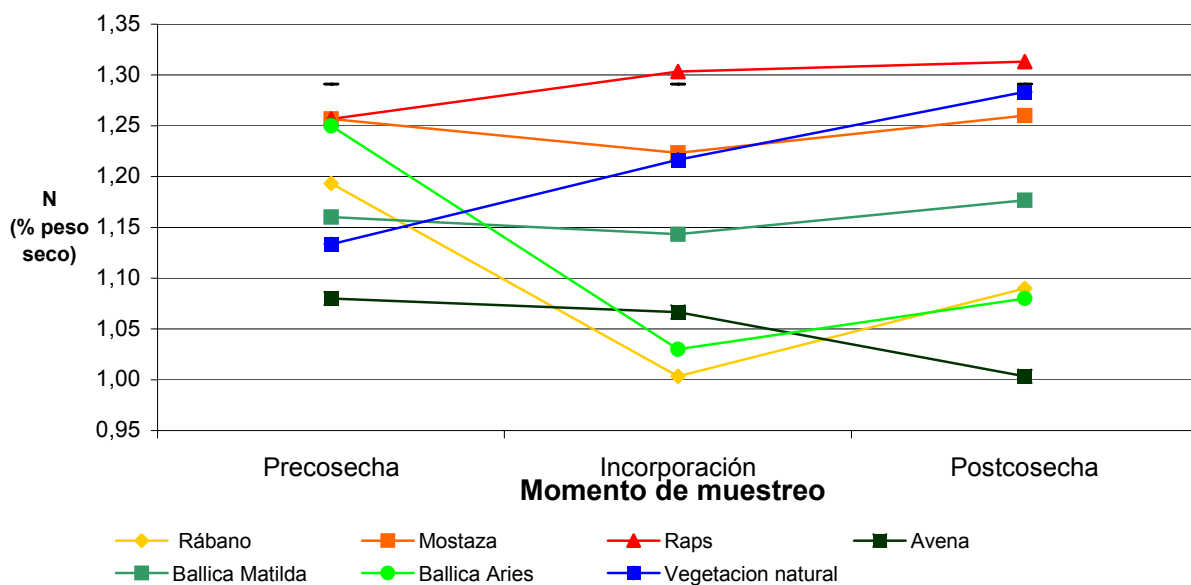


Figura 8. Evolución del contenido de nitrógeno total en pecíolos durante el período de descomposición de las cubiertas vegetales.

El contenido de nitrógeno total en pecíolos no siguió una clara tendencia en los distintos tratamientos, mostrando en algunos casos un incremento a lo largo del estudio y en otros un descenso de los niveles de nitrógeno total. Estos resultados concuerdan con lo obtenido por Callejas (1990), quien concluye en su estudio que el nitrógeno total no mostró una tendencia clara a lo largo de la temporada de desarrollo de las vides. Por otro lado, Catalina *et al.*, (1981) sostiene que los niveles de nitrógeno total tanto en láminas como en pecíolos, tienden a ser altos a principios de la temporada durante floración y van disminuyendo a lo largo de la estación de crecimiento.

Asimismo, no se evidencia claramente un descenso en los niveles de nitrógeno total en el período de incorporación, como era de esperar debido al consumo de nitrógeno por parte de los microorganismos responsables de la descomposición. Según Vieira (1996), el nitrógeno total de hojas y pecíolos está directamente relacionado con el contenido de

nitrógeno absorbible en el suelo, lo que explicaría la tendencia de rábano weedchek, mostaza nemfix, ballica matilda y ballica aries, tratamientos en los que se observa un menor contenido de nitrógeno total en el período de incorporación de las cubiertas vegetales, para luego aumentar durante poscosecha

Es interesante resaltar los resultados obtenidos del tratamiento con vegetación natural formado por la flora silvestre propia del sector, que presenta una curva ascendente muy marcada llegando a valores muy altos de nitrógeno total en poscosecha, lo cual evidencia una rápida asimilación por parte de la vid.

#### Nitrógeno nítrico

Al evaluar el contenido de nitrógeno total en pecíolos de las vides sujetos a los diferentes tratamientos en los 3 momentos de muestreo, se recopilaron los siguientes valores de nitrógeno nítrico.

Cuadro 8. Análisis del contenido de nitrógeno nítrico en pecíolos.

	<b>Precosecha</b>		<b>Incorporación</b>		<b>Postcosecha</b>	
	Prom	D.S.	Prom	D.S.	Prom	D.S.
<b>Rábano</b>	1,19	0,06	1,00	0,08	1,09	0,24
<b>Mostaza</b>	1,26	0,04	1,22	0,14	1,26	0,10
<b>Raps</b>	1,26	0,18	1,30	0,12	1,31	0,20
<b>Avena</b>	1,08	0,06	1,07	0,08	1,00	0,10
<b>Ballica Matilda</b>	1,16	0,04	1,14	0,03	1,18	0,02
<b>Ballica Aries</b>	1,25	0,02	1,03	0,09	1,08	0,10
<b>Vegetacion natural</b>	1,13	0,07	1,22	0,02	1,28	0,08



En la Figura 9 se observan los contenidos de nitrógeno nítrico de los pecíolos de las vides, además de su evolución en el tiempo.

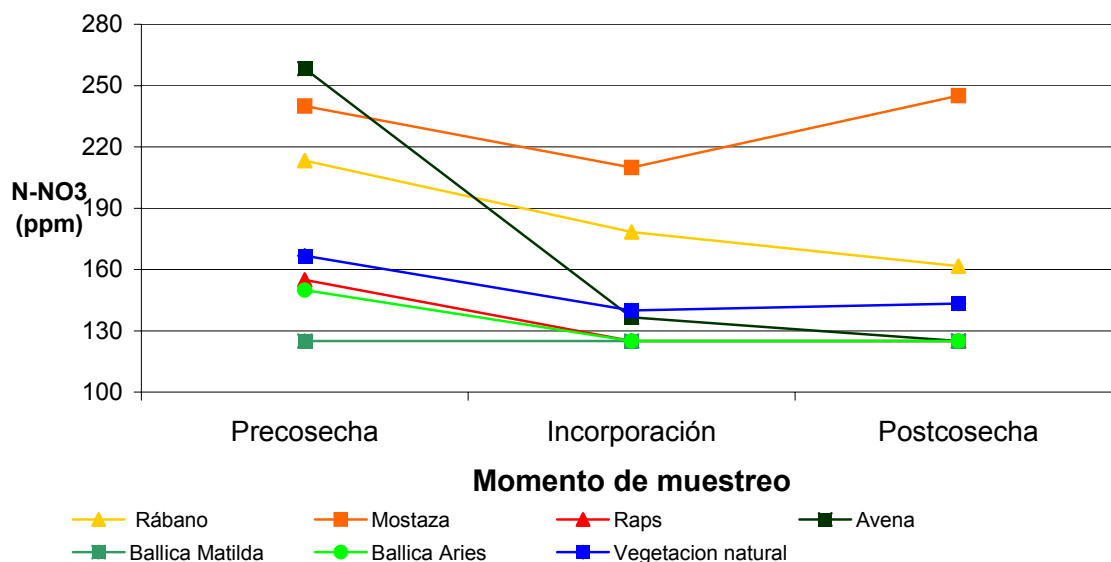


Figura 9. Evolución del contenido de nitrógeno nítrico en pecíolos durante el periodo de descomposición de las cubiertas vegetales.

El contenido de  $\text{NO}_3\text{N}$  en pecíolos alcanza sus niveles más altos en plena floración (Callejas, 1990), para luego comenzar a descender siguiendo la tendencia a traslocar hacia la raíz este elemento al comenzar la senescencia de la vid (Vieira, 1996). Esta curva de disminución natural del contenido de  $\text{NO}_3\text{N}$  en la planta sufre una inflexión observada en todos los tratamientos en el momento de la incorporación de las cubiertas vegetales, debido a una menor absorción de nitrógeno producto de la disminución del nitrógeno disponible para la planta, por efecto del consumo de este elemento por parte de los microorganismos responsables de la descomposición.

Sólo mostaza nemfix presenta esta inflexión en la curva para luego volver a valores similares de precosecha, lo que sugiere una rápida entrega de nitrógeno fácilmente asimilable proporcionado por la cubierta vegetal.

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones, agroclimáticas y varietales, en que se realizó esta investigación se puede concluir que:

En cuanto al aporte de macronutrientes, sobre la fertilidad del suelo, de las cubiertas estudiadas, destacan avena, ballica matilda y ballica aries por sobre el resto de los tratamientos.

Al comparar las seis cubiertas vegetales sembradas más el tratamiento constituido por la flora nativa propia del sector, en cuanto a su aporte a la fertilidad del suelo, los tres principales macroelementos indicadores de la fertilidad del suelo, la familia Gramíneas se destaca como un aporte importante a la fertilidad del suelo.

Asimismo, se evidenció el efecto de la incorporación de los residuos vegetales en la disponibilidad de nutrientes para la planta, mostrando una clara disminución en los niveles de nitrógeno nítrico en los pecíolos de la vid al momento de la descomposición. Sin embargo, esta “hambre de nitrógeno” no se evidenció claramente al analizar el nitrógeno total contenido en los pecíolos de las vides, corroborando la mejor aptitud del análisis de nitrógeno nítrico para evaluar contenido de este elemento en pecíolos.

Es conveniente señalar que el tratamiento constituido por la flora nativa del sector donde se desarrolló este estudio presentó aportes significativos a los contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio, siempre sobre el promedio del aporte de los tratamientos sembrados, lo cual también se refleja en los contenidos de nitrógeno en la planta en postcosecha, perfilándose como la mejor opción de entrega de nutrientes orgánicos al evaluar los costos de este programa de fertilización, ya que no necesita siembra de semillas seleccionadas al provenir directamente de la resiembra natural de la pradera.

Tomando como base este estudio sería recomendable evaluar otras especies de coberturas vegetales y otras variedades de vid, para comprender mejor los aportes de nutrientes y la dinámica de estos.

**LITERATURA CITADA**

ALTIERI, M. 1995. Agroecología: Bases científicas para una Agricultura Sustentable. Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y desarrollo. Santiago, Chile. 281 p.

ANASAC (1999). Programa de Desarrollo Proyecto Nativa. Santiago, Chile. 2 p.

BALDINI, E. 1992. Arboricultura general. Cuarta edición. Ediciones Mundi-Prensa, España. 372 p.

BERTUCCIOLI, M., FERRARI, S., GHERI, A., LENCIONI, L., ZINI, S. and PORCINAI, S. 1999. Relationships between grass cover crop in vineyard and Sangiovesse grapes and wines composition in two Chianti classico areas. pp 106 – 111. In 6<sup>TH</sup> Symposium International d'Oenologie, Oenologie 99. 619 p.

BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA. 1998. Segunda edición, Tomo 1, Idea Books Publicaciones. 263 p.

BRISTOW, A. and JARVIS, S. 1991. Effects of grazing and nitrogen fertiliser on the soil microbial biomass under permanent pasture. In J. Sci. Food Agric. Vol. 54. pp 9-21.

CALLEJAS O. 1990. Evolución estacional de macronutrientes en láminas y pecíolos de hojas de 11 cultivares de uva de exportación. Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica de Chile. 110 p.

CATALINA, L., SARMIENTO, R., ROMERO, R. VAPUESTA, U., y MAZUELOS, C., 1981. Estudio de la fertilización nitrogenada en la vid. Evolución del nitrógeno total, nitrógeno proteico, aminoácidos libres y prolina. In An. Edaf y Agrobiol. Nº 40. pp 667 – 677.

CHAPMAN, H. y PRATT, P. 1973. Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. 1° edición. Editorial Trillas, México. 195 p.

COLLINS, H., RASMUSSEN, P., and DOUGLAS, C. 1992. Crop rotation and residue management effects on soil carbon and microbial dynamics. In Soil Sci. Soc. Amer. J. Vol. 56. pp 783-788.

DELAS, J. 1999. L'excés de vigueur, probleme majeur des vignobles d'aujourd'hui. pp 25 – 27. In Journal international des sciences de la vigne et du vin, Vigne et vin publications internationales Mantillac. 362 p.

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y SUELOS. 1998. Apuntes de Cátedra Química de Suelos y Aguas. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. 12 p.

DEPARTAMENTO DE FRUTICULTURA, 2000. Apuntes de Catedra Viticultura General, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. 1 p.

ENACHESCU, M. 1995. Fruit and vegetable processing. In FAO agricultural Services Bulletin N° 119. [www.fao.org](http://www.fao.org).

ESPINOSA, M. 1982. Efecto de temperatura y humedad del suelo sobre la degradación de la materia orgánica en un sector del secano interior de la Región Metropolitana. Memoria de Titulo. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Chile. 81p.

FAÚNDEZ, J., MEZA, C. y CONTRERAS, P. 1999. Seminario de viticultura orgánica, vinificación y elaboración de vinos orgánicos. Curicó, Chile. 33 p.

FISH, J. (2001) Compost. In [www.ranchomondo.com](http://www.ranchomondo.com)

FREGONI, M. 1999. Viticultura di qualità. Segunda edición. Edizioni Informatore Agrario S.r.l. 707 p.

HILBERT, G., SOYER, J., and MOLOT, C. 1999. Influence of soil management practices on the anthocyanins composition of grape berries. pp 102 – 105. In 6<sup>TO</sup> Symposium International d'oenologie, Oenologie 99. 619 p.

HINOJOSA, G y PINO, C. 2000. Cultivo de cobertura en viñas. In “Chile agrícola”, Vol. 25, Nº 242. Marzo-Abril 2000. pp 23 – 26.

MAYSE, M., STRIEGLER, K., O'KEEFE, W., PEREZ-MUÑOZ, V., GARCIA, F., and NJOKO, M. 1995. Sustainable viticultura practices in San Joaquin Valley of California. In Viticultura and Enology Research Center. www.cati.edu

MEYER, C., HIREL, B., MOROT-GAUDRY, J. y CABOCHE, M. 1994. La utilización del nitrógeno en las plantas. Mundo científico Nº140. Vol. 13. pp 918-920.

MONTECINOS C. 1998. Fertilidad en la agricultura orgánica. In “Chile agrícola”, Vol. 23, Nº 235. Noviembre - diciembre 1998. pp 247-251.

MÚLLER, L. 1961. Un aparato microKjeldahl simple para análisis rutinarios rápidos de materias vegetales. pp 17 – 25. In Manual de laboratorio de fisiología vegetal, Vol 2, Nº1, trimestre enero – marzo, 1º edición. Turrialba, Costa Rica, IICA.

ORMEÑO, J. 1998. El Centeno (*Secale cereale*) como cubierta vegetal y mulch para un manejo alternativo de malezas durante el establecimiento de árboles frutales. In “Chile agrícola”, Vol. 23, Nº 235. Noviembre - diciembre 1998. pp 276.

PAUL, J. and CARLSON, R. 1968. Nitrate determination in plant extracts by the nitrate electrode. pp 766 – 768. Journal of Agriculture and Food Chemistry, Vol. 16, Nº 5. Sept – Oct 1968, EEUU.

PEACOCK, B. and CHRISTENSEN, P. 1998. The relation ship between "covercrops" and vine nutrition. In [www.tulare.ca.us](http://www.tulare.ca.us)

PEET, M. 1998. Sustainable practices for vegetable production in the south. In [www.cals.ncsu.edu](http://www.cals.ncsu.edu)

PEREZ, J. 1998. Requerimientos de nitrógeno en vides para la producción de uva para vino. In “Chile agrícola”, Vol. 23, Nº 235. Noviembre - diciembre 1998. pp 270 – 272.

PLOTKIN, J. 1999. Use of "covercrops" and green manures to attract beneficial insects. In “Integrated pest management”. University of Connecticut. [www.uconn.edu](http://www.uconn.edu)

RAMIREZ, A. 1980. Malezas de Chile. Boletín Técnico Nº15, Junio 1980. Instituto de Investigación Agropecuaria, Estación Experimental La Platina, Santiago, Chile. 46 p.

RAZETO, B. 1999. Para entender la fruticultura. Tercera edición. Publicaciones Antumapu. Universidad de Chile. 214 p.

REYNIER, A. 1995. Manual de viticultura, Quinta edición, Ediciones Mundi-Prensa, España. 407 p.

SADZAWKA, A. 1990. Métodos de análisis de suelos. Serie La Platina, Nº16. Instituto de Investigación Agropecuaria, Chile. 130 p.

SALAZAR, M. 1998. Aporte y velocidad de descomposición de la hojarasca en un bosque de Lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. Et Endl) Krasser), Antillanca, 40° S. Tesis de grado, Universidad Austral de Chile. 93 p.

SALISBURY, F y CLEON, R. 1994. Fisiología vegetal. Editorial Iberoamericana, México 759 p.

SOUTH AUSTRALIAN SEED GROWERS COOPERATIVE LTD. 1997. Cultivos entrehileras – Covercrops, Guía para la selección de especies y manejo de la pradera. 15 p.

SULLIVAN, P. and DIVER, S. 2001. Overview of "covercrops" and green manures. In Fundamentals of sustainable agriculture. [www.attra.org](http://www.attra.org)

VIEIRA A. 1996. Algunos comentarios sobre el nitrógeno como nutrimento de la vid. In "Chile agrícola", Vol. 21, Nº 216. Julio 1996. pp 212 – 215.