

**MANEJO DE SUELO MEDIANTE COBERTURAS VEGETALES ESTABLECIDAS:  
SU INFLUENCIA EN EL MICROCLIMA DE VIÑEDOS BAJO RIEGO (CV. MALBEC)**

Ernesto Martín Uliarte

MAGÍSTER SCIENTIAE EN VITICULTURA Y ENOLOGÍA

Maestría en Viticultura y Enología

Universidad Nacional de Cuyo – Facultad de Ciencias Agrarias

Agro Montpellier - Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – E.E.A. Mendoza

Institut National de la Recherche Agronomique – France



Mendoza, 14 de diciembre de 2004

**MANEJO DE SUELO MEDIANTE COBERTURAS VEGETALES ESTABLECIDAS:  
SU INFLUENCIA EN EL MICROCLIMA DE VIÑEDOS BAJO RIEGO (CV. MALBEC)**

Ernesto Martín Uliarte

Director de tesis

Ing. Agr. Raúl F. del Monte

Co-Director de tesis

Ing. Agr. Ph.D. Carlos Parera

Jurado

Dr. Alain Carbonneau (ENSAMontpellier)

M.Sc. Rosana Vallone (INTA EEA Mendoza)

Ing.Agr. José Rodríguez (FCA UNCuyo)

## **MANEJO DE SUELO MEDIANTE COBERTURAS VEGETALES ESTABLECIDAS: SU INFLUENCIA EN EL MICROCLIMA DE VIÑEDOS BAJO RIEGO (CV. MALBEC)**

### **RESUMEN**

El objetivo de esta investigación fue determinar los efectos de las coberturas vegetales en el microclima de la planta de vid. Se compararon cinco coberturas de diferente ciclo vegetativo con respecto al manejo de suelo sin labranza mediante aplicación de herbicidas. El estudio se desarrolló en un viñedo cv. Malbec conducido en espaldera alta, situado en Agrelo, Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina. Se determinaron parámetros microclimáticos, temperatura, humedad relativa y radiación a nivel de racimos, temperatura del suelo, cantidad y calidad de la radiación reflejada por la cobertura. También se midió la expresión vegetativa y de uvas y el potencial enológico. Se verificó una significativa disminución de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) reflejada por las coberturas con una menor relación “Rojo/Rojo lejano” comparada con el suelo descubierto. Sin embargo, el efecto no se percibió dentro de la canopia debido a que las coberturas permanentes de trébol rojo (*Trifolium pratensis*) y agropiro alargado (*Agropyron elongatum*) restringieron el vigor de las cepas, disminuyendo el crecimiento de brotes y el tamaño de hojas, lo cual se tradujo en una mayor recepción directa de la RFA a nivel de racimos. No hubo una significativa variación en cuanto a temperatura máxima, mínima y amplitud térmica a nivel de racimos. No obstante ello, los tratamientos con mayor cobertura de suelo tendieron a reducir levemente la temperatura mínima a nivel de racimos. La humedad relativa en la canopia no fue significativamente afectada. El trébol rojo, el agropiro alargado, la mezcla centeno-cebada (*Secale cereale-Bromus catharticus*) y el sorgo del Sudán (*Sorghum sudanensis*) redujeron notablemente la amplitud térmica del suelo. El efecto fue determinado principalmente por la disminución de la temperatura máxima. Las coberturas vegetales con alguna dificultad para desarrollarse durante su ciclo vegetativo tuvieron un comportamiento intermedio o uno muy similar al de un suelo descubierto. La introducción de una cobertura permanente con buena invasión del sitio interfilar permitió modificar indirectamente las características microclimáticas de la canopia, a través del control del crecimiento vegetativo y de los rendimientos de la planta de vid, modificando el equilibrio vigor / producción del viñedo, y por lo tanto la composición de las uvas y del vino elaborado.

Palabras clave: vid, Malbec, manejo de suelo, coberturas vegetales, microclima, radiación, radiación reflejada, RFA, temperatura, humedad relativa, crecimiento vegetativo, rendimientos, uva, vino.

## ENTRETIEN DE SOL AVEC L'ENHERBEMENT ÉTABLI: SON INFLUENCE DANS LE MICROCLIMAT DE VIGNOBLES IRRIGUÉS (CV. MALBEC)

### RÉSUMÉ

L'objectif de cette recherche a été de déterminer les effets de l'enherbement dans le microclimat de la vigne. On a comparé cinq couvertures de cycle végétatif différent en ce qui concerne l'entretien du sol sans culture par applications d'herbicides. L'étude a été développée dans un vignoble cv. Malbec conduite en haute espalier, situé en Agrelo, Luján de Cuyo, Mendoza, Argentine. On a déterminé des paramètres microclimatiques, température, humidité relative et radiation au niveau des grappes, de température du sol, quantité et qualité de la radiation réfléchiée par la couverture. On a aussi mesuré l'expression végétative et de raisins et le potentiel œnologique. On a vérifié une diminution significative de la RPA réfléchiée par l'enherbement avec une plus petite relation "Rouge/Rouge éloigné" comparée avec le sol découvert. Toutefois, l'effet n'a pas été perçu dans l'intérieur du couvert végétal du fait que l'enherbement permanentes de trèfle rouge (*Trifolium pratensis*) et agropyre élevé (*Agropyron elongatum*) ont restreint la vigueur des souches, en diminuant la croissance des rameaux et la taille des feuilles, ce qui a été traduit dans une plus grande réception directe de la radiation photosynthétiquement active (RPA) au niveau des grappes. Il n'y a pas eu une variation significative quant à température maximale, minimale et à amplitude thermique au niveau des grappes. Cependant, les traitements avec une plus grande couverture du sol ont tendu à réduire légèrement la température minimale au niveau des grappes. L'humidité relative dans le couvert végétal n'a pas été significativement affectée. Le trèfle rouge, l'agropyre élevé, la mélange seigle et brome (*Secale cereale-Bromus catharticus*) et le millet du Sudán (*Sorghum sudanensis*) ont notamment réduit l'amplitude thermique du sol. L'effet a été déterminé principalement par la diminution de la température maximale. L'enherbement avec une certaine difficulté pour être développé pendant leur cycle végétatif ont eu un comportement intermédiaire ou un très semblable à celui d'un sol découvert. L'introduction d'un enherbement permanente avec une bonne invasion de l'inter rang a permis de modifier indirectement les caractéristiques microclimatiques de la couvert végétal, à travers le contrôle de la croissance végétative et des rendements de la vigne, en modifiant l'équilibre vigueur / production du vignoble, et par conséquent la composition des raisins et le vin élaboré.

Mots-clés: vigne, Malbec, entretien du sol, enherbement, microclimat, radiation, radiation réfléchiée, RPA, température, humidité relative, croissance végétative, rendements, raisin, vin.

## SOIL MANAGEMENT WITH ESTABLISHED COVER CROPS: EFFECTS IN IRRIGATED VINEYARDS'S MICROCLIMATE (CV. MALBEC)

### ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effects of cover crops in grapevine microclimate. Five different species with diverse vegetative cycle against no tillage soil management through herbicides applications were compared. The study was developed in a vineyard of cv. Malbec trellised in vertically positioned shoots (VPS), located in Agrelo, Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina. Measures of microclimatic parameters, temperature, relative humidity and radiation at bunch level, soil temperature, quantity and quality of cover reflected radiation were taken. Measures of vegetative and grapes expression and enological potential were taken into account. A significant decrease of cover crop reflected photosynthetically active radiation (PAR) with a significantly poorer "Red/Far red ratio" than a bare soil was verified. However, this had no effects inside the canopy because permanent cover crops of red clover (*Trifolium pratensis*) and tall wheatgrass (*Agropyron elongatum*) resulted in a restriction in vine vigor, diminishing shoot growth and leaf size, which translated in a greater direct PAR reception at bunches level. There was not a significant variation of maximum and minimum temperatures or thermic amplitude at bunches level. Nevertheless, the treatments with a greater ground cover tended to lightly reduce the minimum temperature at bunch level. Relative humidity in the canopy was not significantly affected. Red clover, tall wheatgrass, cereal rye-chess mix (*Secale cereale-Bromus catharticus*) and sudangrass (*Sorghum sudanensis*) notably decreased soil thermic amplitude. This effect was mainly due to a decrease in the maximum temperature. Cover crops species with difficulty to develop during their cycle had an intermediate behavior or one very similar to that of a bare soil. The introduction of a permanent cover crop with a good invasion of inter row spacing allowed to indirectly modify the canopy microclimatic characteristics, through control in vegetative growth and vine yield, modifying the balance vigor / yield of the vineyard, and consequently, grape composition and elaborated wine.

Key-words: grapevine, Malbec, soil management, cover crops, microclimate, radiation, reflected radiation, PAR, temperature, relative humidity, vegetative growth, yield, grape, wine.

## AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer profundamente a las siguientes personas e instituciones que colaboraron en la realización del presente trabajo:

- Raúl F. Del Monte, mi Director de Tesis, por haberme brindado su apoyo y confianza desde mis comienzos como profesional, por su valiosa formación tanto en la parte técnica como humana.
- Carlos Parera y Rubén Oliva por sus inapreciables consideraciones en la corrección del escrito final.
- José Gudiño por el soporte institucional.
- Horacio Bazán, Carlos Tizio y Pablo Minatelli por haber manifestado su interés en la propuesta y apoyarla desde un principio.
- Violeta Becerra y Bruno Cavagnaro por haber colaborado en la revisión y corrección del plan de trabajo de la tesis.
- Carlos Catania y Silvia Avagnina por su inestimable asesoramiento en el seguimiento de maduración, vinificación y el análisis sensorial de los vinos.
- Guillermo Ibáñez, por su valiosa colaboración en las determinaciones de radiación reflejada y su asistencia en la temática.
- Luis Dalesio, Anibal Catania, Carlitos Parera, Eugenia Galat y Diego Cerroni, sin su ayuda, gran parte del trabajo de campo y gabinete no habría sido posible.
- Jorge Prieto, Santiago Sari, Alejandro Ambrogetti, Pedro Díaz, Humberto Stocco y Alfredo Declara, por su cotidiana asistencia, tanto en temas técnicos, prácticos como así también operativos.
- Norma Pieralisi por su dedicada ayuda en la búsqueda y recopilación bibliográfica.
- Alberto Sosa y Ramón Funes por su colaboración en las determinaciones analíticas y operaciones de bodega.
- Mariana Combina, Ariel Massera y Mario Gómez por su contribución en las determinaciones analíticas de nitrógeno asimilable.
- Jorge “Pata” Perez Peña y Daniel Fontagnol por su estimada asistencia.
- Raquel García de Cavagnaro por haberme transmitido su experiencia como tesista y por sus consideraciones respecto de las determinaciones a campo.
- Alberto Ortiz Maldonado por su aporte en el tema agrometeorológico.
- I.N.T.A. E.E.A. Mendoza y Bodega NORTON S.A. por el aporte económico para la realización del ensayo.
- Cátedra de Fisiología Vegetal de la F.C.A. de la U.N.Cuyo por colaborar proporcionando el radiómetro y el medidor de área foliar.
- Laboratorio de Suelos del I.N.T.A. E.E.A. Mendoza por la realización de los análisis foliares y de suelo.
- Juan Carlos Prado y personal de campo de la EEA Mendoza del INTA.
- Encargados y personal de campo de Finca Agrelo (bodega NORTON S.A.).
- Panel de degustación de los vinos del ensayo, por su apreciable colaboración.

Me gustaría hacer una mención muy especial para Carolina, mi compañera incondicional en los buenos y malos momentos durante el transcurso del cursado y la redacción de la tesis, por su soporte y comprensión. También para mis queridos viejos; Ernesto y Mirta, por apoyarme y alentarme a continuar con los estudios de grado y postgrado.

## ÍNDICE GENERAL

	Contenidos	Página
1.	Introducción y antecedentes.....	1
1.1	Introducción.....	2
1.2	Antecedentes.....	3
1.2.1	Hipótesis principal.....	9
1.2.2	Hipótesis secundarias.....	9
2.	Materiales y métodos.....	11
2.1	Variables de experimentación y diseño estadístico.....	12
2.2	Principales determinaciones.....	14
2.2.1	Microclimáticas.....	14
2.2.2	Caracterización de la cobertura vegetal.....	16
2.2.3	Expresión vegetativa, estado nutricional e hídrico de la planta de vid.....	17
2.2.4	Expresión de frutos.....	17
2.2.5	Evaluación de los vinos.....	18
3.	Resultados y discusión.....	20
3.1	Caracterización de la cobertura vegetal.....	21
3.1.1	Producción de biomasa.....	21
3.1.2	Grado de cobertura del suelo.....	22
3.2	Microclima de la planta de vid.....	25
3.2.1	RFA recibida a nivel de racimos.....	25
3.2.2	Calidad y cantidad de la luz reflejada por el interfilar.....	28
3.2.3	Temperatura y humedad relativa a nivel de racimos.....	29
3.2.4	Temperatura del suelo.....	33
3.3	Expresión vegetativa y componentes del rendimiento.....	35
3.4	Estado nutricional de la planta de vid.....	37
3.5	Estado hídrico de la planta de vid.....	38
3.6	Potencial enológico de las uvas.....	39
3.7	Resultados enológicos.....	42
3.7.1	Seguimiento de la vinificación.....	42
3.7.2	Análisis de los vinos.....	44
3.7.3	Evaluación organoléptica.....	45
4.	Discusión final.....	47
5.	Conclusiones.....	48
6.	Bibliografía.....	49
	Apéndice.....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Página
Figura 1. Representación esquemática de los elementos participantes en los intercambios energéticos en la proximidad de las cepas.....	5
Figura 2. Disposición de la tela antigranizo en las unidades experimentales.....	12
Figura 3. Esquema del diseño del ensayo.....	14
Figura 4. Esquema de la ubicación de sensores de temperatura y humedad relativa.....	15
Figura 5. RFA directa y reflejada recibida a nivel de racimos. Esquema de la ubicación del radiómetro.....	16
Figura 6. Radiación reflejada por el interfilar. Esquema de la ubicación del espectroradiómetro.....	16
Figura 7. Temperaturas máximas y mínimas durante el ciclo 2003/04.....	20
Figura 8. Precipitación y humedad relativa durante el ciclo 2003/04.....	21
Figura 9. Producción anual de materia seca. Ciclo 2003/04.....	22
Figura 10. Grado de cobertura del suelo. Septiembre 2003.....	23
Figura 11. Grado de cobertura del suelo. Noviembre 2003.....	24
Figura 12. Grado de cobertura del suelo. Febrero 2004.....	24
Figura 13. RFA directa y reflejada recibida a nivel de los racimos, durante maduración.....	26
Figura 14. RFA directa recibida a nivel de racimos durante maduración. Evolución diaria.....	26
Figura 15. RFA reflejada recibida a nivel de racimos durante maduración. Evolución diaria.....	27
Figura 16. Relación entre la superficie foliar (SF) y la radiación directa (RFA) recibida a nivel de racimos durante la maduración de las uvas.....	27
Figura 17. Espectro de la radiación reflejada.....	29
Figura 18. Evolución diaria de la temperatura a nivel de racimos.....	31
Figura 19. Evolución diaria de la humedad relativa a nivel de racimos.....	32
Figura 20. Evolución diaria de la temperatura dentro del racimo.....	33
Figura 21. Evolución diaria de la temperatura del suelo (Prof.: 15 cm).....	34
Figura 22. Potencial hídrico foliar de base. Ciclo 20002/03.....	39
Figura 23. Evolución de sólidos solubles en baya, durante la maduración.....	40
Figura 24. Evolución de la acidez total en baya, durante la maduración.....	41
Figura 25. Evolución de la fermentación alcohólica durante la vinificación.....	43
Figura 26. Evolución del índice de polifenoles totales durante la vinificación.....	43
Figura 27. Evaluación organoléptica. Análisis sensorial descriptivo.....	46



## ÍNDICE DE TABLAS

Tablas	Página
Tabla 1. Porcentaje de la superficie con coberturas vegetal para cada viñedo francés.....	3
Tabla 2. Estadísticas Meteorológicas (1959 a 1998). Estación Chacras de Coria, Mendoza.....	11
Tabla 3. Análisis de fertilidad del suelo de la parcela experimental.....	12
Tabla 4. Descripción de las variantes experimentales.....	13
Tabla 5. Radiación reflejada para cada rango del espectro.....	28
Tabla 6. Relación "Rojo / Rojo lejano" de la radiación reflejada .....	29
Tabla 7. Microclima en la zona de racimos .....	31
Tabla 8. Temperatura dentro del racimo. ....	32
Tabla 9. Temperatura superficial de las bayas y hojas.....	33
Tabla 10. Temperatura del suelo a 15 cm. de profundidad .....	34
Tabla 11. Peso de poda en verde ("despampanado") y peso de poda invernal.....	35
Tabla 12. Porosidad de la canopia (método: "Point Quadrat").....	36
Tabla 13. Superficie foliar (SF) y superficie foliar total (SFT).....	36
Tabla 14. Expresión de uvas y componentes de rendimiento.....	37
Tabla 15. Relación SFT/Peso de uva e Índice de Ravaz.....	37
Tabla 16. Diagnóstico foliar de la planta de vid.....	38
Tabla 17. Composición de la uva al momento de cosecha.....	42
Tabla 18. Análisis de los vinos.....	44
Tabla 19. Análisis de polifenoles y color en vinos.....	44
Tabla 20. Evaluación organoléptica. Prueba de ordenamiento.....	45

## 1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

### 1.1 INTRODUCCIÓN

La mayoría de los suelos vitícolas de la región son poco estructurados y con bajo contenido de materia orgánica (Hudson *et al.*, 1990); la sobre cultivación de nuestras áreas a través de sistemas de labranza máxima y de excesivo tránsito de equipamientos ha perjudicado el recurso natural, disminuyendo sensiblemente la fertilidad del suelo; exponiéndolo a la erosión, incrementando los problemas de compactación y aumentando los costos operativos de la explotación (del Monte *et al.*, 1994).

La labranza convencional evita la continua acumulación de material orgánico en descomposición. Puede destruir la estructura del suelo, reduciendo el tamaño de los poros y disminuyendo la infiltración del agua, restringiendo, como consecuencia, el crecimiento de las raíces (Coombe y Dry, 1992).

Con la aparición de los herbicidas, se generaliza la "no-labranza" del viñedo regional mediante el desmalezado químico. La continuidad de esta práctica afectó notablemente la estabilidad estructural del suelo, aumentando la compactación y determinando inconvenientes para el manejo del cultivo, especialmente luego de precipitaciones que afectan la tracción de la maquinaria y en general el tránsito de los operarios. En estas condiciones, es muy riesgoso postergar tareas culturales que aseguran la producción y su nivel de calidad, tales como: tratamientos fitosanitarios, manejo de la canopia y de suelo, y cosecha de las uvas. Además, existe una tendencia mundial a reducir el uso de agroquímicos para minimizar los problemas de contaminación ambiental. En los últimos años, este problema toma mayor envergadura debido al gran interés por las prácticas de cultivo sustentables, tales como el manejo orgánico e integrado del viñedo.

Un suelo descubierto, en relación con otro con cobertura vegetal, tiene mayor evaporación en la superficie, bajos niveles de infiltración, mayor densidad de volumen, poros más pequeños, es susceptible a la erosión por agua y viento, tiene menores contenidos de materia orgánica y menos lombrices. Una escasa cobertura de suelo habitualmente trae aparejado serias consecuencias para el desarrollo de flora benéfica en el control biológico de plagas (Coombe y Dry, 1992).

Esta situación plantea la necesidad de adoptar otras estrategias de manejo del suelo. El manejo mediante coberturas vegetales consiste en instalar (coberturas establecidas) o dejar desarrollar (coberturas nativas) especies vegetales de manera permanente o temporaria, sobre la totalidad o sobre una parte de la superficie del viñedo (Groupe Columa Vigne de l'ANPP, 2004), ofreciendo al productor vitícola importantes ventajas relacionadas con la producción cuali-cuantitativa de las uvas, sus costos operativos y la sustentabilidad de su producción.

El manejo del suelo del viñedo influye indirectamente sobre el microclima de la canopia, a través de su efecto sobre el vigor y el cambio de las características del follaje (Smart, 1985). Es indudable que a un sistema cultural determinado le corresponde un microclima más o menos marcado, por lo que la introducción de una cubierta vegetal determina un nuevo elemento activo dentro del sistema (Calame, 1993).

El microclima de la parte aérea es uno de los elementos primordiales, si no el elemento principal, del desempeño vitícola (Carbonneau *et al.*, 1982). La temperatura del aire influye sobre la brotación y el crecimiento medio diario de los brotes, mientras que la temperatura del suelo tiene un efecto sobre el metabolismo general, la absorción de agua y de minerales, el transporte y la síntesis de sustancias de crecimiento. Además la temperatura del aire ejerce un

efecto determinante sobre el crecimiento y desarrollo de las bayas. Esto se pone de manifiesto especialmente cuando intervienen temperaturas anormalmente elevadas o bajas; influyendo sobre la multiplicación celular durante la fase I y sobre el agrandamiento celular durante la fase III. El óptimo para estos procesos oscila entre 20-25 °C. Durante la fase III la temperatura influye especialmente sobre la migración de los azúcares y la selectividad de las membranas; las bayas expuestas al sol son más azucaradas que las bayas a la sombra (Champagnol, 1984).

La exposición al sol, que depende a su vez de factores medioambientales, influye sobre la acumulación en las bayas de ciertos constituyentes como los flavonoles (Price *et al.*, citado por Cheynier *et al.*, 2000).

Factores como la temperatura y la intensidad de luz influyen en el crecimiento y la composición de las bayas. Experiencias desarrolladas en condiciones controladas señalan los efectos desfavorables de las temperaturas elevadas sobre el crecimiento, el desarrollo y la maduración de las bayas (Kliwer y Lider, 1970, Kliwer, 1973, Hale y Buttrose, 1974), además tienen un efecto sobre los componentes aromáticos de las uvas (Marais *et al.*, 1999, Tomasi *et al.*, 2000). Es muy conocido que el potencial aromático de numerosos cepajes, sobre todo blancos, solo puede ser expresado plenamente en climas templados frescos donde la maduración es lenta y prolongada. La metoxipirazina en Sauvignon y Cabernet-Sauvignon disminuye casi progresivamente, tanto cuando el nivel de madurez es más elevado como cuando el medio climático es más caluroso (Huglin y Schneider, 1998).

En ensayos sobre el efecto de la exposición al sol en el contenido de carotenoides a la madurez en tres cultivares (Syrah, Moscatel de Alejandría y Moscatel de Frontignan), se observó que las bayas expuestas al sol antes de envero eran más ricas en carotenoides que las bayas sombreadas. La exposición hasta mitad de envero favoreció la síntesis de carotenoides precursores de moléculas odorantes mientras que las mismas condiciones después de envero llevaron a la degradación de carotenoides directamente relacionados a la presencia de glicósidos norisoprenoides C<sub>13</sub>. (Razungles *et al.*, 1996).

La fluctuación del tenor de ácido málico en las bayas es, a diferencia de lo que sucede con el ácido tartárico, muy sensible al calor el cual acelera considerablemente su degradación. Diversas experiencias han precisado esta influencia térmica (Huglin y Schneider, 1998). Los mismos autores afirman que la fluctuación de los compuestos fenólicos es globalmente muy importante, y la influencia del factor temperatura podría ser primordial. Además, señalan que la experiencia práctica muestra que la obtención de vinos tintos de color óptimo para un tipo de vino dado, encuentra dificultades en condiciones climáticas frescas o muy calurosas; las que corresponden finalmente a situaciones donde el contenido en azúcar de la vendimia tiene una tendencia a ser por un lado un poco bajo y por el otro muy elevado.

La iniciación floral es condicionada por la iluminación y también por la temperatura de las yemas durante el período de inducción (Champagnol, 1984).

La iluminación influye sobre la acumulación de compuestos fenólicos en variedades rojas a través de la fotoactivación de la fenilalanina-amonía-liasa (PAL). El PAL es un sistema enzimático que no puede cumplir su rol (desaminación de la fenilalanina y formación de ácido cinámico) hasta no ser fotoactivado por intermedio de un pigmento fotosensible; el fitocromo (Champagnol, 1984).

Además de los efectos sobre el crecimiento y desarrollo de la planta, y de la influencia sobre los componentes de la uva, las condiciones de temperatura y humedad relativa influyen en gran medida sobre la infección y el desarrollo de los principales hongos patógenos de la vid en

nuestra región (Plasmopara vitícola; Complejo de la podredumbre de los racimos: Aspergillus, Penicillium, Rhizopus, Botrytis, Cladosporium y otros) (Oriolani y Gatica de Mathey, 1994).

## 1.2 ANTECEDENTES

El manejo de suelo del viñedo mediante la utilización de coberturas vegetales no es una técnica nueva, ya que hace 2000 años los romanos ya la practicaban. En Francia, Italia, Alemania y Suiza era utilizada tradicionalmente en zonas de alta pluviometría o de laderas altamente erosionables, actualmente comienza a extenderse además, a viñedos con diversos objetivos (tabla 1). En Alemania el 25 % del viñedo Badois (Baden-Baden) posee cobertura vegetal y casi el 80 % en Markgriflerland. En Suiza, sobretodo en Tessin y Suiza Alemana. En Italia, 12 % del viñedo y casi el 90 % en la provincia de Alto Adige, tiene cobertura verde. En Austria también está difundido (Groupe Columa Vigne de l'ANPP, 2004).

*Tabla 1.* Porcentaje de la superficie con coberturas vegetal para cada viñedo francés (adaptado de Groupe Columa Vigne de l'ANPP, 2004).

*Tableau 1.* Pourcentage de la surface avec enherbement pour chaque vignoble français (adapté de Groupe Columa Vigne de l'ANPP, 2004).

Alsace	55 % (1 hilera sobre 2)
Champagne	< 1 %
Bourgogne	< 1 %
Beaujolais	≅ 5 %
Jura	≅ 5 %
Savoie	≅ 2 %
Côtes du Rhône	≅ 1 %
Aquitaine orientale et Languedoc Roussillon	2 %
Bordelais	10 % sembrado - 30 % cobertura espontánea con segado (realizada desde hace 30 años)
Vignoble des Carentes	2 % sembrada - 15 % cobertura espontánea con segado
Val de Loire	30 %

Desde hace algunos años, este tipo de manejo del suelo ha comenzado a difundirse rápidamente en otras zonas vitícolas de notable desarrollo tecnológico, como las de Estados Unidos, Australia y Sudáfrica. Sólo en California existen más de 50.000 ha de viñedos sembrados con coberturas vegetales, 16% de la superficie total implantada (Ingels *et al.*, 1998).

Esta difusión se debe principalmente a los beneficios asociados con la reducción de la erosión (Ingels *et al.*, 1998) y compactación del suelo (Wolfe, 1998), la adición y conservación de nitrógeno, materia orgánica y otros nutrientes (Sustainable Agriculture Network, 1998; del Monte *et al.*, 2000), la mejora de la estructura del suelo y de su capacidad para la tracción de la maquinaria (del Monte, com. pers), el aumento de la infiltración del agua (Folorunso *et al.*, 1992; Castro *et al.*, 1992), su contribución con el incremento de la actividad biológica edáfica (Ingels *et al.*, 1998; Doledec *et al.*, 2003), el control de malezas (Ingels *et al.*, 1998) y el manejo integrado de plagas (Costello y Altieri, 1994; Daane y Costello., 1998; McLeod y Steel, 1999).

A nivel regional los viticultores han sembrado tradicionalmente en el interfilas especies tales como la vicia, la cebada o el centeno para su utilización como abono verde, corrector de las deficiencias nutricionales del suelo (Nazralla y Martínez, 1976).

El profundo cambio hacia la producción de uvas de calidad superior producido en la industria vitivinícola nacional a partir de los años 90, plantea la necesidad de incorporar tecnologías modernas no sólo en cuanto a maquinaria agrícola y de bodega se refiere, sino también con respecto al manejo del suelo del viñedo para adaptarse a los nuevos parámetros de calidad.

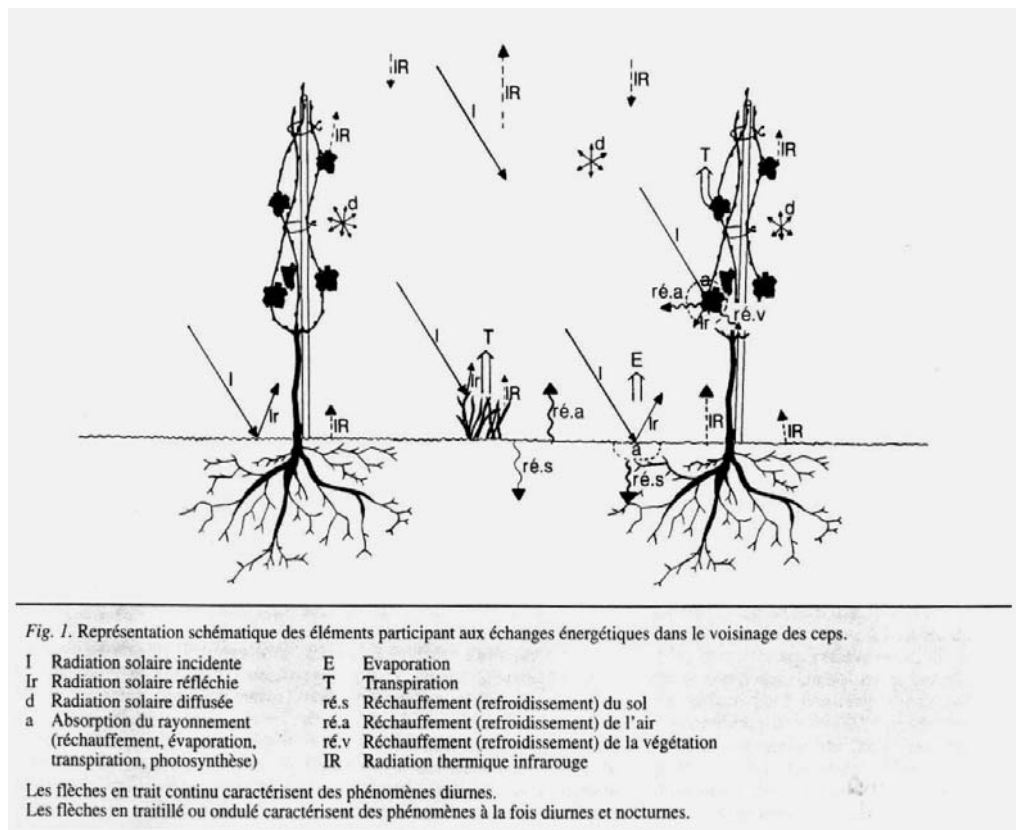
Los primeros trabajos regionales al respecto fueron realizados por del Monte *et al.* en 1994, en la E.E.A. Mendoza del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. En ellos se comparó sistemas de manejo de suelo con labranza (rotocultivación y vibrocultivación) y coberturas de flora espontánea (con desbrozado y con aplicación de herbicida selectivo). Las dos alternativas de labranza del suelo contribuyeron a aumentar la población integral de malezas, mientras que los sistemas sin labranza la disminuyeron significativamente en seis años de estudio. En cambio no se detectaron variaciones significativas en cuanto al contenido de materia orgánica y la compactación del suelo, ni en la producción de uva del viñedo, luego de cinco años de experimentación.

Estudios posteriores del mismo autor, sobre manejo del suelo con labranza y flora nativa (flora sin selección de especies, seleccionada mediante aplicación de herbicidas y con intersembrado de trébol blanco) mostraron una disminución de la población integral de malezas en el tratamiento de intersembrado con trébol blanco. En dicho tratamiento, también se detectó un aumento en el contenido de materia orgánica en el perfil de 0 a 30 cm de profundidad, luego de cinco años de experimentación; no se hallaron diferencias en el contenido de materia orgánica en el perfil de 30 a 60 cm, ni tampoco en los contenidos de N, P y K; aunque sí presentaron una tendencia al aumento en los contenidos de estos nutrientes, los tratamientos de trébol blanco, flora nativa sin seleccionar y seleccionada con herbicida. En cuanto a la producción de uvas, tampoco se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, aunque el tratamiento de trébol blanco presentó la mayor producción vegetativa y de uvas por planta. En los cinco años de evaluación organoléptica de los vinos, los cuatro tratamientos fueron diferenciados por el panel de degustación mediante el test dúo trío y pruebas de preferencia. Los tratamientos de cobertura espontánea y con aplicación selectiva de herbicida registraron las mayores intensidades de percepción para los descriptores de color, frutos rojos y concentración. Estos dos tratamientos junto al de labranza determinaron mayor astringencia en los vinos. El tratamiento con intersembrado de trébol blanco fue identificado por un mayor carácter herbáceo y siempre fue último en orden de preferencia de los degustadores. Los demás tratamientos presentaron la misma preferencia (del Monte *et al.*, 2000).

A fines del año 2000, se inicia un ensayo de evaluación y selección de especies vegetales con potencialidad para cobertura de suelo en viñedos, realizando el seguimiento de más de 30 diferentes coberturas verdes, con el objetivo de conocer su ciclo fenológico y determinar su adaptabilidad al manejo del viñedo y a las condiciones agro climáticas de la zona. Posteriormente en el año 2001, se iniciaron ensayos sobre estructuración edáfica del viñedo mediante la utilización de coberturas vegetales (Uliarte *et al.*, 2002; Uliarte y Del Monte, 2003).

En el ámbito mundial, son muchos los trabajos que han evaluado la influencia de las coberturas vegetales establecidas en el interfilas de los viñedos. Casi la totalidad de los mismos han sido desarrollados en zonas de secano, en donde en algunos casos el agua es un factor limitante, lo cual hay que tener muy en cuenta para su correcta interpretación.

Un estudio del balance de energía según el sistema de manejo de suelo en el viñedo, determinó que la presencia de una cubierta vegetal se comporta físicamente como aislante térmico. Por otro lado, es una parte activa dentro del balance de energía del sistema, ya que transpira. Necesita de la energía solar y compite con la energía destinada al recalentamiento de la superficie del suelo. Cuando el suelo está húmedo, la cubierta vegetal crece y la temperatura de la superficie permanece fresca. A medida que el suelo se deseca se recalienta más y la cobertura vegetal reduce su transpiración. Mientras la canopia de la vid se desarrolla, la sombra sobre la cobertura aumenta, y estos efectos disminuyen su intensidad. Además tiene un rol importante en los intercambios térmicos radioactivos en la banda infrarroja. Durante el día la temperatura de superficie es netamente menos elevada que la de un suelo descubierto o cubierto con un mulch seco. De noche la cobertura se comporta como un "rastroy orgánico", o sea que reduce la pérdida del calor acumulado durante el día, pero de manera un poco menos marcada, existiendo riesgo de heladas primaverales. Al inicio de la temporada, sin la sombra aportada por el follaje del viñedo, la cobertura se beneficia de toda la energía solar para crecer, y consume el agua del suelo antes que las plantas de vid, ya que éstas no han desarrollado todavía su sistema foliar. Luego, en el curso de la temporada, la cobertura se encuentra en parte a la sombra de la vid y su consumo de agua disminuye. En ciertos casos, este desecamiento previo del suelo puede ser benéfico, mientras que en otros mas bien adversos, todo dependerá de las condiciones del suelo y del clima del año (Calame, 1993) (Figura 1).



*Figura 1.* Representación esquemática de los elementos participantes en los intercambios energéticos en la proximidad de las cepas. I: Radiación solar incidente; Ir: Radiación solar reflejada; d: Radiación solar difusa; a: Absorción de radiación (recalentamiento, evaporación, transpiración, fotosíntesis); E: Evaporación; T: Transpiración; ré.s: Recalentamiento (enfriamiento) del suelo; ré.a: Recalentamiento (enfriamiento) del aire; ré.v: Recalentamiento (enfriamiento) de la vegetación.; IR: Radiación térmica infrarroja. Las flechas en trazo continuo caracterizan los fenómenos diurnos. Las flechas en trazo discontinuo u ondulado caracterizan los fenómenos a la vez diurnos y nocturnos (Calame, 1993).

*Figure 1.* Représentation schématique des éléments participant aux échanges énergétiques dans le voisinage des ceps (références dans la figure) (Calame, 1993).

Pradel y Pieri (2000) mostraron que los patrones de temperatura de un suelo labrado y uno con cobertura vegetal eran muy diferentes. Una gran variación se observó en el centro del interfilas. La cobertura vegetal interceptó gran parte de la energía incidente y actuó como una capa aislante para el suelo, por lo que previno los intercambios entre el suelo y la atmósfera. El flujo de calor horizontal fue significativo y el calentamiento y enfriamiento del suelo fue más lento en el suelo con cobertura vegetal. Durante la etapa de crecimiento de la vid, las temperaturas y la energía total acumulada en el suelo fueron superiores en el suelo descubierto. Las amplitudes térmicas diarias fueron significativamente más altas como así también la suma de la temperatura media diaria por encima de 10 °C. Bajo la línea de plantas donde el suelo estuvo descubierto, el comportamiento de todas estas variables fue casi idéntica en los dos suelos.

Además de su influencia en el balance energético del viñedo, las coberturas vegetales permanentes ejercen una competencia sobre la planta de vid de dos maneras distintas: por un lado consumiendo agua y por otro reduciendo el nivel de nitrógeno mineral en el suelo (Maigre *et al.*, 1995).

Morlat y colaboradores (1993) determinaron los principales efectos de la cobertura permanente del suelo, en ensayos de larga duración en Anjou, Francia. Las propiedades agronómicas de las capas superficiales del suelo son mejoradas debido a un aumento significativo del contenido de materia orgánica. La cobertura permanente suprime en gran medida la erosión. También observaron que la planta de vid, sujeta a la competencia con la cobertura, es forzada a modificar su perfil de raíces por lo que las raicillas de superficie desaparecen casi en su totalidad. Las capas más profundas del suelo, más difíciles de explorar, son objeto de una colonización más activa. Esta evolución de las raíces produce una demanda importante de energía metabólica a la vid. Esto se traduce en una reducción del peso de poda, la superficie foliar secundaria y los rendimientos. Este efecto depresivo presenta un máximo 7 a 8 años después de la implantación de la cobertura. A continuación se observa una recuperación parcial. Sobre el plano ecofisiológico, la competencia provoca a la planta una alimentación hídrica más limitada y una nutrición nitrogenada igualmente más pobre ya que los horizontes de la superficie del suelo son mucho menos explorados. Gracias a la reducción de la biomasa aérea, el estrés hídrico a nivel foliar permanece moderado y la fotosíntesis no parece alterarse. En cuanto a la calidad de la vendimia y del vino resultante, se constata una mejora sensible con la cobertura, principalmente los años en los que los ataques de podredumbre son importantes. Estos ataques son mucho más reducidos en las parcelas con cobertura verde en comparación con las manejadas con herbicida. Los tenores en antocianos y polifenoles totales son más elevados y las bayas son menos sensibles a otros efectos dañinos de *Botrytis*.

Ensayos posteriores (Le Goff-Guillou *et al.*, 2000) sobre el impacto de la cobertura en el comportamiento de la vid en distintos terruños confirmaron una disminución de la expresión vegetativa y del rendimiento, este efecto fue más sensible los años secos y calurosos. Sobre la vendimia se observó una mejora de los tenores de azúcar, antocianos y polifenoles y una disminución de los tenores de ácido málico y de nitrógeno, y un alargamiento en la duración de la fermentación. En los vinos tintos aumentó la acidez, mejoró la percepción de la estructura y del color. En los terruños en donde los horizontes profundos son explorados por las raíces, parece que la planta tiende a evitar en gran parte la competencia de la cubierta herbácea, modificando el perfil de raíces. De esta manera, los efectos de la cobertura sobre la expresión vegetativa y los rendimientos se atenúan.

Recientemente, Coulon y Prud'Homme (2003) estudiando los efectos de las coberturas vegetales permanentes sobre la fisiología de la planta en viñedos de Bordeaux, señalaron una disminución del peso de poda y los rendimientos, especialmente los años con escasa precipitación, este efecto depresivo de la cobertura sobre la vid disminuyó luego de algunos

años. El nivel de competencia varió según la especie utilizada. En las uvas se produjo un aumento del grado probable y la acidez fue menor. En estos ensayos se constató un alargamiento de las fermentaciones. En el vino se promovió un aumento del índice de polifenoles totales, la intensidad colorante y la tasa de antocianos; y una reducción de la acidez total. En la degustación, los vinos de las modalidades con cobertura fueron, en general, mejor juzgados que los de testigos con labranza o con desmalezado químico. Se apreciaron más frutados, sin carácter vegetal acentuado, más aromáticos, con mejor estructura, con un potencial polifenólico mayor y más armoniosos.

Una experiencia en Pully, Suiza con una precipitación anual media de 1.140 mm y un suelo de naturaleza liviana a media, con un tenor de materia orgánica de 1,7 %, donde el crecimiento de las raíces está limitado a los 70 a 90 cm por un capa calcárea, determinó que la especie de cobertura tiene una gran influencia en el tenor de nitrógeno mineral del suelo en el viñedo. Valores elevados fueron observados utilizando una leguminosa (trébol subterráneo), mientras que los más bajos se determinaron en las parcelas sembradas con gramíneas perennes (festucas y poas). Esta mejora del contenido de nitrógeno fue acompañada por un aumento del vigor y de la fertilidad de las plantas como así también del pH de los mostos (Spring, 2001). En el plano enológico, las uvas provenientes de las parcelas sembradas con una leguminosa presentaron tenores de nitrógeno más elevados en los mostos, una fermentación alcohólica y maloláctica más rápida y esta última más compleja en algunos años, una tasa de acidez total y tartárica ligeramente más baja en los vinos, un tenor en fenil-2-etanol inferior. Los vinos fueron más apreciados en la degustación, con un bouquet más fino y menos amargos (Spring, 2002).

En ensayos de coberturas permanentes y fertilización nitrogenada sobre el cv. Gamay en Leytron, Suiza con una precipitación anual media de 636 mm y un suelo aluvional reciente, arenoso, profundo y muy pedregoso, se constató que los racimos de los tratamientos con cobertura recibieron mayor insolación que las parcelas con suelo descubierto (con aplicación de herbicida) debido a una disminución de la superficie foliar total y expuesta. Las medidas del microclima térmico de los racimos mostraron las mismas tendencias generales que el microclima luminoso. Al elaborar estas uvas, los vinos obtenidos se caracterizaron por una nariz muy discreta, presentaron un color y una intensidad tánica mucho más sostenida (Maigre, 1999). El mismo autor y en el mismo ensayo en el año 2001, concluye que las coberturas generaron una disminución de los rendimientos y sus componentes. El pH, la acidez total y el ácido málico del mosto resultaron netamente más bajos. La superficie foliar total y el peso de poda fue menor. En el diagnóstico foliar, los tratamientos con cobertura vegetal mostraron contenidos notablemente menores de Ca y Mg, el nivel de N también fue menor pero con diferencias más modestas. El tratamiento con cobertura sin fertilizar presentó la mayor concentración de P (antagonismo N/P muy marcado). En cuanto a los resultados analíticos y organolépticos se observó que la fuerte disminución de los compuestos nitrogenados en los mostos, tuvo poca influencia sobre el alargamiento de la fermentación alcohólica. El pH del vino fue más bajo, mientras que la acidez total y el ácido tartárico fue más elevado en las parcelas con cobertura. La calidad organoléptica de los vinos fue influenciada fuertemente por la presencia de la cobertura. Para el cv. Gamay y bajo las condiciones de experimentación; los aromas varietales fueron menos típicos, los vinos más cerrados y los taninos netamente más ásperos y agresivos. Estas diferencias fueron muy marcadas en vinos jóvenes, después de algunos años en botella estas características tendieron a disminuir, sin desaparecer en algunos casos (Maigre y Aerny, 2001a y b).

Algunos autores han puesto en evidencia un aumento en el contenido de polifenoles y antocianos en la cosecha, con la presencia de coberturas vegetales en los viñedos (Riou y Morlat, 1996).



El microclima luminoso de la zona de los racimos, fue modificado significativamente a partir de envero en los tratamientos con cobertura respecto del testigo con herbicida. Correlativamente la temperatura de las bayas aumentó de 1 a 3 °C según la hora de la jornada durante los períodos soleados. Por lo tanto las condiciones de maduración parecieron ser mejores (Morlat *et al.*, 1993).

Ensayos sobre manejo de suelo con coberturas vegetales en tres terruños del Valle del Loire sobre Cabernet-Franc, confirmaron que la cobertura verde modificó el microclima lumínico del viñedo de forma mucho más importante que el microclima térmico. Indujo una mayor porosidad del follaje y por lo tanto una mejor penetración de los rayos solares: la cantidad de radiación incidente y la reflejada desde el suelo captada en la zona de los racimos aumentó. En maduración esto se tradujo en un ligero aumento del grado potencial, una disminución de la acidez y sobretodo en un fuerte aumento del tenor en antocianos (Barbeau *et al.*, 1999b).

Maigre (2000) determinó el comportamiento fisiológico y el microclima de los racimos en un ensayo de coberturas y de fertilización nitrogenada sobre cv. Gamay en Pully, Suiza. El potencial hídrico foliar de las parcelas sin cobertura fue casi siempre inferior al de las parcelas con cobertura. El autor concluyó que este efecto no indicó un estrés hídrico más marcado, sino mas bien una mayor transpiración total de la planta (mayor superficie foliar). La influencia de la cobertura sobre la actividad fotosintética (medida por unidad de superficie) fue nula o ligeramente positiva en el caso de un estrés hídrico moderado. La disminución de la densidad del follaje de las parcelas con cobertura aumentó la insolación de los racimos y su temperatura de superficie.

La modificación de la superficie del suelo, mediante la utilización de recubrimientos artificiales afectó de manera notable, al menos para el caso del recubrimiento de aluminio, el microclima de las partes aéreas de la vid y principalmente el régimen térmico de los racimos de uva. Como consecuencia de ello, la utilización de recubrimientos artificiales mostró un aumento en la coloración de las bayas. El recubrimiento con polietileno negro generó una escasa diferencia respecto del suelo descubierto (Igounet *et al.*, 1995).

El uso de superficies plásticas aluminizadas no tuvo incidencia sobre el microclima térmico de la zona de los racimos, pero mejoró el microclima radiactivo sobre todo a causa del aumento importante de la radiación reflejada (Barbeau *et al.*, 1999a).

Utilizando solarización del suelo (cobertura de aluminio) se observó mayores niveles de carotenoides sintetizados en envero, mientras que en post-envero presentó tasas de transformación más altas y en madurez, los niveles de carotenoides del tratamiento solarizado fueron menores que los tratamientos de suelo cubierto con film de polietileno negro y suelo descubierto. Esto se correlacionó con una mayor producción de C<sub>13</sub>-norisoprenoides en las bayas. La evaluación sensorial comparativa mostró diferencias significativas entre el vino del tratamiento solarizado y los demás, para dos parámetros, calidad e intensidad de aroma. El vino del tratamiento solarizado fue preferido (Razungles *et al.*, 1996).

Experiencias realizadas con recubrimientos reflectantes coloreados (azul, verde y rojo) en variedades de uva de mesa, mostraron una modificación significativa de la dinámica de coloración de las bayas y una modificación de su composición a la cosecha. Parece ser que una parte de la reflectancia en la banda del rojo claro (hacia los 670 nm) es necesaria para asegurar la calidad de la uva. La coloración de las bayas fue sensiblemente más afectada por la calidad del medioambiente luminoso que por la cantidad de energía total recibida (Sauvage *et al.*, 2000).

Viñedos tratados con recubrimientos aluminizados, durante el período de maduración de la uva, presentaron una disminución sensible de la población de levaduras en la superficie de las bayas. El revestimiento artificial indujo un aumento de la temperatura de las bayas, además se constató que refleja hacia las bayas, mayor radiación ultravioleta de corta longitud de onda (254 nm) que un suelo descubierto. La conjugación de los dos efectos (temperatura y radiación UV) pueden explicar la inhibición observada en el crecimiento de las levaduras. A su vez se pudo demostrar que favoreció la implantación de levaduras del género *Saccharomyces* en detrimento de otros géneros de levaduras. Este fenómeno fue independiente del fenómeno general de disminución de la contaminación levaduriana de la superficie de las bayas (Salmon *et al.*, 1997)

En un ensayo donde se realizó un monitoreo de la temperatura a distintas profundidades de un suelo cubierto con rastrojo y uno desnudo, se determinó la habilidad del mulch para moderar las temperaturas del suelo, creando un mejor ambiente para el crecimiento de las raíces. Lo cual sería apropiado para áreas vitícolas cálidas (Ludvigsen, 1995).

Otro trabajo en el cual se consideró la interacción entre la altura y la temperatura, se observó que cuando la temperatura cayó por debajo de cero grados, el suelo con cobertura verde segada apareció como algo más susceptible a la helada a la altura del cordón (Porter, 1998).

A medida que comienza a difundirse la práctica de manejo del suelo mediante coberturas vegetales en nuestro medio vitícola, surge la necesidad de cualificar y cuantificar su efecto en el microclima de la planta, sus posibles implicancias fitosanitarias, su influencia sobre la calidad de las uvas y su potencial enológico.

El principal objetivo del presente trabajo es determinar, para las condiciones agroclimáticas de nuestra región, la influencia que ejercen distintas coberturas vegetales sobre el microclima del viñedo, principalmente en lo que respecta a iluminación en la zona de los racimos, temperatura (en la canopia y en el suelo) y humedad relativa. Además, resulta importante constatar su influencia sobre el potencial enológico de las uvas y por ende sobre la calidad organoléptica del vino.

#### 1.2.1 Hipótesis principal:

La utilización de coberturas vegetales modifica o afecta las condiciones microclimáticas en la planta de vid, constituyéndose en un elemento que influye directa e indirectamente en el balance energético de la planta.

#### 1.2.2 Hipótesis secundarias:

##### 1.2.2.1 La utilización de coberturas vegetales genera en la canopia;

1.2.2.1.1 Aumento de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) recibida a nivel de racimos.

1.2.2.1.2 Aumento de la temperatura superficial de las bayas.

1.2.2.1.3 Aumento de la humedad relativa dentro de la canopia.

1.2.2.1.4 Disminución de la temperatura mínima dentro de la canopia.

1.2.2.1.5 Disminución de la cantidad y calidad de la luz irradiante.

##### 1.2.2.2 El uso de coberturas vegetales induce en el suelo;

- 1.2.2.2.1 Disminución de la temperatura máxima.
- 1.2.2.2.2 Aumento de la temperatura mínima.
- 1.2.2.2.3 Disminución de la amplitud térmica.
- 1.2.2.3 El uso de coberturas vegetales genera en la uva y el vino;
  - 1.2.2.3.1 Aumento del potencial enológico de las uvas.
  - 1.2.2.3.2 Mejora de las características organolépticas en el vino.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se condujo en un viñedo ubicado en la zona de Agrelo, departamento de Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina. Lat: 33° 05' S; Long: 68° 53' O de G. Altitud: 959 m.s.n.m. Distrito agroclimático "Represa Las Vizcacheras". Precipitación media anual de 191 mm, por lo que el cultivo de la vid requiere necesariamente del riego (Tabla 2).

El recurso hídrico provino del río Mendoza y el sistema de riego fue del tipo gravitatorio en melgas sin pendiente. La programación de los riegos fue realizada respetando el esquema definido por la empresa, el cual fue determinado a través del seguimiento de la humedad del perfil mediante toma de muestras con barreno y sondas de capacitancia, realizando además un seguimiento del largo de brotes. Las primeras temporadas (2001/02 y 2002/03) fue necesario realizar riegos adicionales a los adoptados por la empresa, para lograr el correcto establecimiento de las coberturas. Durante la temporada 2003/04 los tratamientos testigo (TE), triticale (TC), sorgo del Sudán (S) y agropiro (A) se regaron con láminas similares mientras que para trébol rojo (TR) y la mezcla centeno-cebadilla (CC), debido a su gran desarrollo vegetativo, fue necesario aplicarles una lámina de agua mayor (entre un 50 y 70 %) para conseguir llenar la melga debido a que la cobertura vegetal de estos tratamientos disminuyó notablemente el avance del agua. Esto no significó que estas plantas tuvieran mayor cantidad de agua a su disposición sino más bien que el riego fue menos eficiente, debido a la percolación en profundidad ya que se aplica una gran lámina en un corto período de tiempo. Se realizaron 6 riegos en la temporada 2003/04, manteniendo la misma frecuencia de riego en todos los tratamientos.

El suelo es un torrifuente típico serie Agrelo (Romanella, 1957), con textura desde franco arenosa a franco limosa, pH de 7,8 y CEA de 1 dS/m, con una profundidad de más de 2 m. En la Tabla 3 se observan los niveles de fertilidad determinados a partir de los análisis químicos.

*Tabla 2.* Estadísticas Meteorológicas (1959 a 1998). Estación Chacras de Coria, Mendoza. Distrito agroclimático "Represa Las Vizcacheras". Lat: 32° 59' S; Long: 68° 52' O de G. Altitud: 921 m.s.n.m. (Ortiz Maldonado, 2001).

*Tableau 2.* Statistiques météorologiques (1959 a 1998). Station Chacras de Coria, Mendoza. District agroclimatique "Represa Las Vizcacheras". Lat: 32° 59' S; Long: 68° 52' O de G. Altitude: 921 m.s.n.m. (Ortiz Maldonado, 2001).

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Año
Temp.máxima media (°C)	28,9	27,7	24,2	21	17,4	13,8	13,5	16,3	18,8	22,8	25,8	28,6	<b>21,5</b>
Temp.mínima media (°C)	15,5	14,3	12,2	7,9	4,1	1	0,2	1,9	8,5	8,5	11,7	14,6	<b>8,4</b>
Suma en base 10°C	381	297	248	96	35	0	0	4	60	183	249	341	<b>1894</b>
Humedad relativa (%)	54	60	67	70	67	68	66	55	51	52	52	51	<b>59</b>
Velocidad del viento (Km/h)	7	7	7	6	7	7	7	8	8	8	8	8	<b>7</b>
Precipitación (mm)	41	28	27	12	5	4	4	3	9	20	14	24	<b>191</b>
Heliofanía efectiva (hs)	9,9	9,1	7,7	7,3	6,5	5,8	6,1	7,1	7,3	8,6	9,4	9,9	<b>7,9</b>

*Tabla 3.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Análisis de fertilidad del suelo de la parcela experimental. Finca "Agrelo". Enero 2002.

*Tableau 3.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv.Malbec). Analyses de fertilité du sol du parcelle expérimentale. Vignoble "Agrelo". Janvier 2002.

<b>Prof. (cm)</b>	<b>N total (ppm)</b>	<b>K disp. (ppm)</b>	<b>P disp. (ppm)</b>	<b>M.O. (%)</b>
0-30	1108	47	5,7	1,09
30-60	480	48	4,5	0,38
60-90	246	60	3,0	0,21

El viñedo, constituido por una selección masal del cv. Malbec a pie franco, fue plantado en el año 1991 a 1,50 m en la hilera, con un espaciamiento entre hileras de 2,70 m, con orientación N-S, conducido en espaldero alto de 1,80 m de altura y sistema de poda corta con 20 a 22 yemas por planta, mediante cordón bilateral. El largo de hileras es de 120 m y la densidad de plantación de 2.469 pl ha<sup>-1</sup>. El viñedo poseía malla antigranizo, la cual fue elevada en las unidades experimentales para evitar enmascarar posibles diferencias en el microclima. La malla elevada ayudó al posicionamiento de los brotes, acotando su desarrollo horizontal y definiendo una arquitectura particular del espaldero (Figura 2). Dicho espaldero presentó una superficie foliar expuesta potencial (SFEp) de 1,61m<sup>2</sup> (Carbonneau, 1995).



*Figura 2.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Disposición de la tela antigranizo en las unidades experimentales.

*Figure 2.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv.Malbec). Disposition du fil anti-grêle dans les unités expérimentales.

### 2.1 Variables de experimentación y diseño estadístico:

Los tratamientos fueron seis: cuatro especies distintas de cobertura vegetal, una mezcla de dos especies y manejo mediante aplicación integral de herbicida (Tabla 4).

El diseño de las unidades experimentales fue de cuatro bloques completos aleatorizados. El tamaño de la parcela experimental de 2,7 m x 120 m con borduras laterales de igual superficie. Cada tratamiento ocupó tres interfilares, y las unidades experimentales se situaron en el

interfilar central y en las dos hileras centrales (Figura 3). Las mediciones se realizaron sobre 12 plantas por unidad experimental. La superficie total que abarcó el ensayo fue de 2,33 has. Los resultados fueron sometidos al análisis de la varianza (ANOVA) y comparación de medias mediante test de significación (LSD, 95% de confianza), realizado a través del paquete estadístico Statgraphics Plus 4.0.

Tabla 4. Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Descripción de las variantes experimentales.

Tableau 4. Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Description aux variantes expérimentales.

Tratamiento	Nombre científico	Ciclo	Código	Símbolo de identificación
Agropiro alargado	<i>Agropyron elongatum</i>	Perenne	A	■
Sorgo del Sudán	<i>Sorghum sudanensis</i>	Anual estival	S	□
Trébol rojo	<i>Trifolium pratensis</i>	Perenne o bianual	TR	▲
Triticale	<i>X Triticosecale</i>	Anual invernal	TC	△
Centeno-Cebadilla	<i>Secale cereale-Bromus catharticus</i>	Anual-invernal Bi o trianual-invernal	CC	●
Testigo (herbicida)			TE	○

El área sembrada con las coberturas vegetales comprendió el 67% de la superficie total del viñedo (ancho de siembra: 1,80 m). La zona de bordos bajo la hilera (90 cm de ancho) de todos los tratamientos fue mantenida libre de vegetación mediante la aplicación de herbicida. Antes de emplazar el ensayo, el viñedo se conducía mediante una cobertura consociada de centeno (*Secale cereale*) y cebadilla criolla (*Bromus catharticus*); esta cobertura vegetal se adoptó como tratamiento del experimento que mantuvo dicha flora original. Las áreas correspondientes al resto de las parcelas experimentales se trataron previamente con herbicida y fueron sembradas mediante un equipo de siembra directa. Los diferentes tratamientos de manejo de suelo se detallan en la Tabla 4; la conducción experimental se inició en otoño del año 2001, a través de la siembra de triticale (*X Triticosecale*) y trébol rojo (*Trifolium pratensis*). En la primavera del 2002 se estableció el sorgo del Sudán (*Sorghum sudanense*) y el agropiro alargado (*Agropyron elongatum*) se sembró en el otoño del 2002. Anualmente se realizaron las resiembras de las especies anuales por siembra directa. Los tratamientos de coberturas temporarias (sorgo y triticale), se mantuvieron libres de malezas durante el período de inactividad, mediante dos aplicaciones de herbicida por temporada. El testigo fue manejado con tres aplicaciones en el ciclo. Las aplicaciones fueron realizadas mediante mochila manual. En todos los casos se utilizó herbicida sistémico no selectivo (glifosato, 6 l ha<sup>-1</sup>). Las coberturas vegetales fueron mantenidas a través de segados periódicos, de acuerdo a los requerimientos de un adecuado manejo del cultivo.

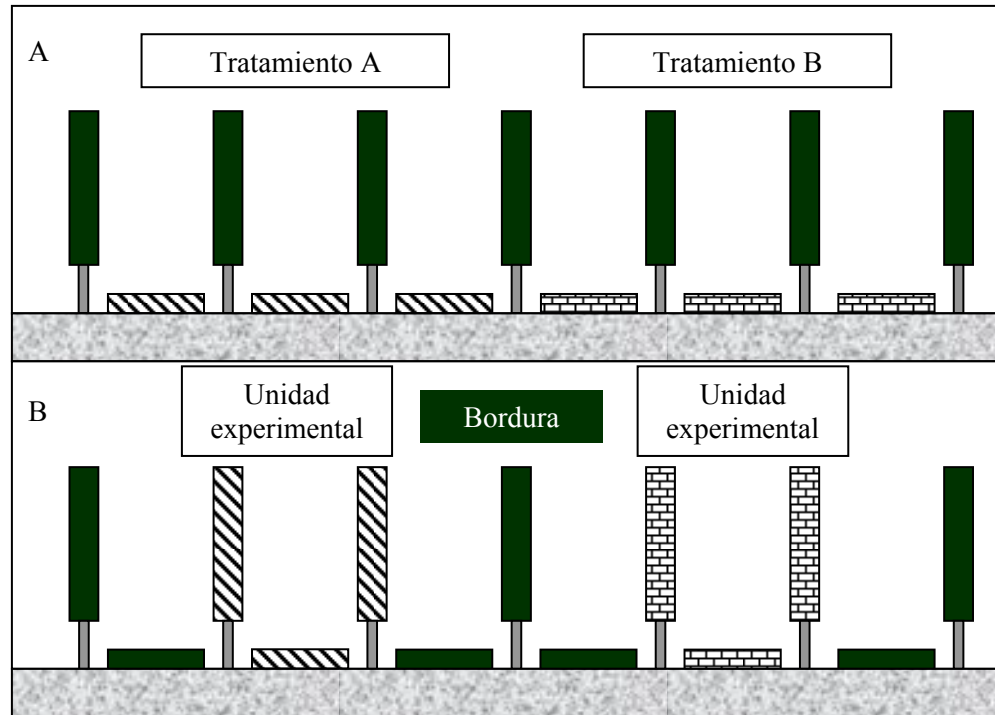


Figura 3. Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Esquema del diseño del ensayo. A. Distribución de los tratamientos. B. Ubicación de las unidades experimentales.

Figure 3. Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Schéma du design d'essai. A. Distribution des traitements. B. Site des unités expérimentales.

## 2.2 Principales determinaciones.

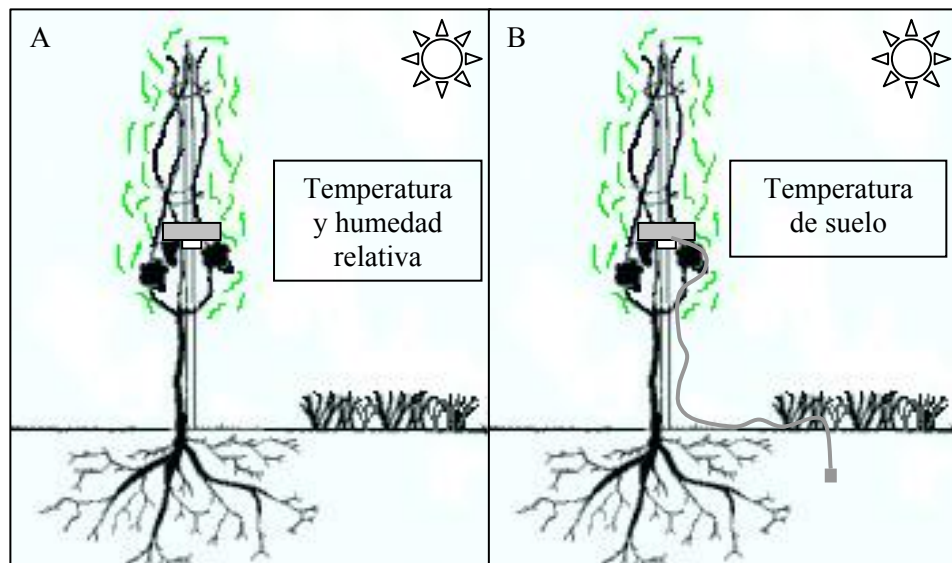
### 2.2.1 Microclimáticas (\*):

2.2.1.1 Temperatura y humedad relativa en la canopia: mediante sensores datalogger marca "HOBO®" modelo "H08-004-02" (termistor y de electrodos respectivamente), ubicados a la altura de los racimos (70 a 80 cm del suelo), en el centro de la canopia y al reparo de la radiación directa del sol mediante una protección plástica. Se instaló un sensor por unidad experimental en uno de los bloques, debido al limitado número de sensores disponibles. Se registraron datos cada 30 minutos durante 24 horas. El resto de los bloques fue monitoreado en días sucesivos. Se realizaron determinaciones en los estados fenológicos 9, 25, 35 y 37 según escala Eichhorn-Lorenz modificada por Coombe (Coombe, 1995) (Figura 4A).

2.2.1.2 Temperatura superficial de bayas y hojas: mediante termómetro infrarrojo marca "La Crosse Technology" modelo "IR-101". Las determinaciones se realizaron durante el estado fenológico 37, entre las 16 y 17 h (horario en que generalmente se presentan las temperaturas más elevadas del día), sobre 20 bayas y 20 hojas al azar no directamente expuestas, por unidad experimental.

(\*) Las determinaciones microclimáticas se realizaron durante días soleados para que las diferencias en las condiciones ambientales se manifestaran con mayor intensidad. Las mediciones de radiación se efectuaron con el cielo libre de nubes.

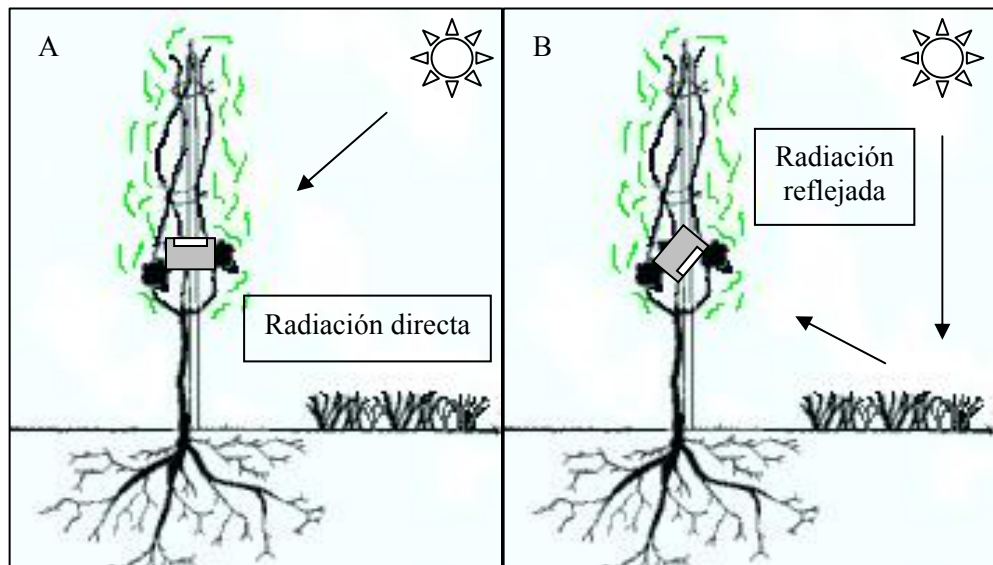
- 2.2.1.3 Temperatura del suelo: a través de sensor externo de temperatura (termistor), para datalogger marca “HOBO®” modelo “H8 TMC6-HA”. Colocado a 15 cm de profundidad, y a 53 cm de la línea de plantas, situando un sensor por unidad experimental en uno de los bloques, debido al limitado número de sensores disponibles. Se registraron datos cada 30 minutos durante 24 horas. El resto de los bloques fue monitoreado en días sucesivos. Las determinaciones se realizaron en los estados fenológicos 9, 25, 35 y 37 (Figura 4B).
- 2.2.1.4 Radiación fotosintéticamente activa (RFA): mediante sensor cuántico tipo barra integradora marca “LI-COR” modelo “LI-191 SA”. Las mediciones se realizaron dentro de la canopia y a la altura de los racimos, en tres momentos del día; a las 10, 13 y 16 h en dos posiciones: con la cara receptora orientada hacia el cenit y con la cara receptora orientada hacia el centro del interfilas Este, de la hilera seleccionada. Las determinaciones se realizaron en las etapas fenológicas 9, 25, 35 y 37 (Figura 5).
- 2.2.1.5 Espectro de la radiación reflejada por la cobertura: a través de un espectroradiómetro marca “LI-COR” modelo “1800”. Mediciones realizadas a la altura de los racimos y fuera de la canopia, entre las 11 y las 13 h con el sensor orientado hacia el centro del interfilas Este, de la hilera seleccionada. Determinaciones realizadas durante los estados fenológicos 33 y 37 (Figura 6).



*Figura 4.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Esquema de la ubicación de los sensores de temperatura y humedad relativa. A. Temperatura y humedad relativa dentro de la canopia. B. Temperatura del suelo (Prof.: 15 cm).

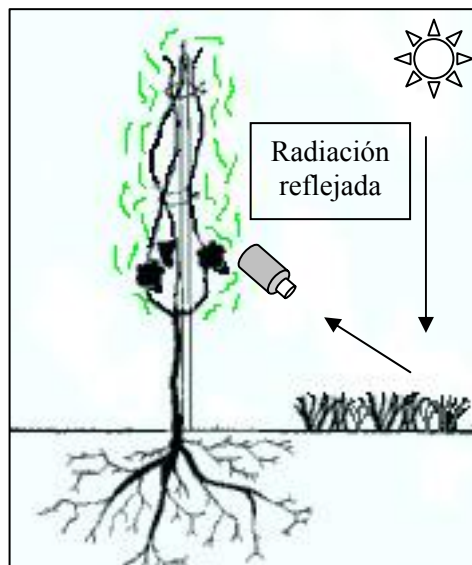
*Figure 4.* Entretien du sol avec l’enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Schéma de localisation des capteurs de température et humidité relative au niveau des grappes. A. Température et humidité relative. B. Température du sol (Prof.: 15 cm).





*Figura 5.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Determinación de la RFA recibida a nivel de racimos. Esquema de la ubicación del radiómetro. A. Radiación directa. B. Radiación reflejada.

*Figure 5.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Détermination de RPA réceptionnée au niveau des grappes. Schéma de localisation du capteur de radiation. A. Radiation directe. B. Radiation réfléchie.



*Figura 6.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Determinación de la radiación reflejada por el interfililar. Esquema de la ubicación del espectroradiómetro.

*Figure 6.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Détermination de la radiation réfléchie pour l'inter rang. Schéma de localisation du capteur de radiation spectral.

## 2.2.2 Caracterización de la cobertura vegetal:

2.2.2.1 Producción de biomasa aérea: se efectuaron desbrozados periódicos conforme al requerimiento de un adecuado manejo de cultivo, evaluando el aporte de materia seca en cada oportunidad mediante un muestreo sistemático. Se obtuvieron tres submuestras de 0,44 m<sup>2</sup> de área de cobertura, a 30; 60 y 90 m de longitud del

interfilar, por parcela experimental. Se cortó el material vegetal a una altura de 8 a 10 cm y posteriormente se secó al aire libre.

2.2.2.2 Grado de cobertura del suelo con la especie establecida y con malezas; y proporción de suelo desnudo. Se utilizó el método de la cuerda con cuentas (Sarrantonio, 1995); a razón de una determinación por repetición, realizada durante setiembre, noviembre y febrero.

2.2.3 Expresión vegetativa, estado nutricional e hídrico de la planta de vid:

2.2.3.1 Peso de poda invernal: el tamaño de muestra fue la producción de madera del año de doce plantas, elegidas al inicio del ensayo en base a la homogeneidad de expresión vegetativa y de frutos. Se pesaron los sarmientos extraídos durante la poda.

2.2.3.2 Peso de poda en verde ("despampanado"): realizado sobre doce plantas por repetición, en el mes de diciembre. Se extrajo y se pesó el material vegetal que superó en 10 cm el último alambre del espaldero.

2.2.3.3 Superficie foliar total (SFT): muestreo realizado al finalizar la cosecha sobre las doce plantas de la unidad experimental, extrayendo tres hojas por brote de tres brotes por planta (una hoja de la base, una del centro y una del extremo de cada brote) con un total de 108 hojas por repetición. Determinación realizada mediante medidor de área foliar marca LI-COR modelo LI-3000.

2.2.3.4 Porosidad de canopia: proporción de racimos y hojas externas o internas, porcentaje de claros y número de capas de hojas en la canopia: a través del método "Point Quadrat" (Smart y Robinson, 1992). Realizando 50 determinaciones por repetición a la altura de los racimos (70 a 80 cm del suelo); durante el estado fenológico 37 según escala Eichhorn-Lorenz modificada por Coombe.

2.2.3.5 Cálculo de la relación SFT/peso de uva e índice de Ravaz (producción/peso de poda): los cuales evalúan el equilibrio entre el crecimiento vegetativo y la producción de uva.

2.2.3.6 Contenido de nitrógeno por el método Kjeldahl, fósforo por el método colorimétrico del nitro-vanado molíbdico, potasio determinado por emisión atómica y micronutrientes (calcio, magnesio, hierro, cobre y manganeso) por espectrofotometría de absorción atómica. Mediante análisis de peciolas y limbos, durante las etapas de floración y envero respectivamente, tomando una muestra de 100 hojas basales opuestas a un racimo por repetición.

2.2.3.7 Potencial hídrico foliar de base: realizado en preamanecer a partir del mes de diciembre y hasta mediados de marzo durante la temporada 2002/03, extrayendo seis hojas por parcela (última hoja expandida de cada brote), de brotes elegidos al azar de las 12 plantas seleccionadas en cada unidad experimental. Método de la cámara de presión (Scholander, 1965).

2.2.4 Expresión de frutos:

2.2.4.1 Componentes del rendimiento: número y peso medio de racimos por planta. El tamaño de muestra fue la producción de doce plantas por repetición, elegidas al inicio del ensayo en base a la homogeneidad de expresión vegetativa y de frutos.

#### 2.2.4.2 Potencial enológico de las uvas:

2.2.4.2.1 Seguimiento de maduración (sólidos solubles y acidez total) mediante el muestreo de 200 bayas por tratamiento, extraídas de los extremos y del centro, expuestas y no expuestas de un racimo por planta y de 10 de las 12 plantas seleccionadas por cada unidad experimental.

Las determinaciones que se detallan a continuación fueron realizadas sobre 200 bayas provenientes de una muestra de 100 kg de uva por tratamiento (25 kg por parcela experimental) obtenida al momento de cosecha.

2.2.4.2.2 Sólidos solubles: medición con refractómetro, expresado en porcentaje de sólidos solubles (°Brix).

2.2.4.2.3 Acidez total: por titulación ácido-base con OHNa 0,1N sobre 10ml de muestra hasta pH 8,2, expresados en gramos de ácido tartárico por litro.

2.2.4.2.4 Determinación de pH: mediante lectura en potenciómetro, calibrado con buffer a pH 4.

2.2.4.2.5 Nitrógeno asimilable: estimado a través del índice de formol expresado en gramos de N por litro (Aerny, 1996).

2.2.4.2.6 Índice de polifenoles totales (IPT): mediante espectrofotometría ultravioleta (DO<sub>280</sub>), según el método propuesto por Singleton y Rossi (1965).

2.2.4.2.7 Antocianas libres: por espectrofotometría visible (DO<sub>520</sub>) según Ribereau Gayon y Stonestreet (1965).

2.2.4.2.8 Volumen de las bayas: a través de la medición del volumen de agua desplazado por 200 granos de uva.

#### 2.2.5 Evaluación de los vinos:

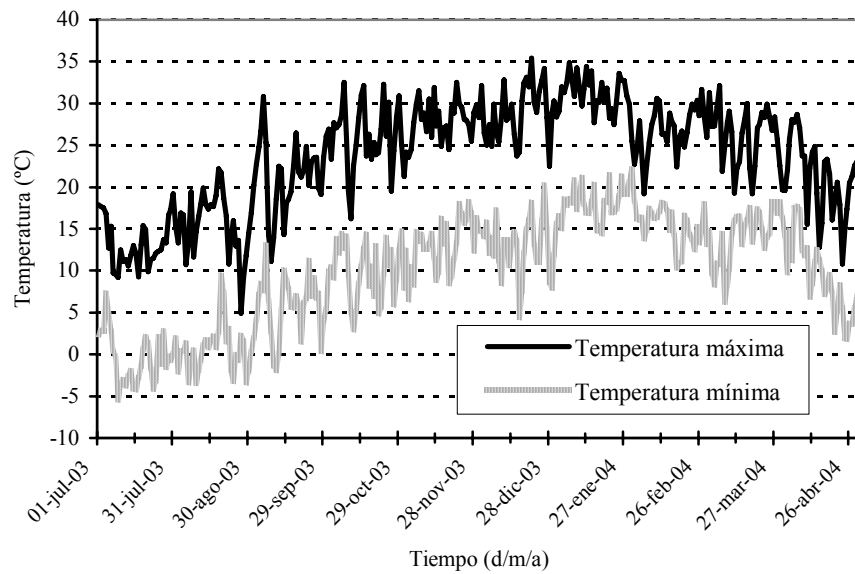
2.2.5.1 Vinificaciones piloto: en vasijas vinarias de 100 l de capacidad. Se utilizaron 100 kg de uva por cada tratamiento (25 kg por parcela experimental). Luego de moler la uva se adicionó: 50 mg/l de dióxido de azufre, 2 g/l de ácido tartárico, 30 g/hl de levadura seca activa (mezcla de la cepa INTA 01 (50%) y K1 (50%) y 30 g/hl de nutriente para levadura (GoFerm: levaduras autolizadas). Al tercer día de encubado se agregaron 45 g/hl de fosfato diamónico. Diariamente se realizaron bazuqueos (hasta el descube) y remontajes (la primer semana). Se descubó a los 17 días. Se trasvasó a recipientes de 25 l y se ubicó en cámaras para que realizara la fermentación maloláctica.

2.2.5.2 Determinaciones analíticas: contenido de azúcar por el método de Fehling Causse Bonnans (FCB), acidez total mediante volumetría líquida (titulación ácido-base con OHNa), determinación de pH con potenciómetro, etanol por destilación directa y empleo de alcoholómetro Gay Lussac, índice de polifenoles totales (IPT - DO<sub>280</sub>) e intensidad colorante (suma de DO<sub>420</sub>, DO<sub>520</sub> y DO<sub>620</sub>) a través de espectrofotometría ultravioleta y visible.

2.2.5.3 Evaluación organoléptica: mediante análisis sensorial descriptivo y prueba de preferencia, efectuada por un panel de degustación (la evaluación de respuesta enológica fue realizada por el Centro de Estudios Enológicos de la EEA Mza. INTA).

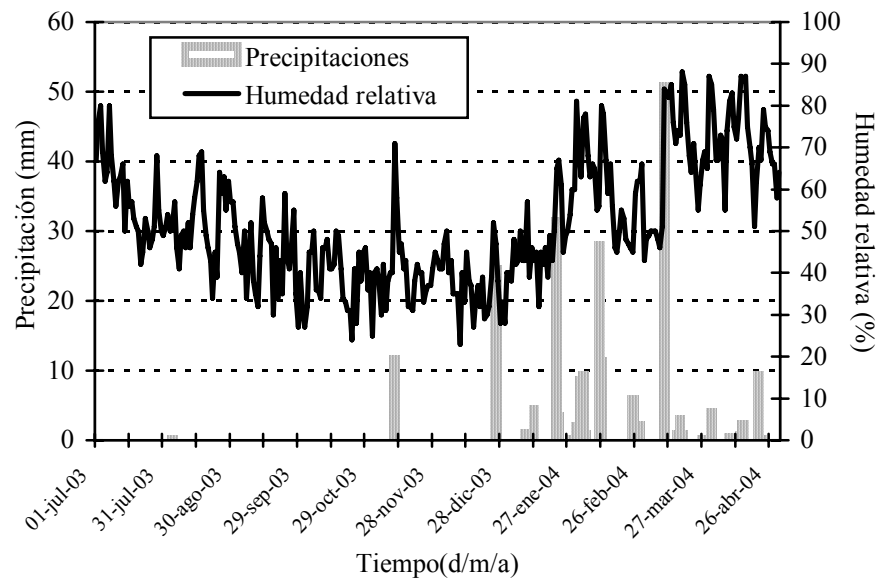
### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la temporada 2002/03 se registraron heladas primaverales y una tormenta de granizo durante la maduración de las uvas, la intensidad de los daños ocasionados comprometió la validez de resultados. Se presentan los resultados correspondientes al ciclo 2003/04. Los datos meteorológicos de la temporada se presentan en las figuras 7 y 8.



*Figura 7.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Temperaturas máximas y mínimas durante el ciclo 2003/04. Estación Chacras de Coria, Mendoza.

*Figure 7.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Températures maximales et minimales pendant le cycle 2003/04. Station Chacras de Coria, Mendoza.



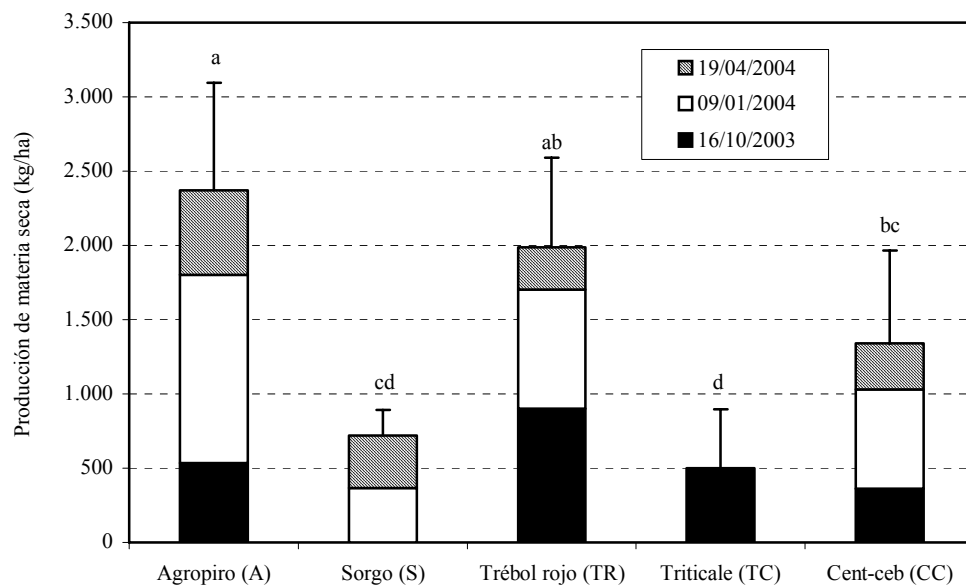
*Figura 8.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Precipitación y humedad relativa durante el ciclo 2003/04. Estación Chacras de Coria, Mendoza.

*Figure 8.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv.Malbec). Précipitation et humidité relative pendant le cycle 2003/04. Station Chacras de Coria, Mendoza.

### 3.1 Caracterización de la cobertura vegetal.

#### 3.1.1 Producción de biomasa

Los tratamientos agropiro (A) y trébol rojo (TR) generaron una mayor producción de materia seca, aportando material vegetal durante primavera, verano y principios de otoño. En el caso de A, del total producido la mayor proporción fue aportada durante verano e inicios de otoño, mientras que para TR lo fue durante primavera-verano. La cobertura de centeno-cebadilla (CC) presentó valores intermedios con aportes en primavera, verano y otoño, en proporciones similares. El aporte de sorgo (S), durante verano y principios de otoño, no se diferenció de CC ni de triticale (TC). El TC se diferenció por un aporte de biomasa notablemente bajo, durante la primavera (Figura 9). La escasa producción de materia seca de S estuvo determinada por una siembra demasiado tardía (mediados de noviembre), con el objetivo de evitar las heladas tardías, por ser ésta una especie sensible a las mismas. El escaso aporte de biomasa de TC se atribuye al hecho de que gran parte del otoño y durante el invierno, el viñedo no fue regado debido a la corta invernal de agua y el establecimiento de la cobertura de ciclo invernal dependió de los riegos primaverales ya que desde julio a octubre solo se registró 0,2 mm de precipitación (Figura 8). Como consecuencia de ello se observó discontinuidad de las líneas de siembra.



*Figura 9.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Producción anual de materia seca. Aporte de cada desbrozado. Ciclo 2003/04. Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).

*Figure 9.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Production annuelle de matière sèche. Apport de chaque nettoyé. Cycle 2003/04. Les lettres identiques indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

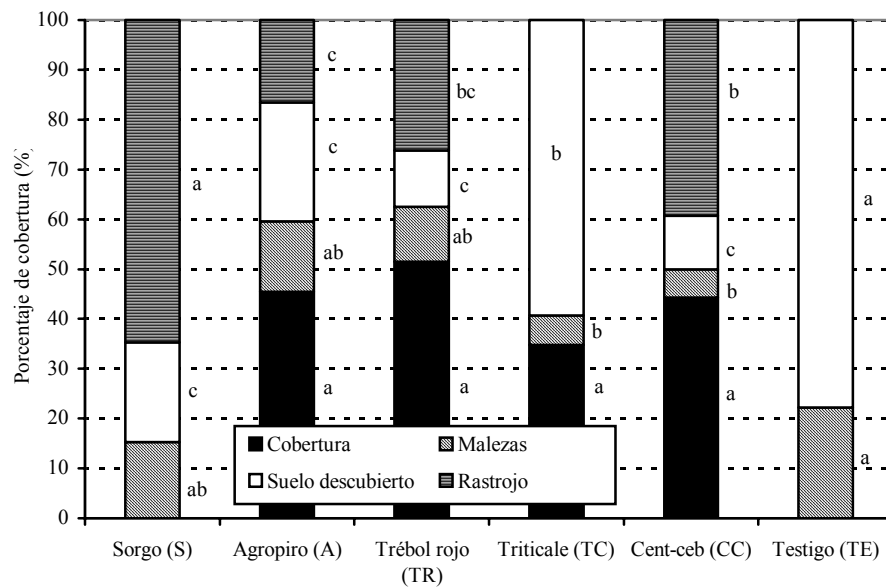
### 3.1.2 Grado de cobertura del suelo

Durante el relevamiento realizado en setiembre, las parcelas de S presentaron un alto porcentaje de suelo cubierto con rastrojo del ciclo anterior por ser una especie anual estival, mientras que el testigo (TE) y TC exhibieron elevados niveles de suelo descubierto. TC alcanzó a cubrir el 35 % de la superficie. A, TR y CC alcanzaron los niveles más altos de suelo cubierto (entre 44 y 52 %) y con baja proporción de malezas (Figura 10).

En noviembre, S mantuvo una alta proporción de rastrojo ya que en esa época estaba recién sembrado. TE mantuvo una alta proporción de suelo descubierto; en cambio TC que está próximo a la finalización de su ciclo (inverno-primaveral), no respondió luego del segado de octubre y presentó alta proporción de malezas. TR aumentó significativamente su grado de cobertura hasta superar el 80 %, A y CC se mantuvieron entre el 40 y 55 % (Figura 11).

En la determinación de febrero (Figura 12) observamos que S, a pesar de haber sido sembrado en noviembre (tratando de escapar a las heladas primaverales sufridas el año previo), no consiguió establecerse. Aparentemente, la siembra resultó ser muy tardía, las elevadas temperaturas y la rápida pérdida de humedad del suelo pueden haber sido la causa de su escasa cobertura, con casi el 45 % de suelo descubierto. A pesar de esto produjo algo más de 700 kg/ha de materia seca, ya que posee plantas de gran desarrollo en altura y alto grado de lignificación (Figura 9). TE se mantuvo en casi el 90 % de la superficie descubierto. TC volvió a mostrar valores elevados de suelo descubierto. TR cubrió cerca del 50 % de la superficie, mientras que A y CC redujeron su grado de cobertura hasta alrededor del 25 %. Los bajos porcentajes de cobertura notados en los tratamientos en general, estuvieron en gran medida determinados por el segado realizado durante el mes de enero.

Los tratamientos con cobertura vegetal permanente fueron los que, durante el período vegetativo de la vid, presentaron los mayores niveles de cobertura del suelo. Por ser una especie anual invernal y por los inconvenientes especificados en el punto anterior, TC presentó una alta proporción de suelo descubierto. El tratamiento de S, a pesar de ser una especie anual estival, nunca consiguió cubrir el suelo por problemas de establecimiento.



*Figura 10.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Grado de cobertura del suelo. Setiembre 2003. Las letras idénticas junto a las barras indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).

*Figure 10.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Degré de couverture du sol. Septembre 2003. Les lettres identiques à côté des barres indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).



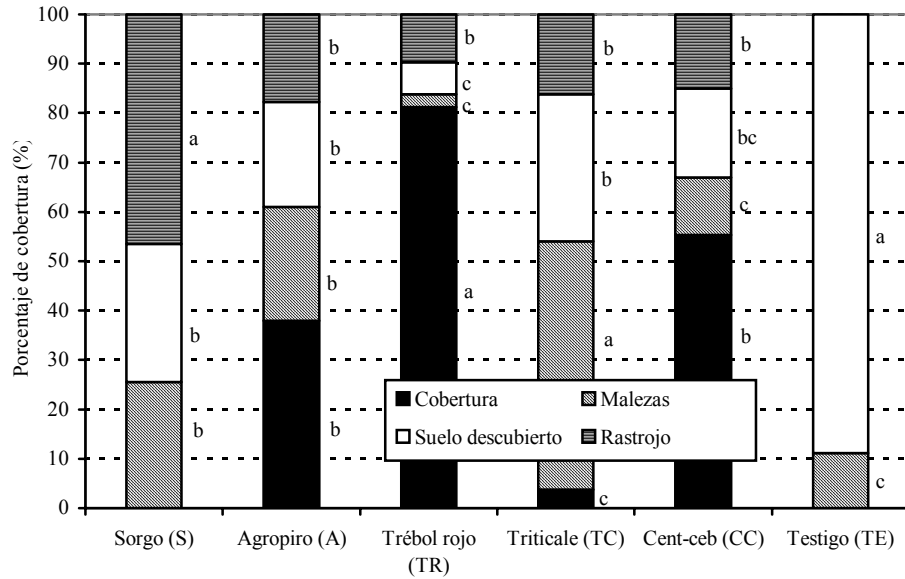


Figura 11. Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Grado de cobertura del suelo. Noviembre 2003. Las letras idénticas junto a las barras indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).

Figure 11. Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Degré de couverture du sol. Novembre 2003. Les lettres identiques à côté des barres indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

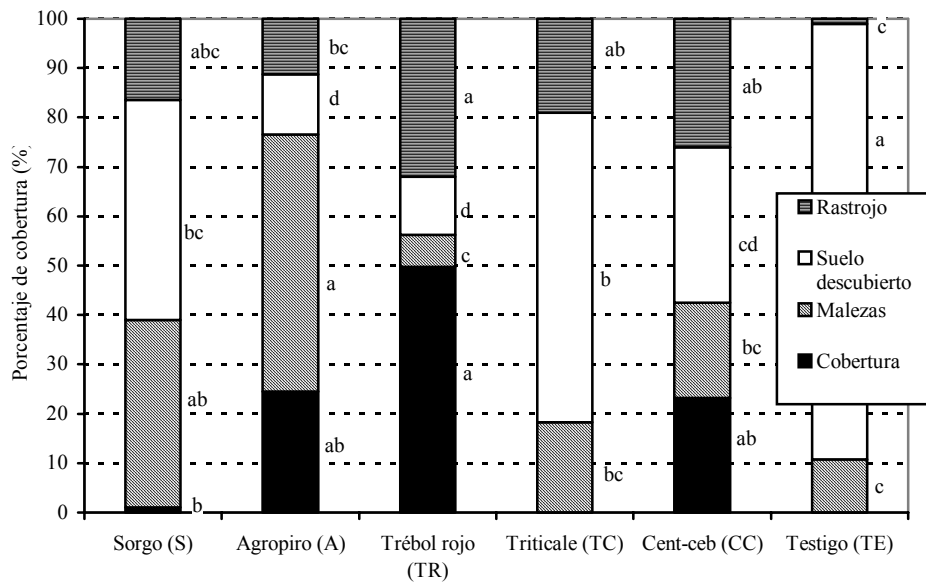


Figura 12. Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Grado de cobertura del suelo. Febrero 2004. Las letras idénticas junto a las barras indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).

Figure 12. Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Degré de couverture du sol. Février 2004. Les lettres identiques à côté des barres indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

### 3.2 Microclima de la planta de vid.

Para facilitar la interpretación de los resultados, se exponen las determinaciones microclimáticas realizadas durante la etapa de maduración de las uvas, por ser ésta la etapa fenológica en la cual las variables microclimáticas cumplen un rol esencial en la calidad final de las uvas. No obstante ello, se realizaron mediciones durante las diferentes etapas fenológicas; la información correspondiente se presenta en las figuras y tablas anexas.

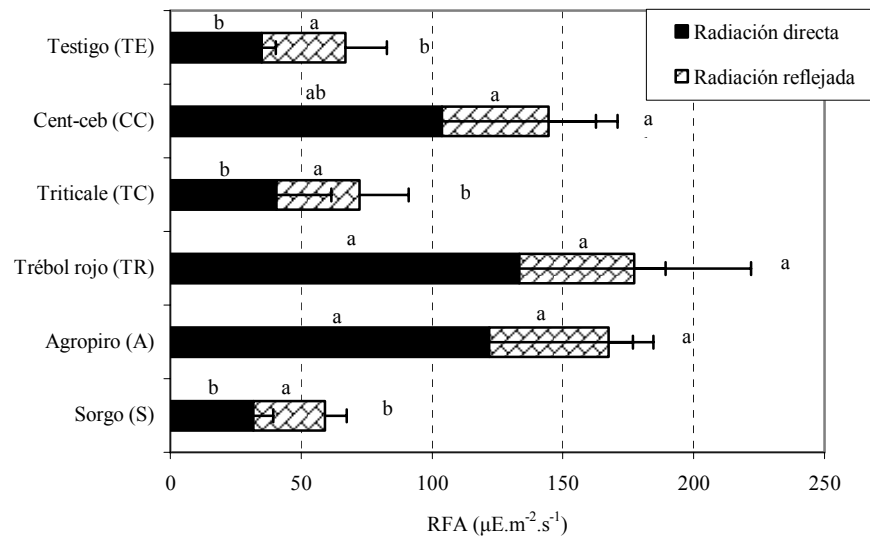
#### 3.2.1 Radiación fotosintéticamente activa (RFA) recibida a nivel de racimos.

Las coberturas permanentes de TR y A determinaron mayor recepción directa de la RFA a nivel de racimos. No existieron diferencias significativas respecto de la RFA reflejada por los tratamientos. La RFA total recibida a nivel de racimos fue significativamente mayor en los tratamientos de TR y A. La mezcla CC exhibió valores cercanos, pero que no alcanzaron a ser diferentes estadísticamente. Si se toma en cuenta solo la RFA directa recibida en TR, A y CC, se observó que los valores superaron a la sumatoria de RFA directa y reflejada recibida en TE, TC y S. Los tratamientos de TE, TC y S recibieron casi la misma cantidad de energía proveniente de RFA directa que de reflejada (Figura 13). Estos resultados coinciden con lo observado en otros trabajos (Morlat *et al.*, 1993; Barbeau *et al.*, 1999b; Maigre, 1999 y 2000). Esta mayor recepción de radiación notada en los tratamientos con cobertura está relacionada a un efecto indirecto debido a la disminución en el crecimiento vegetativo de la planta, como se verá más adelante. La medición de iluminación en el interior del follaje resultó ser un buen indicador de la porosidad de la canopia.

En la figura 14 se observó que los tratamientos con coberturas permanentes (TR, A y CC) se distinguieron de los restantes (TE, TC y S) por la mayor RFA directa recibida en los tres momentos de medición; a las 10 hs los niveles de A y TR resultaron significativamente mayores comparados con TE, TC y S; a las 16 hs TR y A presentaron diferencias estadísticas respecto de TE y S. A las 13 hs los niveles de RFA descendieron debido a que el sol se ubicaba en el cenit y la mayor parte de la luz fue captada por el follaje.

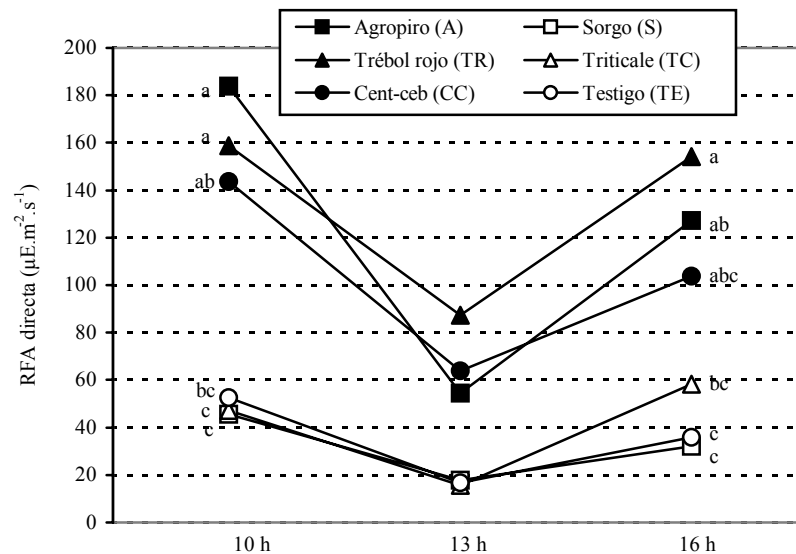
Las diferencias en la RFA reflejada fueron menos marcadas que las observadas para RFA directa, detectando significancia estadística a las 16 hs (Figura 15). Los racimos recibieron mayores niveles de RFA reflejada por el interfilar a las 10 hs, lo cual se explica por el hecho de que el desbrote se realizó mediante una pasada por el sector Este de la hilera (práctica habitual en el viñedo). La operación parece haber mejorado la captación de radiación durante las horas de la mañana.

Las mediciones de la superficie foliar (tamaño de hojas), mostraron una buena regresión con la radiación directa recibida a nivel de racimos. A medida que aumenta el tamaño de las hojas disminuye la radiación incidente hasta un tamaño de hoja de 135 cm<sup>2</sup>, en donde la curva comienza a hacerse asintótica con un nivel de radiación de 40  $\mu\text{E}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ . Esta afirmación es válida hasta una superficie de hoja de 160 cm<sup>2</sup> (Figura 16).



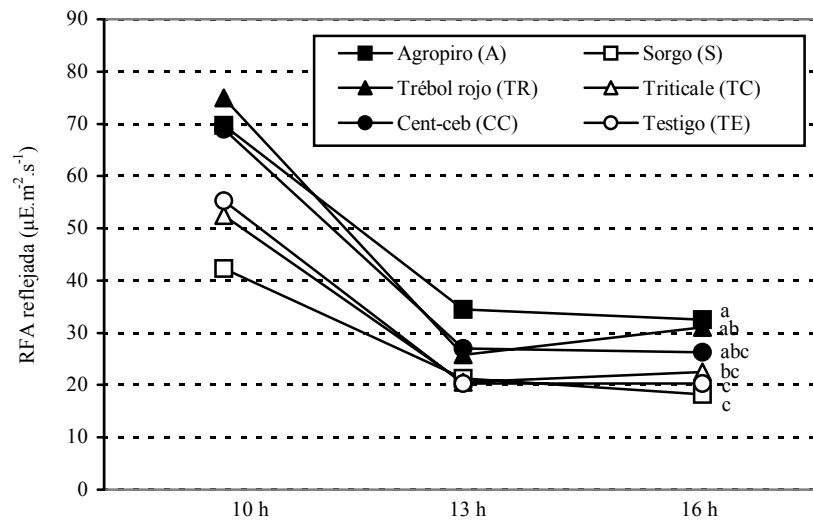
*Figura 13.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Radiación directa y reflejada (RFA) recibida a nivel de los racimos, durante maduración (05/03/04). Promedio de tres mediciones durante el día (10, 13 y 16 hs.). Las letras idénticas junto a las barras indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ). Las letras al final de cada barra comparan los totales.

*Figure 13.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Radiation directe et réfléchi (RPA) réceptionné au niveau des grappes, pendant maturation (05/03/04). Moyenne de trois méditations pendant le jour (10, 13 y 16 hs). Les lettres identiques à côté des barres indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ). Les lettres au final de chaque barre comparent les totales.



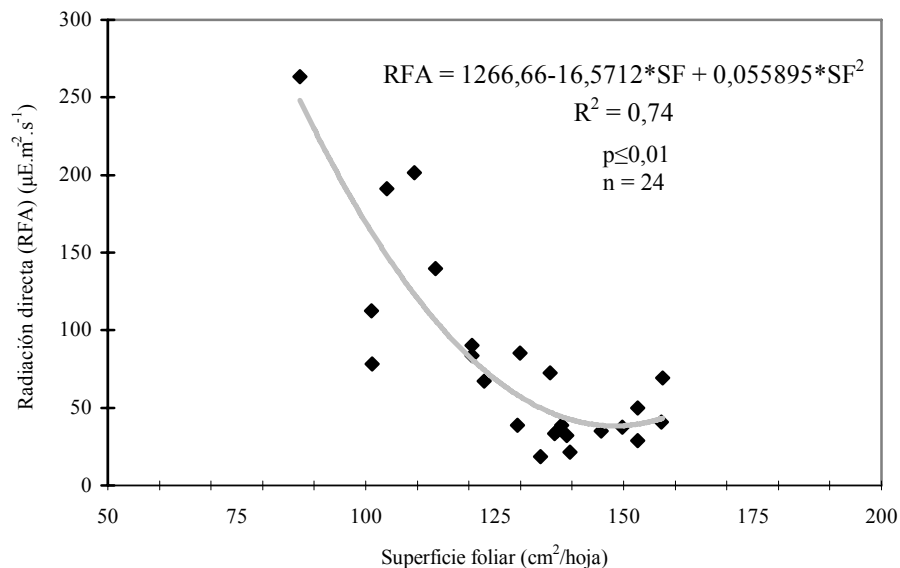
*Figura 14.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Radiación directa (RFA) recibida a nivel de racimos durante maduración (05/03/04). Evolución diaria. Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).

*Figure 14.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Radiation directe (RPA) réceptionné au niveau des grappes, pendant maturation (05/03/04). Evolution journalière. Les lettres identiques indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).



*Figura 15.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Radiación reflejada (RFA) recibida a nivel de racimos durante maduración (05/03/04). Evolución diaria. Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).

*Figure 15.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Radiation réfléchi (RPA) réceptionné au niveau des grappes pendant maturation (05/03/04). Evolution journalière. Les lettres identiques indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).



*Figura 16.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Relación entre la superficie foliar (SF) y la radiación directa (RFA) recibida a nivel de racimos durante la maduración de las uvas.

*Figure 16.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Relation entre la surface foliaire (SF) et la radiation directe (RPA) réceptionné au niveau des grappes pendant la maturation des raisins.

### 3.2.2 Calidad y cantidad de la luz reflejada por el interfilar.

Se constató una significativa disminución de la radiación reflejada en los rangos UV y Visible en los tratamientos TR, A, CC y S. TC determinó valores de reflexión significativamente mayores para el mismo rango, ya que en la época de determinación se encontraba como rastrojo; la mayor reflexión correspondió al TE. En el rango del infra-rojo cercano (IR<sub>c</sub>), el TC se destacó del resto por sus menores niveles de energía reflejada. En cuanto a la radiación reflejada total, el TE se diferenció estadísticamente de los restantes, los cuales no se diferenciaron entre sí (Tabla 5).

En la distribución espectral de la radiación reflejada podemos distinguir, en los tratamientos de TR, A, CC y S, las bandas de absorción de la clorofila entre los 400 y 500 nm y entre los 600 y 700 nm (Figura 17). En dichos tratamientos se advirtió una cima de reflexión alrededor de los 550 nm (verde), es por esta razón que la vegetación se visualiza como de color verde. Después de los 700 nm (IR cercano), las coberturas con actividad vegetativa, mostraron un notable aumento de la energía reflejada superando en muchos casos a los valores del TE. En este rango TC mostró los valores más bajos, probablemente debido a la absorción provocada por compuestos relacionados con el material vegetal seco (celulosa, lignina y nitrógeno).

Las coberturas de A, TR, CC y S, activas durante el período de evaluación (estado: verde) tuvieron una relación "Rojo/Rojo lejano", para la radiación reflejada, significativamente menor que las correspondientes a TE (estado: marrón claro) y TC en rastrojo (estado: amarillo claro), que a su vez no se diferenciaron estadísticamente entre sí, exhibiendo valores próximos a los óptimos manifestados por la radiación directa para esa relación (Tabla 6). Esto indica que la luz reflejada por las coberturas (estado verde) fue de menor calidad, ya que esta relación influye directamente sobre la actividad del sistema fitocromo, fotoreceptor asociado al aumento en los niveles de antocianina y azúcar en baya (Smart *et al.* 1988). De todas formas este efecto no tuvo consecuencias adversas en la planta de vid, debido a que los tratamientos con cobertura vegetal recibieron mayor cantidad de radiación directa en la zona de racimos (Figura 13 y 14).

*Tabla 5.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Radiación reflejada para cada rango del espectro, captada fuera de la canopia, el día 01/03/04 entre las 11 y las 13 h. Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).

*Tableau 5.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Radiation réfléchi pour chaque rang du spectre, capte dehors la végétation, le jour 01/03/04 entre les 11 et les 13 h. Les lettres identiques indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

	<b>Radiación reflejada (Watt/m<sup>2</sup>.nm)</b>						
	<b>UV (315- 400 nm)</b>	<b>Azul (405- 500 nm)</b>	<b>Verde (505-600 nm)</b>	<b>Rojo (605- 700 nm)</b>	<b>IR cercano (705- 1100 nm)</b>	<b>RFA (400- 700 nm)</b>	<b>Total (315-1100 nm)</b>
Sorgo (S)	0,15 c	0,55 c	0,95 bc	0,83 c	4,20 a	2,33 c	6,69 b
Agropiro (A)	0,09 c	0,48 c	0,64 c	0,40 d	4,78 a	1,51 c	6,38 b
Trébol rojo (TR)	0,10 c	0,39 c	0,66 c	0,45 d	4,86 a	1,51 c	6,48 b
Triticale (TC)	0,29 b	0,98 b	1,26 b	1,31 b	3,36 b	3,55 b	7,20 b
Cent-Ceb (CC)	0,11 c	0,42 c	0,76 c	0,52 cd	4,57 a	1,71 c	6,39 b
Testigo (TE)	0,63 a	1,81 a	2,13 a	2,12 a	4,51 a	6,06 a	11,20 a

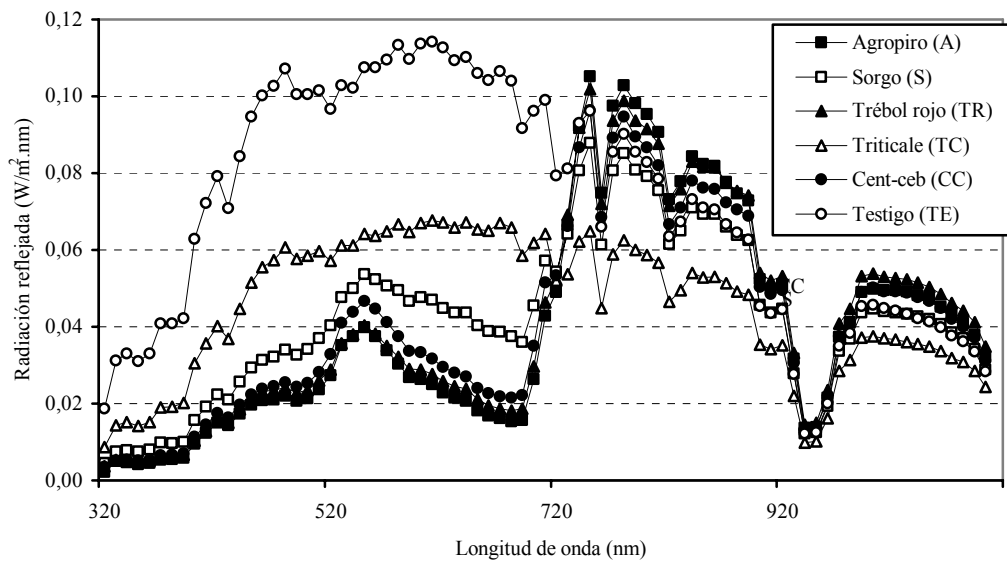


Figura 17. Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Espectro de la radiación reflejada por el interfilar. Medición realizada el 01/03/04 entre las 11 y las 13 h.

Figure 17. Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv.Malbec). Spectre de la radiation réfléchie pour l'inter rang. Mesure réalisée le 01/03/04 entre les 11 et les 13 h.

Tabla 6. Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Relación "Rojo/Rojo lejano" de la radiación reflejada, 01/03/04. Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).

Tableau 6. Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv.Malbec). Rapport "Rouge/Rouge loin" de la radiation réfléchie, 01/03/04. Les lettres identiques indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

	<b>Relación R/RL (660/730nm)</b>	
Agropiro (A)	0,26	c
Sorgo (S)	0,58	b
Trébol rojo (TR)	0,29	c
Triticale (TC)	1,21	a
Cent-ceb (CC)	0,34	c
Testigo (TE)	1,28	a
Radiación directa	1,31	

### 3.2.3 Temperatura y humedad relativa a nivel de racimos

A nivel de racimos, no se determinaron diferencias en cuanto a temperaturas máxima, mínima y amplitud térmica. Los tratamientos con mayor cobertura de suelo presentaron una tendencia a la disminución de la temperatura mínima (hasta  $-0,5$  °C para TR y A), coincidiendo con el estudio de Porter (1998), quien encontró que las coberturas verdes contribuyen a una mayor susceptibilidad del viñedo a las heladas primaverales a nivel del cordón, este efecto deberá ser tenido en cuenta al evaluar el riesgo de helada en un viñedo con coberturas vegetales.

Además, podría generar modificaciones en la composición de la uva y el vino. Para los mismos tratamientos la temperatura máxima, en cambio, mostró una tendencia levemente superior (hasta +0,7 °C para A y CC). En consecuencia, la amplitud térmica de TR, A y CC fue superior (+1°C) en relación a los restantes tratamientos (Tabla 7). Al considerar la evolución térmica diaria, se observó que el TE determinó los menores registros (4,5 °C menos que TR a las 10:30 hs); a la inversa durante la noche, si bien las curvas se aproximaron más, a dichos tratamientos le correspondieron las mayores intensidades térmicas (Figura 18).

La humedad relativa promedio en la canopia no resultó significativamente afectada por las cubiertas vegetales (Tabla 7). En la Figura 19 se observa que durante el día los niveles fueron muy próximos entre los tratamientos, mientras que en la noche (elevada humedad relativa) el TE determinó los valores más bajos (4,7 % menos que TR a las 2:00 hs). Este efecto probablemente esté relacionado a la tendencia de presentar temperaturas algo más elevadas.

Las diferencias de temperatura en el interior de los racimos no resultaron estadísticamente significativas; sin embargo se pudieron apreciar tendencias similares a las observadas en el interior de la canopia, pero atenuadas. TE, TC y S determinaron temperaturas mínimas algo más elevadas y máximas levemente inferiores, con menores amplitudes térmicas menores que en la zona de racimos (Tabla 8). Al analizar su evolución durante el día se advirtió que los tratamientos mostraron las mayores diferencias durante las últimas horas de la tarde. Destacándose el TR por sus valores más elevados (1,9 °C más que TE a la 18:30 hs), TE determinó los registros más bajos durante ese mismo lapso (Figura 20).

En la Tabla 9 se observa que, sin diferenciarse en forma significativa, CC, TR y A registraron temperaturas superficiales de baya y de hoja ligeramente superiores a las del resto de los tratamientos sin apreciarse diferencias estadísticas.

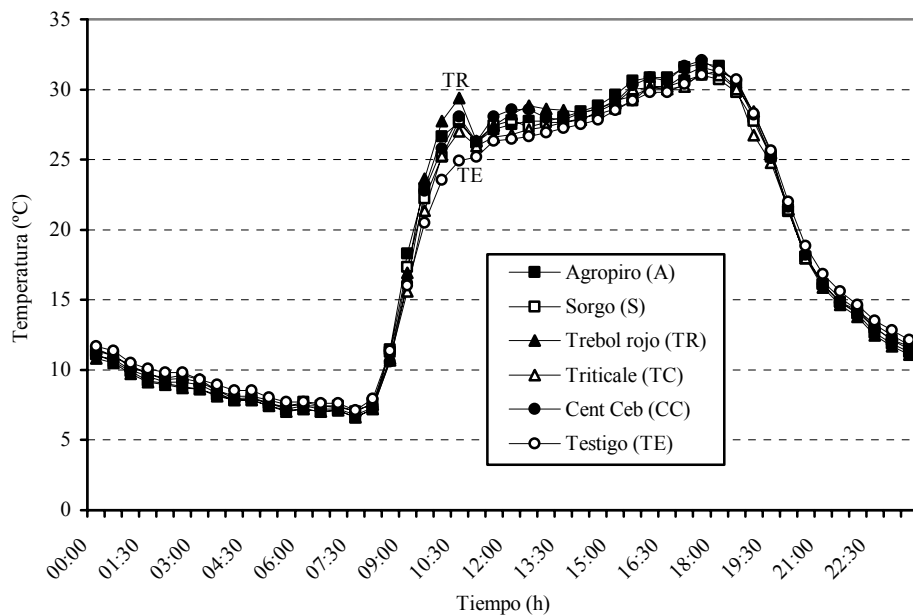
Es probable que los efectos microclimáticos analizados, sean una consecuencia debida mayormente al aumento de la porosidad del follaje, mostrada en las determinaciones de radiación dentro de la canopia (Figuras 13, 14 y 15).

Morlat *et al.* (1993) señalaron aumentos en la temperatura de las bayas de 1 a 3 °C según la hora del día y durante períodos soleados, Barbeau *et al.* (1999b) no encontraron diferencias significativas en cuanto a temperatura del racimo, mientras que Maigre (2000) advirtió que el microclima térmico mostró la misma tendencia general que para el microclima lumínico, pero con diferencias menos marcadas.

*Tabla 7.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Microclima en la zona de racimos. Valores promedio de cuatro días, durante maduración (2 al 5, 8 y 9/03/2004). Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).

*Tableau 7.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv.Malbec). Microclimat dans la zone de grappes. Moyenne de quatre jours, pendant maturation (2 jusque 5, 8 et 9/03/2004). Les lettres identiques indiquent q'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

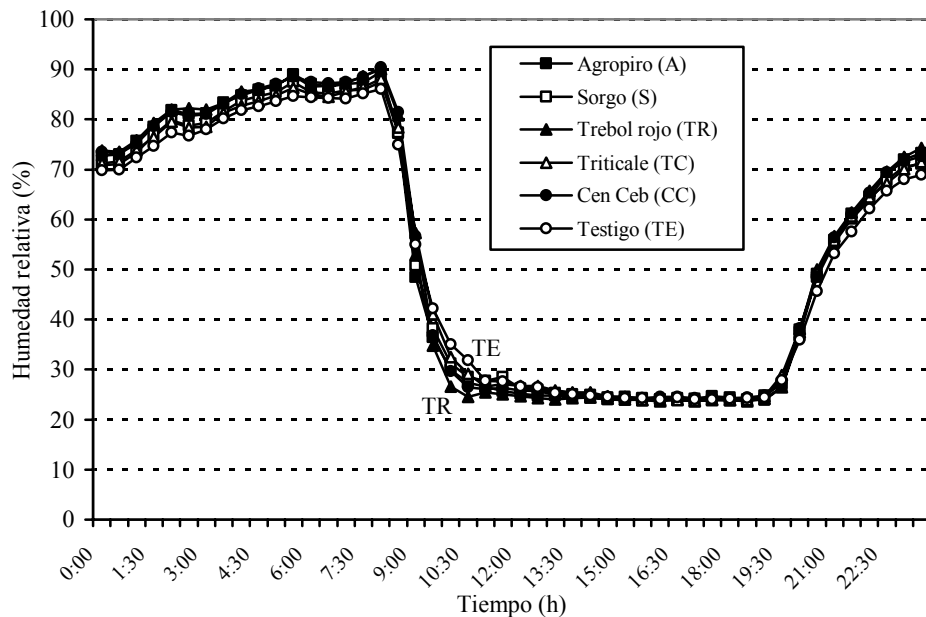
<b>Microclima en la canopia</b>				
	<b>Temp. min.(°C)</b>	<b>Temp. max.(°C)</b>	<b>Amplitud térmica (°C)</b>	<b>Humedad relativa (%)</b>
Sorgo (S)	6,82 a	31,45 a	24,63 a	52,98 a
Agropiro (A)	6,51 a	32,18 a	25,67 a	53,41 a
Trébol rojo (TR)	6,51 a	31,97 a	25,46 a	53,56 a
Triticale (TC)	7,02 a	31,54 a	24,52 a	53,21 a
Cent-ceb (CC)	6,72 a	32,17 a	25,45 a	53,90 a
Testigo (TE)	7,02 a	31,43 a	24,41 a	52,32 a



*Figura 18.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Evolución diaria de la temperatura a nivel de racimos. Valores promedio de cuatro días, durante maduración (2 al 5, 8 y 9/03/2004).

*Figure 18.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv.Malbec). Evolution journalière de la température au niveau des grappes. Moyenne de quatre jours, pendant maturation (2 jusque 5, 8 et 9/03/2004).





*Figura 19.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Evolución diaria de la humedad relativa a nivel de racimos. Valores promedio de cuatro días, durante maduración (2 al 5, 8 y 9/03/2004).

*Figure 19.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Evolution journalière de l'humidité relative au niveau des grappes. Moyenne de quatre jours, pendant maturation (2 jusque 5, 8 et 9/03/2004).

*Tabla 8.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Temperatura dentro del racimo. Valores promedio de cuatro días, durante maduración (2 al 5, 8 y 9/03/2004). Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).

*Tableau 8.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Température dans la grappe. Moyenne de quatre jours, pendant maturation (2 jusque 5, 8 et 9/03/2004). Les lettres identiques indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

	Temperatura dentro del racimo (°C)		
	Mínima	Máxima	Amplitud
Agropiro (A)	7,23 a	29,32 a	22,09 a
Sorgo (S)	7,43 a	30,03 a	22,60 a
Trébol rojo (TR)	7,02 a	30,83 a	23,81 a
Triticale (TC)	7,43 a	29,83 a	22,40 a
Cent-ceb (CC)	7,12 a	29,54 a	22,42 a
Testigo (TE)	7,53 a	29,51 a	21,98 a

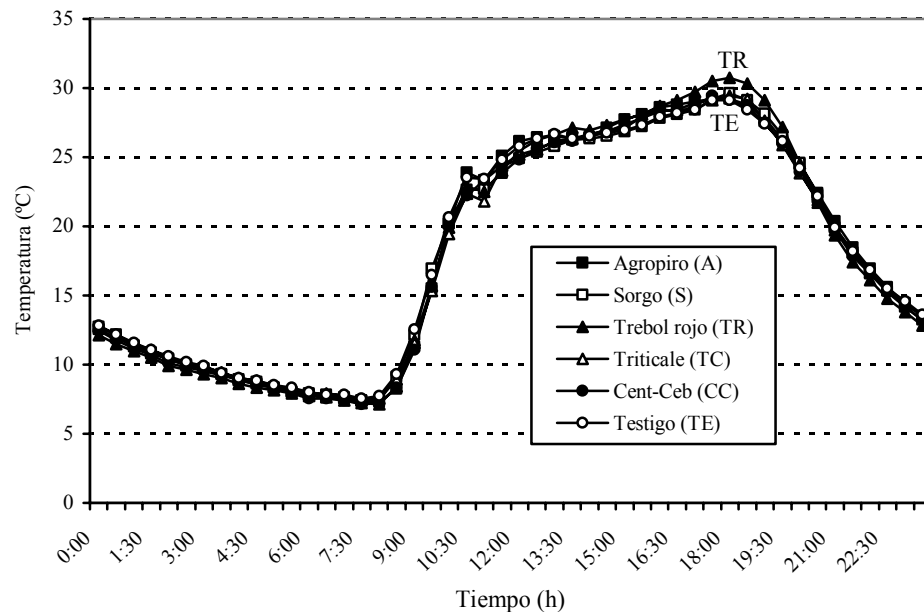


Figura 20. Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Evolución diaria de la temperatura dentro del racimo. Valores promedio de cuatro días, durante el período de maduración (2 al 5, 8 y 9/03/2004).

Figure 20. Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Evolution journalière de la température dans la grappe. Moyenne de quatre jours, pendant maturation (2 jusque 5, 8 et 9/03/2004).

Tabla 9. Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Temperatura superficial de las bayas y hojas en maduración. Mediciones realizadas entre las 16 y 17:30 hs (15 y 23/03/04). Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).

Tableau 9. Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Température de la surface des baies et feuilles dans la maturation. Mesures réalisées pendant les 16 et 17:30 hs (15 et 23/03/04). Les lettres identiques indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

	Temperatura bayas (°C)		Temperatura hojas (°C)	
Agropiro (A)	26,7	a	25,2	a
Sorgo (S)	26,2	a	24,3	a
Trébol rojo (TR)	26,8	a	24,9	a
Triticale (TC)	26,0	a	23,9	a
Cent-ceb (CC)	27,3	a	24,9	a
Testigo (TE)	26,1	a	24,2	a

### 3.2.4 Temperatura del suelo.

Las coberturas de TR, A, CC y S redujeron significativamente la amplitud térmica del suelo, en comparación con TE, el cual no se diferenció de la superficie cubierta por el rastrojo de TC; este efecto fue determinado principalmente por un descenso en la temperatura máxima (Tabla 10). El efecto provocado por la cobertura vegetal coincidió con lo señalado por Pradel y Pieri en 2000. La mayor diferencia entre tratamientos se observó durante la tarde (a las 16:30 hs el TE presentó 2,7 °C más que TR), y la menor alrededor de media mañana (Figura 21). La menor

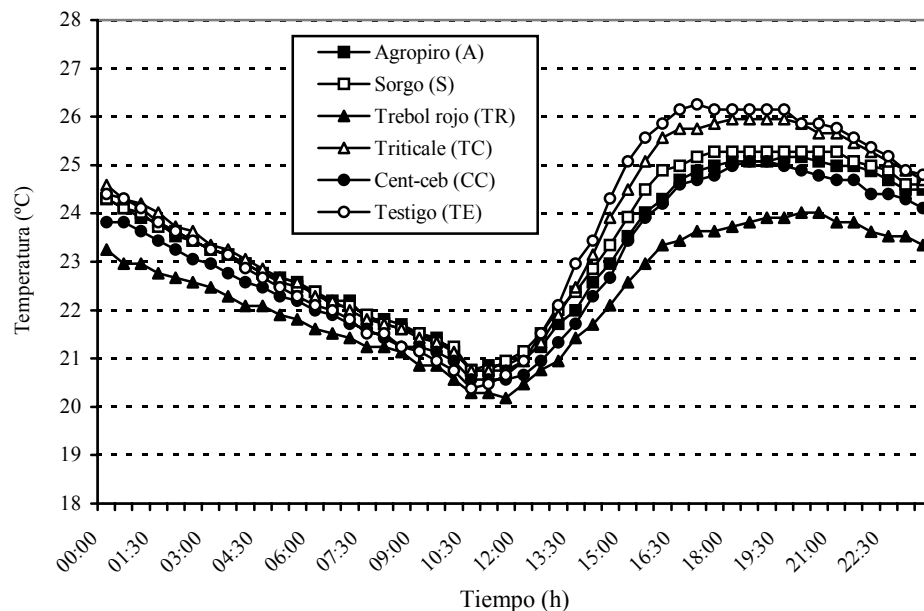
amplitud térmica detectada en las parcelas con cobertura posiblemente ayude a disminuir la elevada tasa de mineralización de la materia orgánica de nuestros suelos, favoreciendo su fertilidad. Puede a su vez disminuir la absorción de nutrientes en las capas más superficiales del suelo.

El rastrojo producido por TC resultó no ser suficiente como para determinar una disminución en la amplitud térmica, lo cual sí fue detectado en otras experiencias con la aplicación artificial de un mulching de rastrojo (Ludvigsen, 1995).

*Tabla 10.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Temperatura del suelo a 15 cm. de profundidad. Valores promedio de cuatro días durante maduración (18 al 20 y 23 al 25/02/04). Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).

*Tableau 10.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Température du sol aux 15 cm. de profondeur. Moyenne de quatre jours pendant maturation (18, 19, 20 et 23, 24 et 25/02/04). Les lettres identiques indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

	Temperatura de suelo (°C)		
	Mínima	Máxima	Amplitud
Agropiro (A)	20,76 a	25,18 a	4,42 bc
Sorgo (S)	20,76 a	25,27 a	4,52 bc
Trébol rojo (TR)	20,19 a	24,02 a	3,83 c
Triticale (TC)	20,76 a	25,95 a	5,19 ab
Cent-ceb (CC)	20,57 a	25,08 a	4,51 bc
Testigo (TE)	20,38 a	26,25 a	5,88 a



*Figura 21.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Evolución diaria de la temperatura del suelo (Prof.: 15 cm). Valores promedio de cuatro días durante maduración (18 al 20 y 23 al 25/02/04).

*Figure 21.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Evolution journalière de la température du sol (Prof.: 15 cm). Moyenne de quatre jours pendant maturation (18, 19, 20 et 23, 24 et 25/02/04).

### 3.3 Expresión vegetativa y componentes del rendimiento.

Las plantas de vid sometidas a los tratamientos TE, TC y S presentaron una expresión vegetativa significativamente mayor, en comparación con los tratamientos con cobertura vegetal permanente (TR, A y CC), lo cual se evidencia al advertir el peso de poda verde ("despampanado") y el peso de poda invernal (Tabla 11). A pesar de ser una especie anual que vegeta durante el ciclo vegetativo de la vid, el S no afectó su crecimiento vegetativo, posiblemente como consecuencia de su muy escaso establecimiento debido a una siembra tardía (Figura 9 y 12). Durante la evaluación de porosidad de canopia por el método "point quadrat" se constató que TE y TC determinaron los valores más elevados en cuanto a número de capas de hojas y porcentaje de hojas y racimos interiores, mientras que para TR y A se registraron los porcentajes más bajos (Tabla 12); sin embargo las diferencias no resultaron estadísticamente significativas lo que indicaría una falta de sensibilidad metodológica para este ensayo. La determinación del tamaño de hoja (SF) y de superficie foliar total (SFT) mostró valores significativamente superiores para TE y TC respecto de A y TR (Tabla 13). La disminución de la expresión foliar en los tratamientos con cobertura (A y TR) permitió aumentar la recepción de radiación total (Figura 13).

Las diferencias detectadas en la expresión vegetativa, también fueron acompañadas por diferencias en la producción de uvas. TE y TC muestran rendimientos significativamente mayores que TR, A y CC. El S presentó valores del rendimiento intermedios. Esto se debió tanto a un aumento del número de racimos por planta, como al incremento del peso de los racimos (Tabla 14).

*Tabla 11.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Peso de poda en verde ("despampanado"), el 30/12/03 y peso de poda invernal, el 24/06/04. Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).

*Tableau 11.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Poids de taille en vert ("ébourgeonnage"), le 30/12/03 et poids des bois de taille, le 24/06/04. Les lettres identiques indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

	Peso de poda en verde (g/pl)		Peso de poda invernal (g/pl)		Peso de sarmientos (g)	
Agropiro (A)	296	b	563	b	27	b
Sorgo (S)	771	a	928	a	46	a
Trébol rojo (TR)	177	b	544	b	28	b
Triticale (TC)	822	a	992	a	45	a
Cent-ceb (CC)	354	b	657	b	30	b
Testigo (TE)	986	a	999	a	47	a

Tabla 12. Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Porosidad de canopia (método: "Point Quadrat") (03/03/04). Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).

Tableau 12. Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Porosité de la végétation (méthode: "Point Quadrat") (03/03/04). Les lettres identiques indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

	Claros (%)		N° de capas de hojas		Hojas interiores (%)		Racimos interiores (%)	
Agropiro (A)	6	a	2,0	a	26	a	59	a
Sorgo (S)	3	a	2,0	a	27	a	63	a
Trébol rojo (TR)	5	a	2,0	a	21	a	56	a
Triticale (TC)	4	a	2,4	a	31	a	72	a
Cent-ceb (CC)	2	a	2,0	a	22	a	63	a
Testigo (TE)	1	a	2,4	a	32	a	66	a

Tabla 13. Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Superficie foliar (SF) y superficie foliar total (SFT), 15/03/04. Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).

Tableau 13. Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Surface foliaire (SF) et surface foliaire total (SFT), 15/03/04. Les lettres identiques indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

	SF (cm <sup>2</sup> )		Hojas por brote		Brotos por planta		SFT (m <sup>2</sup> )	
Agropiro (A)	118	cd	18	a	23	a	4,79	b
Sorgo (S)	138	abc	18	a	21	a	5,35	ab
Trébol rojo (TR)	108	d	19	a	23	a	4,73	b
Triticale (TC)	142	ab	19	a	23	a	6,15	a
Cent-ceb (CC)	123	bcd	19	a	23	a	5,25	ab
Testigo (TE)	149	a	18	a	24	a	6,24	a

Morlat *et al.* (1993) y Maigre *et al.* (2001) señalaron una disminución de la SFT, y principalmente en lo que respecta a la SF secundaria (feminelas) y del peso de poda, debido a las coberturas permanentes. Además, encontraron reducciones de producción de uvas que en promedio oscilan entre el 5 y el 20 % y que pueden llegar hasta el 30 % en situaciones de máxima competencia (Morlat *et al.*, 1993). Carsouille (1997) notó que las dos variables de producción; el número de racimos y su peso, disminuyeron con el uso de coberturas. El peso de los racimos fue el factor que mejor explicó la disminución de rendimiento en relación con el peso de bayas, pero también con el número de bayas por racimo. Asimismo constató reducciones en el peso de poda. Le Goff-Guillou *et al.* (2000) advirtieron una disminución de la SFEp y del peso de poda, como así también una tendencia a reducir los rendimientos, el cual varía según el año y el terruño y que puede llegar hasta el 80 %, debido sobre todo a la disminución del peso medio del racimo y en menor medida a una menor cantidad de racimos. Maigre *et al.* (2001a) encontraron reducciones del rendimiento, especialmente, debido al peso de racimos. Coulon y Prud'Homme (2003) observaron disminuciones del peso de poda de 18 a 31 % y de producción desde 23 hasta 32 % provocada principalmente por una baja en el peso medio de racimos. Riou y Morlat (1996) detectaron una reducción del peso de las bayas en los tratamientos con cobertura.

No se manifestaron diferencias significativas entre los tratamientos respecto de la relación SFT/Peso de uva, aunque se constató valores algo más elevados para TR y CC, los cuales alcanzaron el mínimo de 10 cm<sup>2</sup> de hojas por gramo de fruta propuesto por Champagnol (1984)(Tabla 15). El índice de Ravaz determinó diferencias significativas entre los tratamientos, A no se diferenció de TR, pero sí del resto de las variantes por su mayor valor lo cual indica una reducción del crecimiento vegetativo. Todos los tratamientos presentaron valores que se encuentran dentro del rango de entre 6 a 10 citado por Smart y Robinson (1992), indicando un equilibrio adecuado entre desarrollo vegetativo y producción.

*Tabla 14.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Expresión de uvas y componentes del rendimiento (cosecha, 11/03/04).

Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).

*Tableau 14.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Expression des raisins et composants de rendement (vendange, 11/03/04). Les lettres identiques indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

	<b>Nº de racimos por planta</b>	<b>Peso del racimo (g)</b>	<b>Producción de uva (kg/pl)</b>	<b>Reducción de la producción de uva (%)</b>
Agropiro (A)	38 b	144 abc	5,46 b	-28
Sorgo (S)	38 b	166 ab	6,27 ab	-17
Trébol rojo (TR)	39 b	123 c	4,77 b	-37
Triticale (TC)	43 a	174 a	7,46 a	-2
Cent-ceb (CC)	38 b	141 bc	5,28 b	-30
Testigo (TE)	43 a	175 a	7,57 a	Referencia

*Tabla 15.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Relación SFT/Peso de uva e índice de Ravaz. Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).

*Tableau 15.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Relation SFT/Poids de fruit et indice Ravaz. Les lettres identiques indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

	<b>Relación SFT/Peso de uva</b>	<b>Índice de Ravaz (prod./peso de poda)</b>
Agropiro (A)	8,8 a	9,8 a
Sorgo (S)	8,8 a	6,8 c
Trébol rojo (TR)	10,5 a	8,7 ab
Triticale (TC)	8,3 a	7,6 bc
Cent-ceb (CC)	10,1 a	8,1 bc
Testigo (TE)	8,3 a	7,6 bc

### 3.4 Estado nutricional de las plantas de vid

En los análisis foliares no se aprecian diferencias estadísticas respecto del contenido de nitrógeno, aunque se observa una tendencia de los tratamientos con cobertura permanente (A, TR y CC) a presentar los valores más bajos. En algunos trabajos la disminución del nitrógeno ha sido más notable (Maigre, 1999; Maigre y Aerny, 2001a). Con respecto al tenor de fósforo, A se

destaca del resto por su menor valor, sin apreciar el antagonismo N/P detectado en otras experiencias (Maige y Aerny, 2001a). Las diferencias encontradas en cuanto al potasio son algo irregulares y no parecen tener una explicación lógica. En el resto de los nutrientes no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (Tabla 16).

*Tabla 16.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Diagnóstico foliar de la planta de vid (promedio de muestreo en floración y envero). Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).

*Tableau 16.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Diagnostic foliaire du cep (rapport d'échantillonnage dans floraison et veraison). Les lettres identiques indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

	<b>Agropiro (A)</b>	<b>Sorgo (S)</b>	<b>Trébol rojo (TR)</b>	<b>Triticale (TC)</b>	<b>Cent-ceb (CC)</b>	<b>Testigo (TE)</b>
N%	1,16 a	1,21 a	1,17 a	1,20 a	1,18 a	1,27 a
P%	0,22 c	0,35 a	0,26 bc	0,29 ab	0,31 ab	0,30 ab
K%	1,33 c	1,36 bc	1,50 ab	1,43 abc	1,55 a	1,33 c
Ca%	2,56 a	2,87 a	2,79 a	2,66 a	2,77 a	2,69 a
Mg%	0,49 a	0,51 a	0,49 a	0,52 a	0,52 a	0,53 a
Fe (mg/l)	245 a	280 a	254 a	227 a	245 a	249 a
Cu (mg/l)	170 a	172 a	178 a	157 a	166 a	123 a
Mn (mg/l)	141 a	154 a	149 a	146 a	144 a	129 a
Zn (mg/l)	43 a	37 a	40 a	40 a	40 a	40 a

### 3.5 Estado hídrico de la planta de vid

Para tratar de comprender mejor el fenómeno de interacción entre la cobertura vegetal y la planta de vid se incorpora un seguimiento del potencial hídrico de base de la planta de vid realizado en el ensayo durante la temporada 2002/03. A pesar de no tratarse de la temporada analizada, puede ayudar a interpretar los resultados del presente trabajo.

Aunque no se apreciaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos durante el período de las determinaciones, se puede apreciar que en las mediciones del 10/12/02, 07/03/03 y 13/03/03 los tratamientos con coberturas permanentes (CC, A y TR) presentaron los valores de potencial hídrico más bajos. Por otra parte se observa que luego de un riego (17/01/03 y 21/02/03) o de una condición de fuerte estrés hídrico debido a períodos de elevadas temperaturas (05/02/03), los potenciales tienden a converger. Probablemente la gran profundidad del suelo (más de 2 m) y la adaptación de la planta a través de la reducción del crecimiento vegetativo, lo cual disminuye sus necesidades de agua, sean los factores determinantes para evitar que las diferencias entre los potenciales sea más importante (Figura 22).

Estudios fisiológicos en ensayos sobre manejo de suelo con coberturas en Anjou, Francia en suelos con una gran reserva hídrica utilizable, no han permitido poner en evidencia diferencias de potencial entre parcelas con o sin cobertura, concluyendo que la planta de vid se adapta a la competencia reduciendo la superficie evaporante total de la canopia, con una reducción importante del crecimiento secundario (Morlat *et al.*, 1993), mientras que trabajos realizados en Leytron, Suiza con una precipitación media anual de 636 mm detectaron menores potenciales hídricos foliares durante la jornada en los tratamientos con cobertura durante Julio y Agosto, en cambio en Setiembre los niveles de potencial hídrico se invirtieron, presentando valores más bajos los tratamientos sin cobertura vegetal (Maigre, 1999). El mismo autor trabajando en Pully,

Suiza con una precipitación media anual de 1.140 mm observó potenciales hídricos foliares casi siempre inferiores en las parcelas sin cobertura, lo cual fue relacionado a la mayor superficie foliar de los tratamientos, lo cual se tradujo en una mayor transpiración total de la planta (Maigre, 2000).

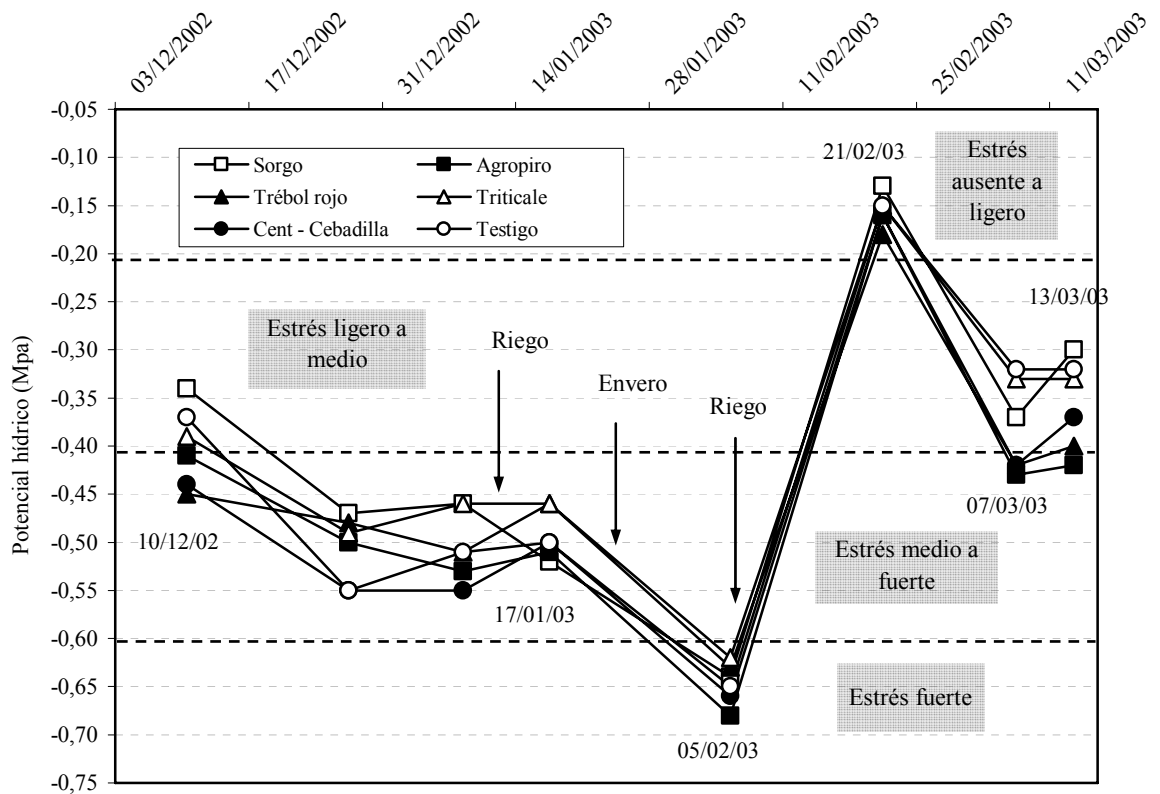


Figura 22. Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Potencial hídrico foliar de base. Ciclo 2002/03. No se registraron diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).

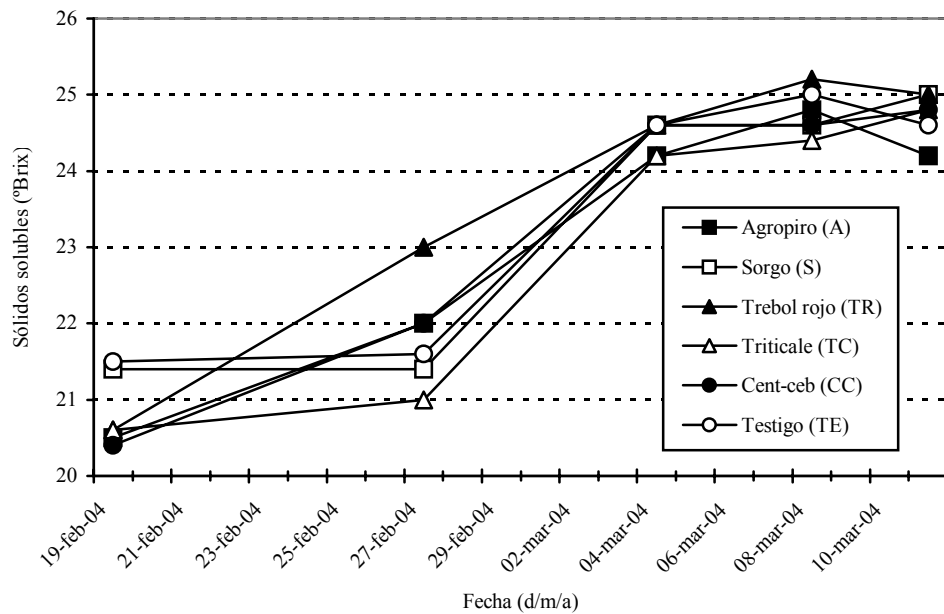
Figure 22. Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Potentiel hydrique foliar de base. Cycle 2002/03. Il n'y a pas de différences significatives entre moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

### 3.6 Potencial enológico de las uvas

Al observar la evolución de los sólidos solubles en baya durante la maduración se advirtió que el día 27/02/04 los tratamientos con cobertura permanente (A, TR y CC) comenzaron a distinguirse del resto por sus mayores niveles de azúcar, coincidiendo con lo enunciado por diferentes autores (Morlat *et al.*, 1993; Riou y Morlat, 1996; Carsouille, 1997; Barbeau *et al.*, 1999b; Le Goff-Guillou *et al.*, 2000; Coulon y Prud'Homme, 2003) quienes coincidieron en que se produjo un aumento del grado alcohólico potencial (Figura 23). De allí en adelante aumentó la velocidad de acumulación de azúcares y las curvas convergieron, sin apreciarse diferencias hasta la cosecha. Bajo nuestras condiciones, la acumulación de azúcares podría estar condicionada por períodos de elevadas temperaturas estivales, los cuales pueden haber enmascarado los efectos del tratamiento. Maigre *et al.* (2001a y b) tampoco detectaron una influencia sobre el nivel de azúcares del mosto.



En la evolución de la acidez durante la maduración de las uvas (Figura 24), desde el comienzo del seguimiento y hasta la cosecha, los tratamientos con cobertura (A, TR y CC) mostraron los niveles más bajos, mientras que TE y TC presentaron los valores más elevados. Este efecto estaría relacionado con los mayores niveles de iluminación, y por lo tanto de temperatura, detectados en los tratamientos de A, TR y CC en las determinaciones previas de microclima (Figura 13 y 18), tal cual lo expresan varios autores (Kliewer y Lider, 1970; Hale y Buttrose, 1974; Bergqvist *et al.*, 2001).



*Figura 23.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Evolución de sólidos solubles en baya, durante maduración. Febrero-Marzo 2004.

*Figure 23.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Evolution de solides solubles dans la baie, pendant maturité. Février-Mars 2004.

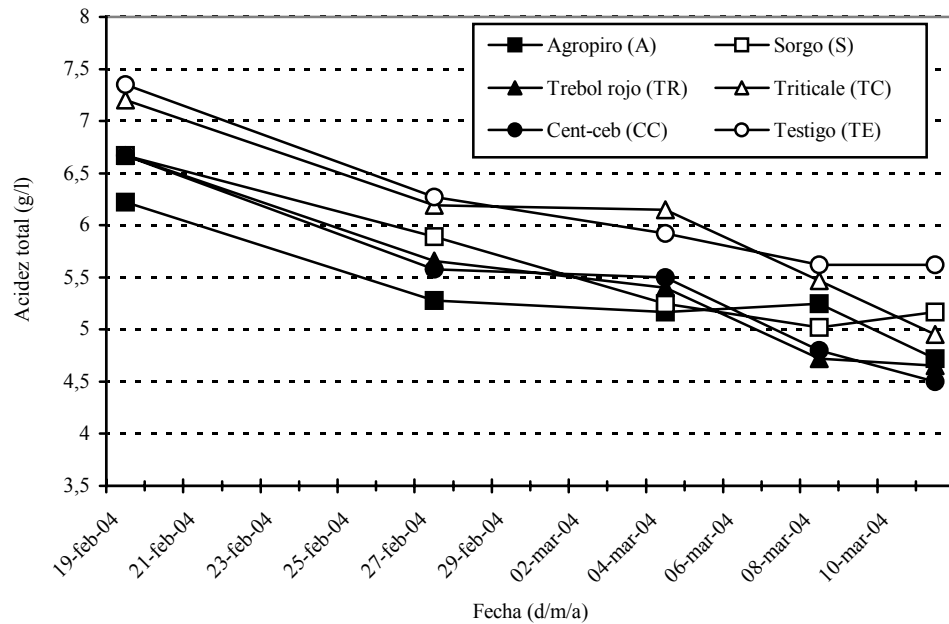


Figura 24. Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Evolución de la acidez total en baya, durante maduración. Febrero-Marzo 2004.

Figure 24. Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Evolution d'acidité totale dans la baie, pendant maturité. Février-Mars 2004.

Respecto del contenido de azúcar en el mosto, no se apreciaron diferencias notables, ni un efecto claro de los tratamientos, por lo que se decidió cosechar todos los tratamientos en la misma fecha. En el caso de la acidez total, se puede ver que A, TR y CC mostraron los valores más bajos. Con relación al nitrógeno fácilmente asimilable por la levadura, los tratamientos de TE, TC y S ostentaron niveles marcadamente superiores a los de las coberturas permanentes. Los niveles de antocianinas libres e IPT resultaron mayores en los tratamientos con cobertura permanente (TR, A y CC). Las bayas de los tratamientos de TE y S, resultan ser más grandes que las de A y TR (Tabla 17). Varios autores coincidieron en señalar una disminución de la acidez total y de los compuestos nitrogenados, y en el aumento de polifenoles totales y antocianinas (Morlat *et al.*, 1993; Riou y Morlat, 1996; Carsouille, 1997; Coulon *et al.*, 2003). Barbeau *et al.* (1999b) manifestaron una baja en la acidez titulable y un fuerte aumento del tenor de antocianos. La disminución de la acidez, el aumento del IPT y del contenido de antocianinas, la reducción del nitrógeno asimilable en los tratamientos con cobertura se relacionaría con la tendencia al aumento en la temperatura, la mayor insolación y la competencia por nutrientes respectivamente. Le Goff-Guillou *et al.* (2000) también detectaron niveles superiores de IPT y antocianinas, y una disminución del tenor de nitrógeno de los mostos, pero indicaron un leve aumento de la acidez total. Maigre *et al.* (2001a y b) igualmente señalaron un aumento de la acidez total y la fuerte disminución del nitrógeno asimilable.

Tabla 17. Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Composición de la uva al momento de cosecha (11/03/04).

Tableau 17. Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv.Malbec). Composition de raisin au moment de vendange (11/03/04).

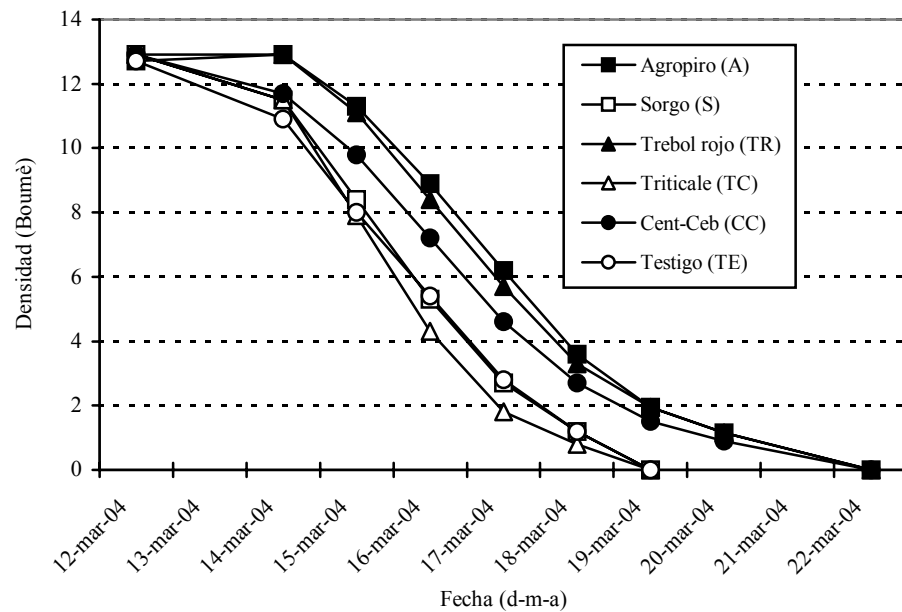
	° Brix	Acidez total (g/l)	pH	Nitógeno asimilable (mg/l)	IPT	Antocianas libres (mg/l)	Volumen de bayas (cm <sup>3</sup> )
Agropiro (A)	24,2	4,72	3,30	64,4	102	1012	1,22
Sorgo (S)	25,0	5,17	3,37	98,0	77	751	1,44
Trébol rojo (TR)	25,0	4,65	3,33	56,0	99	905	1,27
Triticale (TC)	24,6	4,95	3,32	103,6	96	867	1,34
Cent-ceb (CC)	24,8	4,50	3,40	64,4	97	964	1,35
Testigo (TE)	24,6	5,62	3,33	100,8	77	860	1,44

### 3.7 Resultados enológicos

#### 3.7.1 Seguimiento de la vinificación

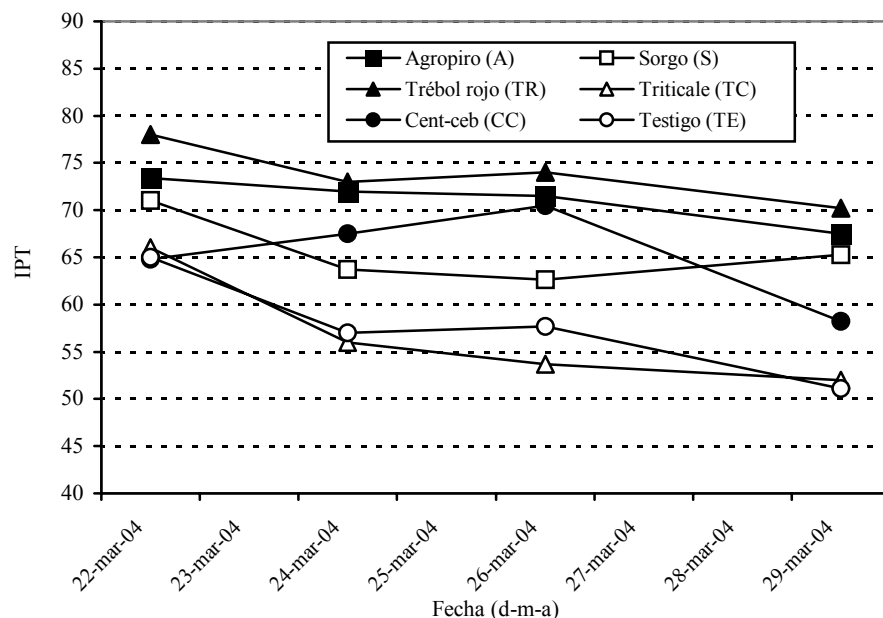
Durante el desarrollo de la fermentación de los mostos (Figura 25) los tres tratamientos con cobertura permanente; TR, A y CC, se diferenciaron de los restantes por su menor velocidad para fermentar los azúcares, esto se correlaciona con los bajos niveles de nitrógeno asimilable (Tabla 17). Larchevêque *et al.* (1998) notaron que un tenor más elevado en compuestos nitrogenados, especialmente los aminoácidos, se tradujo en una fermentación más rápida. Le Goff-Guillou *et al.* (2000) detectaron que las duraciones de las fermentaciones alcohólicas fueron más largas en los tratamientos con cobertura vegetal. Esto fue confirmado por Coulon y Prud'Homme (2003), quienes constataron un alargamiento de las fermentaciones de 2 a 3 días como máximo.

Al observar la evolución del índice de polifenoles totales durante la vinificación, se advirtió que las coberturas vegetales permanentes de TR y A presentaron los niveles más elevados, mientras que los más bajos fueron los del TE y TC. Los tratamientos de CC y S se mantuvieron en niveles intermedios (Figura 26).



*Figura 25.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Evolución de la fermentación alcohólica durante la vinificación. Centro de Estudios Enológicos, EEA Mendoza INTA. Marzo 2004.

*Figure 25.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Evolution de la fermentation alcoolique, pendant la vinification. Centre d'Études Enologiques, EEA Mendoza INTA. Mars 2004.



*Figura 26.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Evolución del índice de polifenoles totales durante la vinificación. Centro de Estudios Enológicos, EEA Mendoza INTA. Marzo 2004.

*Figure 26.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Evolution de l'indice de polyphénols totaux, pendant la vinification. Centre d'Études Enologiques, EEA Mendoza INTA. Mars 2004.

### 3.7.2 Análisis de los vinos

Todos los vinos tuvieron una fermentación alcohólica completa y presentaron tenores de azúcar residual inferiores a 1,8 g/l. Los valores de alcohol fueron muy homogéneos (Tabla 18), reflejando los contenidos similares de azúcar encontrados en los mostos (Tabla 17).

Se puede notar que los tratamientos con cobertura permanente (A, TR y CC) determinaron mayores niveles de acidez total, como consecuencia el tenor de pH fue menor en comparación con el resto de los tratamientos. Esto también fue advertido en otras ensayos con coberturas vegetales (Le-Goff-Guillou *et al.*, 2000; Maigre y Aerny, 2001). El efecto tendría su origen en un menor nivel de K en el mosto (Maigre *et al.*, 1995) debido a temperaturas más bajas en la zona de raíces (Figura 20) y por la disminución del vigor de las plantas (Tabla 11) según sugiere Boulton citado por Zoecklein *et al.* 2001, o bien por una fermentación maloláctica incompleta, como indica Spring (2002) debido al menor contenido de nitrógeno asimilable del mosto.

En el análisis de polifenoles totales y color, se observa que A y TR se destacaron por sus mayores valores de polifenoles totales (IPT) y de densidad óptica en las tres longitudes de onda medidas, determinando un mayor color total (Tabla 19). El mismo tipo de observación ha sido mencionada en otros trabajos (Le-Goff-Guillou *et al.*, 2000; Coulon y Prud'Homme, 2003). El incremento del contenido polifenólico en el vino estaría relacionado con la disminución de los rendimientos y con la mayor iluminación de los racimos.

Tabla 18. Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Análisis de los vinos (28/06/04).

Tableau 18. Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv.Malbec). Analyse des vins (28/06/04).

	Alcohol (vol %)	Azúcar (g/l)	pH	Acidez total( * ) (g/l)
Agropiro (A)	14,7	< 1,8	3,20	6,40
Sorgo (S)	14,6	< 1,8	3,52	5,21
Trébol rojo (TR)	14,4	< 1,8	3,32	5,85
Triticale (TC)	14,7	< 1,8	3,51	5,62
Cent-Ceb (CC)	14,5	< 1,8	3,42	5,70
Testigo (TE)	14,8	< 1,8	3,47	5,40

Tabla 19. Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Análisis de polifenoles y color en vinos (28/06/04).

Tableau 19. Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv.Malbec). Analyses des polyphenols et couleur des vins (28/06/04).

	IPT	DO 420 nm	DO 520 nm	DO 620 nm	Color total
Agropiro (A)	65	585	1300	262	2146
Sorgo (S)	56	356	616	166	1137
Trébol rojo (TR)	65	550	1116	241	1906
Triticale (TC)	49	407	837	196	1439
Cent-Ceb (CC)	53	376	712	172	1260
Testigo (TE)	61	435	836	205	1475

( \* ) Expresada en ácido tartárico.

### 3.7.3 Evaluación organoléptica

Mediante la prueba de ordenamiento se pudo advertir que el panel de degustación prefirió los vinos de los tratamientos de TR, CC y A, determinando diferencias estadísticamente significativas respecto de los tratamientos de TC, S y TE, los cuales fueron menos apreciados por los degustadores. La clasificación de los tratamientos en orden decreciente de preferencia es la siguiente: TR - CC - A - TE - S - TC (Tabla 20).

Al considerar el análisis sensorial descriptivo de la Figura 27, se observó que los vinos provenientes de los tratamientos con cobertura vegetal permanente (TR, CC y A) fueron calificados como de mayor calidad global. Estos vinos se caracterizaron, principalmente, por una mayor intensidad de color y matiz, una mayor intensidad aromática, notas frutales más intensas, notas florales levemente superiores y de mayor concentración. TR y CC mostraron un carácter vegetal de intensidad algo menor a la del resto de los tratamientos, no obstante ello, ninguno se destacó por poseer una marcada nota vegetal. Los perfiles organolépticos externos correspondieron a los tratamientos de TR, CC y A, revelando una mayor apreciación de los descriptores estudiados. Los perfiles de TC y S se ubicaron cerca del centro del origen, indicando una menor intensidad en los descriptores. El TE determinó un perfil de nivel intermedio (Figura 27). Varios autores señalaron una mejora de las características organolépticas de los vinos tintos, provenientes de viñedos con coberturas vegetales (Morlat *et al.*, 1993; Le Goff-Guillou *et al.*, 2000; Coulon y Prud'Homme, 2003).

*Tabla 20.* Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Evaluación organoléptica. Prueba de ordenamiento. Método de Fisher y Yates (18/06/04). Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).

*Tableau 20.* Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Evaluation organoleptique. Epreuve d'ordonnancement. Méthode Fisher et Yates (18/06/04). Les lettres identiques indiquent qu'il n'y a pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

	<b>Suma de rangos</b>	<b>Datos transformados</b>	
Agropiro (A)	24	0,38	a
Sorgo (S)	44	-0,61	bc
Trébol rojo (TR)	16	0,82	a
Triticale (TC)	50	-1,03	c
Cent-ceb (CC)	20	0,63	a
Testigo (TE)	35	-0,19	b

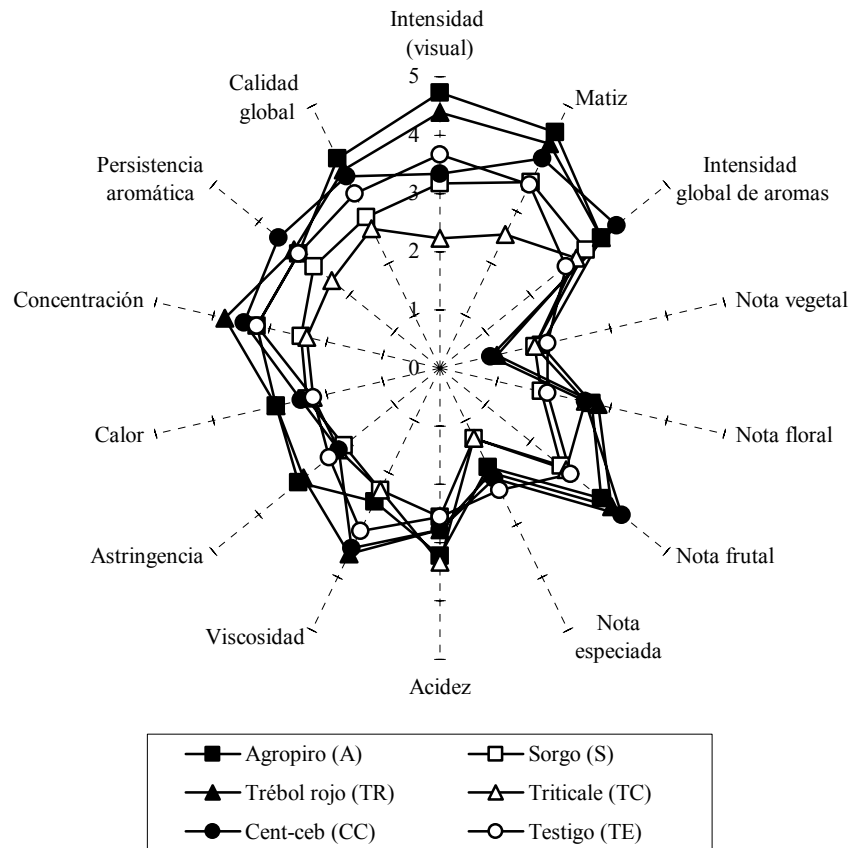


Figura 27. Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Evaluación organoléptica. Análisis sensorial descriptivo (18/06/04). Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).

Figure 27. Entretien du sol avec l'enherbement établi: son influence dans le microclimat de vignobles irrigués (cv. Malbec). Evaluation organoleptique. Analyse sensoriel descriptif (18/06/04). Les lettres identiques indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4. DISCUSIÓN FINAL

El establecimiento de una cobertura vegetal en el espacio interfilar del viñedo afecta las condiciones microclimáticas de la planta de vid. Bajo las condiciones de este estudio el efecto en la canopia fue principalmente indirecto debido a la disminución del crecimiento vegetativo de la vid, lo cual incrementó la iluminación en la zona de racimos, con alguna incidencia sobre la temperatura y la humedad relativa. Esta reducción del vigor aparece fuertemente relacionada a la competencia por agua y nutrientes.

La competencia por el recurso hídrico no pudo detectarse claramente a través de la medición del potencial hídrico ya que la planta en mayor condición de competencia parece haber disminuido sus demandas hídricas. Sin embargo, se detectaron tendencias a presentar potenciales hídricos menores.

En cuanto a la competencia por nutrientes, el elemento aparentemente más crítico fue el nitrógeno, evidenciado en los menores tenores de nitrógeno foliar y asimilable de los mostos y el consecuente retraso de las fermentaciones. Estas importantes relaciones nutricionales merecen ser estudiadas en profundidad, probablemente incorporando además variables relacionadas a fertilizaciones nitrogenadas.

Es posible que las nuevas condiciones que inducen el uso de coberturas vegetales en el suelo modifiquen el patrón de distribución de raíces, obligando a las cepas a explorar los horizontes más profundos y menos fértiles, lo cual resulta de significación constatar.

La identificación precisa de cómo las coberturas compiten por agua y nutrientes y a su vez, cómo influyen sobre el microclima de la vid, requiere continuar y profundizar los presentes estudios.

El efecto directo de las coberturas vegetales (evapotranspiración y consumo energético) sobre el microclima de la planta de vid aparece, en la presente experiencia, atenuado y resulta difícil de disociar debido a la magnitud del efecto indirecto detectado (disminución del crecimiento vegetativo de la planta).

Será relevante verificar si el efecto directo de las coberturas se manifiesta con mayor intensidad en grandes superficies de cultivo con cobertura, donde puede estar alterando también el mesoclima del viñedo.



## 5. CONCLUSIONES

Efectos de las coberturas vegetales permanentes sobre el microclima de la planta de vid:

- Promueven una mayor recepción lumínica a nivel de racimos debido a la disminución del crecimiento vegetativo que provocan en la planta de vid (efecto indirecto).
- Disminuyen la cantidad y calidad de la luz reflejada, en relación a un suelo descubierto.
- Reducen la amplitud térmica del suelo en el interfilar, debido mayormente a la disminución de la temperatura máxima.
- No influyen considerablemente sobre la temperatura en la canopia. Sin embargo, es importante destacar que provocan una leve disminución de la temperatura mínima en la zona de producción. Este efecto junto al ligero aumento de la temperatura máxima, genera un incremento de la amplitud térmica.
- No actúan significativamente sobre la humedad relativa dentro de la canopia. No obstante ello, resulta de significación subrayar que generan un ligero aumento de la humedad relativa en la canopia durante la noche.

Efectos de las coberturas vegetales permanentes sobre la planta de vid, la uva y el vino:

- Permiten reducir el crecimiento vegetativo y los rendimientos de la vid.
- Generan una disminución de la acidez titulable y del nitrógeno fácilmente asimilable, lo cual retrasa la fermentación alcohólica.
- Promueven un aumento en los contenidos de antocianos y polifenoles totales.
- Los vinos son más preferidos por los degustadores y se aprecian con mayor tipicidad varietal.

Las especies vegetales con bajo grado de cobertura del suelo se comportan de manera intermedia o similar a un suelo sin cobertura, ya que su efecto es parcial. No alcanzan a modificar significativamente el crecimiento vegetativo y, como consecuencia, tampoco las condiciones microclimáticas a nivel de racimos.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

AERNY, J. 1996. Composés azotés des moûts et des vins. *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture*. Vol. 28 (3): 161-165.

BARBEAU, G.; CORNILLET, A.; BLIN, A.; PANNEAU, J.P.; BOUVET, M.H. y COSNEAU, M. 1999a. Modifications du microclimat thermique et lumineux de la vigne par la solarisation: Incidence sur la composition des vendanges de Cabernet Franc en Val de Loire. *GESCO*, 11, Sicilia.

BARBEAU, G.; RIOU, C.; CLÉMÉNT, C.; CORNILLET, A. y MARSAULT, J. 1999b. Modifications du micro-climat thermique et radiatif de la vigne par l'enherbement dans trois terroirs du Val de Loire: Influence sur la composition des vendanges de Cabernet Franc. *GESCO*, 11, Sicilia.

BERGQVIST, J.; DOKOOZLIAN, N. y EBISUDA N. 2001. Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet-Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. *Amer. J. Enol. Vitic.* 52:1, 1-7.

CALAME, F. 1993. Techniques culturales et microclimat de la vigne. *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture*. Vol. 25 (5): 281-287.

CARBONNEAU, A.; DE LOTH, C. y SMART, R.E. 1982. Méthodologie microclimatique utilisable en agrometeorologie ou l'approche de l'écologie quantitative. *Vignes et vins, numéro spécial septembre*, 87-88.

CARBONNEAU, A. 1995. La surface foliaire exposée potentielle, guide pour sa mesure. *Le Progrès Agricole et Viticole*, 112 (9), 204-209.

CARSOULLE, J. 1997. Enherbement permanent du vignoble. Influence sur la production viticole. *En: Progrès Agricole et Viticole*. 114 (4): 87-92.

CASTRO, J.; SAAVEDRA, M. y PASTOR, M. 1992. Mejora de la infiltración en olivar mediante el empleo de cubiertas vivas de cereales. *ITEA*. Vol. 88V N°2, 95-104.

CHAMPAGNOL, F. 1984. *Éléments de physiologie de la vigne et de viticulture générale*. Dehan Montpellier Ed., 351 p.

CHEYNIER, V.; MOUTOUNET, M. y SARNI-MANCHADO, P. 2000. Los compuestos fenólicos. *Enología: Fundamentos Científicos y Tecnológicos*. AMV ed. y Mundi Prensa. 783 p. 114-133.

COOMBE, B.G. y DRY, P.R. 1992. *Viticulture. Volume 2 Practices*. Winetitles. Adelaide. 376 p.

COOMBE, B.G. 1995. Growth stages of the grapevine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 1, 100-110.

COSTELO, M. y ALTIERI, M. 1994. Living mulches suppress aphids in broccoli. *California Agriculture*, volume 48 N°4: 24-28.

COULON, T. y PRUD'HOMME, PY. 2003. Effet d'un enherbement permanent sur la physiologie de la vigne dans les vignobles du Bordelais. *Progrès Agricole et Viticole*. 120. (7): 154-161.

DAANE, K. y COSTELLO, M. 1998. Can cover crops reduce leafhopper abundance in vineyards?. *California Agriculture*, volume 52 N°5: 27-33.

DEL MONTE, R.F.; MATHEY, C.A. y QUIROGA de ORIOLANI, M.E., 1994. Eficiencia comparativa entre sistemas de labranza y coberturas de flora natural en viticultura regadía. *Horticultura Argentina* 13 (34-35): 87-98.

DEL MONTE, R.F.; AMBROGETTI, A.; CATANIA, C.; AVAGNINA de DEL MONTE, S. y PÉREZ PEÑA, J. 2000. Manejo de suelo mediante coberturas vegetales en el viñedo regadío. Resultados preliminares, ciclo: 1999. Encuentro con el Malbec. INTA EEA Mendoza.

DOLEDEC, A.-F.; PANIGAI, L.; DESCOTES, A.; MONCOMBLE, D.; CLUZEAU, D.; PERES, G. y CHAUSSOD, R. 2003. Enherbement permanent et préservation des terroirs en Champagne. *Progrès Agricole et Viticole*. 120. (7): 151-154.

FOLORUNSO, O.; ROLSTON, D.E.; PRICHARD, T. y LOUISE, D.T. 1992. Cover crops lower soil surface strength, may improve soil permeability. *California Agriculture*, volume 46 N°6: 26-27.

GROUPE COLUMA VIGNE DE L'ANPP. [en línea] L'enherbement <<http://www.anpp.asso.fr/columa/documents/Enherbement>> (Consultado: 11 ene. 2004).

HALE, C.R. y BUTTROSE, M.S. 1974. Effect of temperature on ontogeny of berries of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 99(5):390-394.

HUDSON, R.R.; ALESKA, A.; MASOTTA, H.T. y MURO, A. 1990. Atlas de suelos de la República Argentina. Provincia de Mendoza. Escala 1: 1.000.000. Es. AR. INTA-CIRN/PNUD; Buenos Aires. Tomo II, 71-106; cuadros, mapas.

HUGLIN, P. y SCHNEIDER, C. 1998. *Biologie et écologie de la vigne*, 2<sup>e</sup> édition. Lavoisier Tec&Doc. Paris. 370p.

IGOUNET, O.; BALDY, Ch.; ROBIN, J.P.; BOULET, J.C.; SANON, M. y SUARD, B. 1995. Effets de revêtements artificiels du sol sur la température a l' intérieur des grappes de raisin au cours de la maturation. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 29, N°3, 131-142.

INGELS, C.A.; BUGG, R.L.; MCGOURTY, G.T. y CHRISTENSEN, L.P. 1998. *Cover cropping in vineyards, a grower's handbook*. University of California. Division of agriculture and natural resources. Publication 3338. 162p.

KLIEWER, W.M. y LIDER, L.A. 1970. Effect of day temperature and light intensity on growth and composition of *Vitis vinifera* L. fruits. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 95(6), 766-769.

KLIEWER, W.M. 1973. Berry composition of vitis vinifera cultivars as influenced by photo and nycto temperatures during maturation. Journal of the American Society for Horticultural Science 98(2), 149-152.

LARCHEVÊQUE, C.; CASANOVA, A.; DUPUCH, V. y RENARD, R. 1998. Influence de la fumure azotée sur une vigne de *Vitis vinifera* L. var. Merlot avec enherbement permanent (composition azotée, nature et teneur des acides aminés des moûts et des vins). J. Int. Sci. Vigne Vin 32, n° 1, 27-43.

LE GOFF-GUILLOU, I.; MARSAULT, J. y RIOU, C. 2000. Impacts de l'enherbement sur le fonctionnement de la vigne, la composition des moûts, les durées de fermentation et la qualité des vins. Synthèse d' un essai de 5 ans mené sur les principaux terroirs du Saumurois. Progrès Agricole et Viticole 117, N°5, 103-110.

LUDVIGSEN, K. 1995. Temperature of soil at three depths with straw mulch and bare soil treatments. The Australian Grapegrower & Winemaker. Annual Technical Issue, 103-109.

MAIGRE, D. 1999. Comportement physiologique de la vigne et microclimat lumineux des grappes: Influence de l' enherbement permanent. Résultats 1997 sur Gamay. Progrès Agricole et Viticole 116, N°12, 278-284.

MAIGRE, D. 2000. Essai d'enherbement et de fumure azotée sur Gamay dans le bassin lémanique. Comportement physiologique et microclimat des grappes. Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture. Vol. 32 (6): 335-339.

MAIGRE, D. y AERNY, J. 2001a. Enherbement permanent et fumure azotée sur cv. Gamay dans le Valais central. Résultats agronomiques. Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture. Vol. 33 (3): 145-150.

MAIGRE, D. y AERNY, J. 2001b. Enherbement et fumure azotée sur cv. Gamay dans le Valais central. Résultats analytiques et organoleptiques. Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture. Vol. 33 (4): 199-204.

MAIGRE, D.; AERNY, J. y MURISIER, F. 1995. Entretien des sols viticoles et qualité des vins de Chasselas: influence de l'enherbement permanent et de la fumure azotée. Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture. Vol. 27 (4): 237-251.

MARAIS, J.; HUNTER, J.J. y HAASBROCK, P.D. 1999. Effect of canopy microclimate, season and region on Sauvignon blanc grape composition and wine quality. South African Journal of Enology and Viticulture, vol. 20, N°1.

McLEOD, R.W. y STEEL, C.C. 1999. Effects of brassica-leaf green manures and crops on activity and reproduction of *Meloidogyne javanica*. Nematology, Vol. 1(6), 613-624.

MORLAT, R.; JACQUET, A. y ASSELIN, C. 1993. Principaux effets de l'enherbement permanent contrôlé du sol, dans un essai de longue durée en Anjou. Progrès Agricole et Viticole 110, N°19, 406-410.

NAZRALA, M. L. y MARTÍNEZ, H. 1976. Abonos verdes y cobertura vegetal en vid. En: IDIA N° 343-348, 7-42.

ORIOLANI, E.J.A. y GATICA de MATHEY, M. 1994. Enfermedades de la vid en Mendoza y San Juan. En: Sanidad de la Vid. P. 6-18. INTA, Centro Regional Cuyo. (Agro de Cuyo, Manuales, Fascículo 8).

ORTIZ MALDONADO, A. 2001. Distribución geográfica de los elementos meteorológicos principales y adversidades de Mendoza. Bodegas de Argentina. Triunfar s.a. 141 pag.

PORTER, R.G. 1998. The impact of ground cover treatment upon frost incidence and severity. *The Australian Grapegrower & Winemaker. Annual Technical Issue*, 89-91.

PRADEL, E. y PIERI, P. 2000. Influence of a grass layer on vineyard soil temperature. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 6, 59-67.

RAZUNGLES, A.J.; BAUMES, R.L.; ROBIN, J.P. y BAYONOVE, C.L. 1996. Microclimatic influences in the vineyard on the flavor quality of grapes. *Proceedings for the 4<sup>th</sup> International Symposium on Cool Climate Viticulture and Enology*. V49-V53.

RIBEREAU-GAYON, P. y STONESTREET, E. 1965. Dosage des anthocyanes dans les vins rouges. *Bulletin de la Société Chimique* 9, 2649-52.

RIOU, C. y MORLAT, R. 1996. Valorisation agroviticole de l'effet terroir par l'enherbement des sols. 1<sup>o</sup> Colloque International Les Terroirs Viticoles, Angers, France.

ROMANELLA, C.A. 1957. Los suelos de la región del Río Mendoza. *Boletín de Estudios Geográficos* N° 14. Vol. IV. Instituto de Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. U.N.C. 64 pag.

SALMON, J.M.; MAILHAC, N.; SAUVAGE, F.X.; BIRON, M.J. y ROBIN, J.P. 1997. Effet d'un revêtement réfléchissant artificiel sur le microclimat radiatif et thermique de la vigne et incidence sur la microflore levurienne de surface. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*. Vol.31(4), 185-196.

SARRANTONIO, M. 1995. Leguminosas mejoradoras del suelo. Metodologías de evaluación. Instituto Rodale. EEUU. 301p.

SAUVAGE, F.X.; CHOVELON, M. y ROBIN, J.P. 2000. Les propriétés de reflectance du sol de la parcelle sont a considérer comme des paramètres du terroir. (Correspondencia enviada por el autor).

SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; BRADSTREET, E.D.; HEMMINGSEN, E.A. 1965. Sap pressure in vascular plants. *Science* 148, 339–346.

SINGLETON, V.L. y ROSSI, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics withphosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. En: *American Journal of Enology and Viticulture*, 16 (3): 144-158.

SMART, R.E. 1985. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality. A review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 36, N°3, 230-239.

SMART, R.E.; SMITH, S.M. y WINCHESTER, R.V. 1988. Light quality and quantity effects on fruit ripening of Cabernet-Sauvignon. *American Journal of Enology and Viticulture*, 39, 250-258.

SMART, R. y ROBINSON, M. 1992. Sunlight into wine. A handbook for winegrape canopy management. *Winetitles*, Adelaide, 88 p.

SPRING, J.L. 2001. Influence du type d'enherbement sur le comportement de la vigne et la qualité des vins. Résultats d'un essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. Résultats agronomiques. *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture*. Vol. 33 (5): 253-260.

SPRING, J.L. 2002. Influence du type d'enherbement sur le comportement de la vigne et la qualité des vins. Résultats d'un essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. Résultats oenologiques. *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture*. Vol. 34 (2): 111-116.

SUSTAINABLE AGRICULTURE NETWORK. 1998. Managing cover crops profitably. Second edition. U.S.A. 212p.

TOMASI, D.; CALÒ, A.; COSTACURTA, A.; ALDIGHERI, R.; PIGELLA, E. y DI STEFANO, R. 2000. Effect of microclimate on the vegetative and aromatic response of the vine variety Sauvignon b., clone R3. *Riv. Vitic. Enol.*, N 2/3.

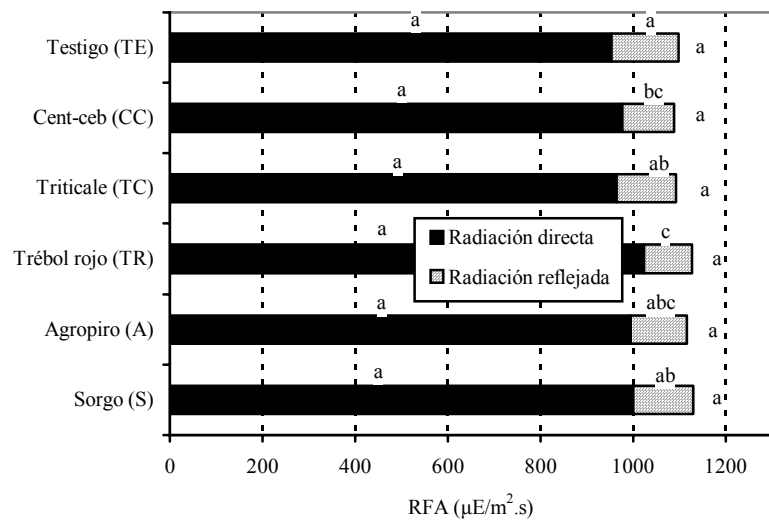
ULIARTE, E.M.; MINATELLI, P. y DEL MONTE, R.F. 2002. Manejo del suelo mediante coberturas vegetales en viñedos regadíos. Es. En: Conferencias SITEVI-Mercosur; Mendoza, 2002. AR. INTA EEA Mendoza; Mendoza.

ULIARTE, E.M. y DEL MONTE, R.F. 2003. Evaluación comparativa de coberturas vegetales en el manejo de viñedos regadíos de Mendoza (Argentina). IX Congreso Latinoamericano de Viticultura y Enología; 24 al 28 de noviembre de 2003. Santiago de Chile.

WOLFE, D. 1998. Management strategies for improved soil quality with emphasis on soil compactation. Report N° 72. Cornell University. Dept. of Fruit and Vegetable Sci.. Ithaca. N.Y.

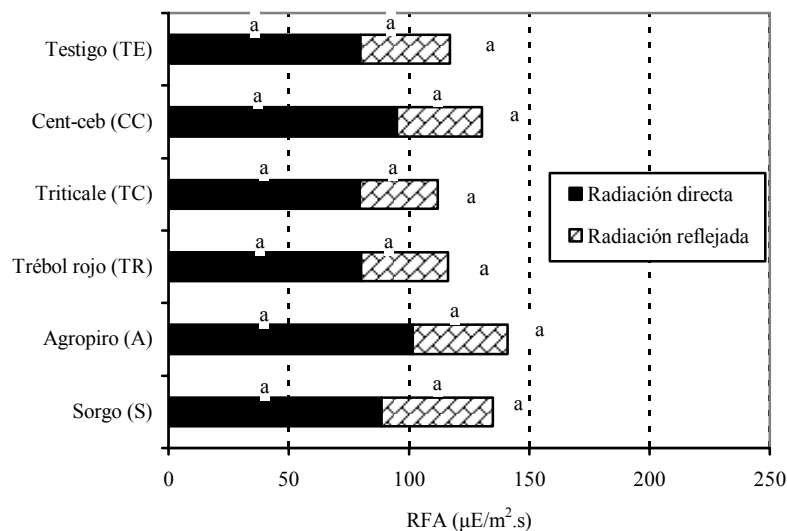
ZOECKLEIN, B.W.; FUGELSANG, K.C.; GUMP, B.H. y NURY, F.S. 2001. Análisis y producción de vino. Editorial ACRIBIA S.A. Zaragoza, España. p. 80-83.

**APÉNDICE**



*Figura 28.* Radiación directa y reflejada (RFA) recibida a nivel del cordón, durante brotación (14/10/03). Promedio de tres mediciones durante el día (10, 13 y 16 hs.). Las letras idénticas junto a las barras indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ). Las letras al final de cada barra comparan los totales.

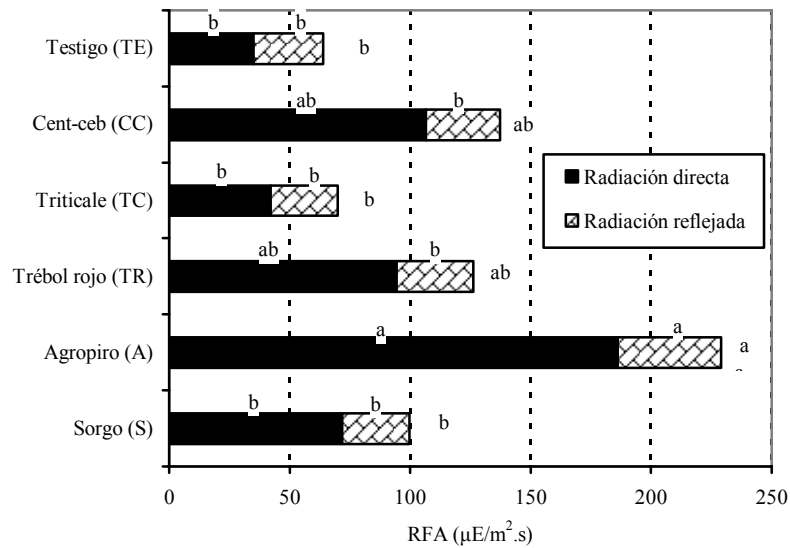
*Figure 28.* Radiation directe (RPA) réceptionné au niveau du cordon, pendant débourement (14/10/03). Moyenne de trois méditations pendant le jour (10, 13 y 16 hs.). Les lettres identiques à côté des barres indiquent q'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ). Les lettres au final de chaque barre comparent les totales.



*Figura 29.* Radiación directa y reflejada (RFA) recibida al nivel de la inflorescencia, durante floración (19/11/03). Promedio de tres mediciones durante el día (10, 13 y 16 hs.). Las letras idénticas junto a las barras indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ). Las letras al final de cada barra comparan los totales.

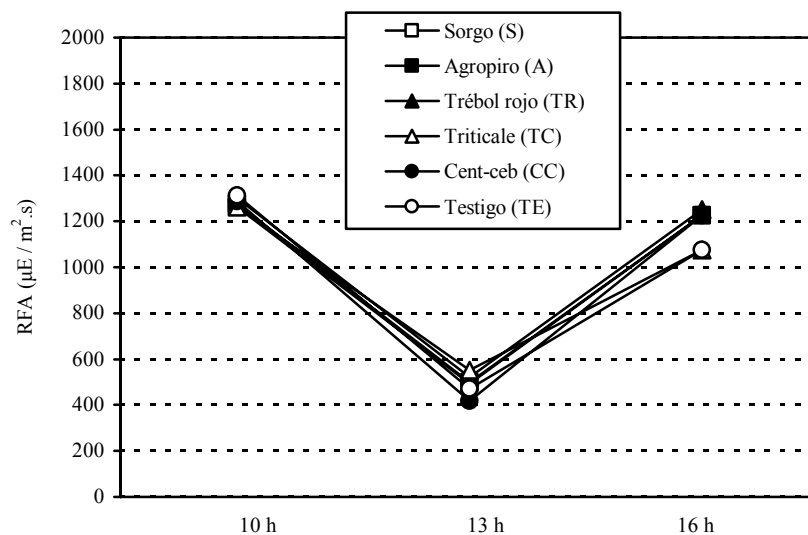
*Figure 29.* Radiation directe et réfléchie (RPA) réceptionné au niveau de l'inflorescence, pendant floraison (19/11/03). Moyenne de trois méditations pendant le jour (10, 13 y 16 hs.). Les lettres identiques à côté des barres indiquent q'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ). Les lettres au final de chaque barre comparent les totales.





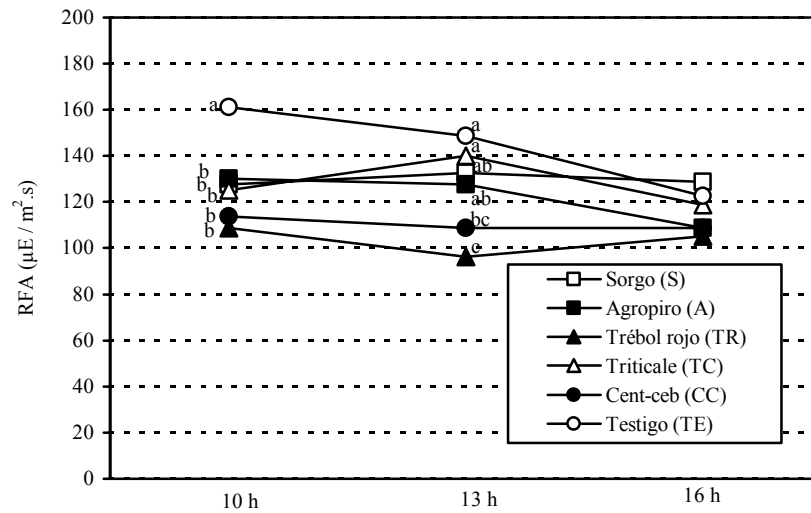
*Figura 30.* Radiación directa y reflejada (RFA) recibida al nivel de racimos durante envero (20/01/04). Promedio de tres mediciones durante el día (10, 13 y 16 hs). Las letras idénticas junto a las barras indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ). Las letras al final de cada barra comparan los totales.

*Figure 30.* Radiation directe et réfléchi (RPA) réceptionné au niveau des grappes pendant véraison (20/01/04). Moyenne de trois méditations pendant le jour (10, 13 y 16 hs). Les lettres identiques à côté des barres indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ). Les lettres au final de chaque barre comparent les totales.

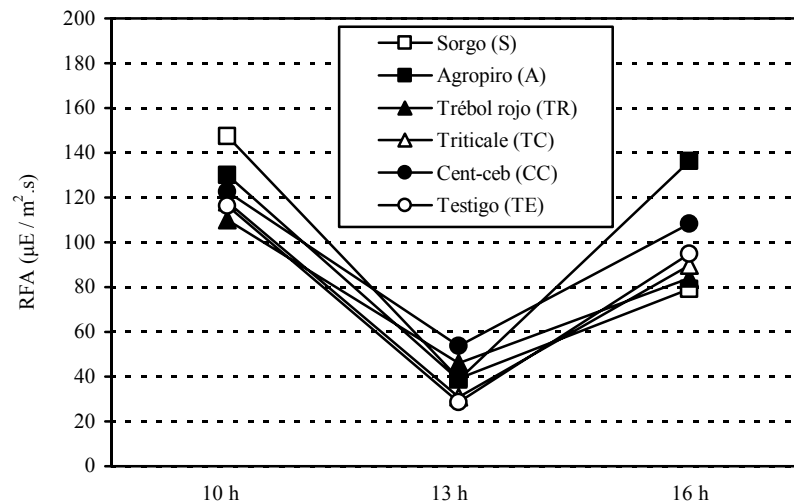


*Figura 31.* Radiación directa (RFA) recibida a nivel del cordón durante brotación (14/10/03). Evolución diaria. No se registraron diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ )

*Figure 31.* Radiation directe (RPA) réceptionné au niveau du cordon pendant débourrement (14/10/03). Evolution journalière. Il n'y a pas de différences significatives entre moyennes ( $p \leq 0,05$ ).



*Figura 32.* Radiación reflejada (RFA) recibida a nivel del cordón durante brotación (14/10/03). Evolución diaria. Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).  
*Figure 32.* Radiation réfléchi (RPA) réceptionné au niveau du cordon pendant débourrement (14/10/03). Evolution journalière. Les lettres identiques indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).



*Figura 33.* Radiación directa (RFA) recibida a nivel de inflorescencia durante floración (19/11/03). Evolución diaria. No se registraron diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).  
*Figure 33.* Radiation directe (RPA) réceptionné au niveau de l'inflorescence, pendant floraison (19/11/03). Evolution journalière. Il n'y a pas de différences significatives entre moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

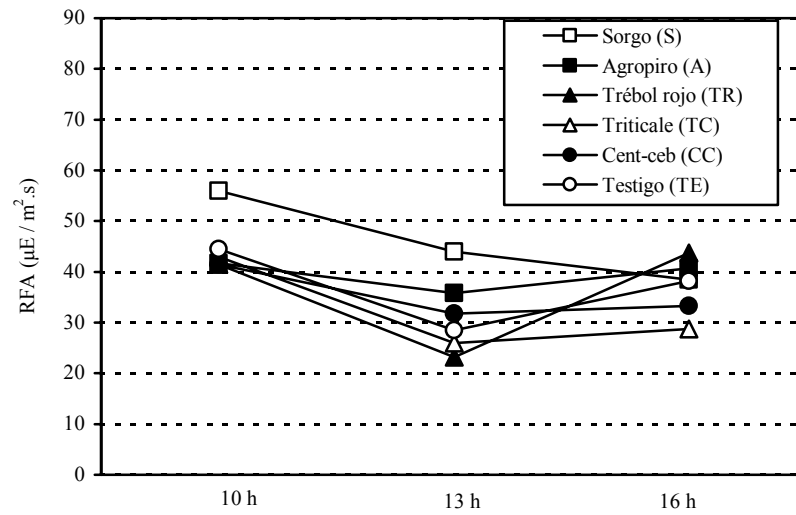


Figura 34. Radiación reflejada (RFA) recibida a nivel de inflorescencia durante floración (19/11/03). Evolución diaria. No se registraron diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ )

Figure 34. Radiation réfléchie (RPA) réceptionné au niveau de l'inflorescence pendant floraison (19/11/03). Evolution journalière. Il n'y a pas de différences significatives entre moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

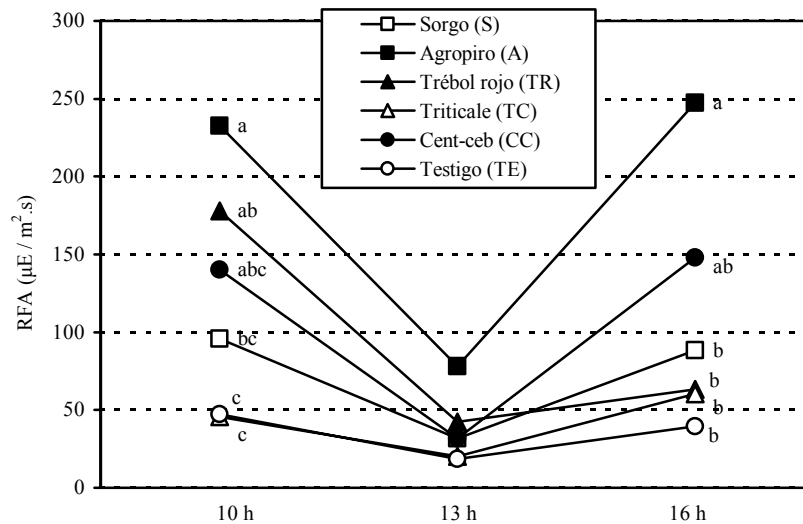


Figura 35. Radiación directa (RFA) recibida a nivel de racimos durante enero (20/01/04). Evolución diaria. Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).

Figure 35. Radiation directe (RPA) réceptionné au niveau des grappes, pendant véraison (20/01/04). Evolution journalière. Les lettres identiques indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

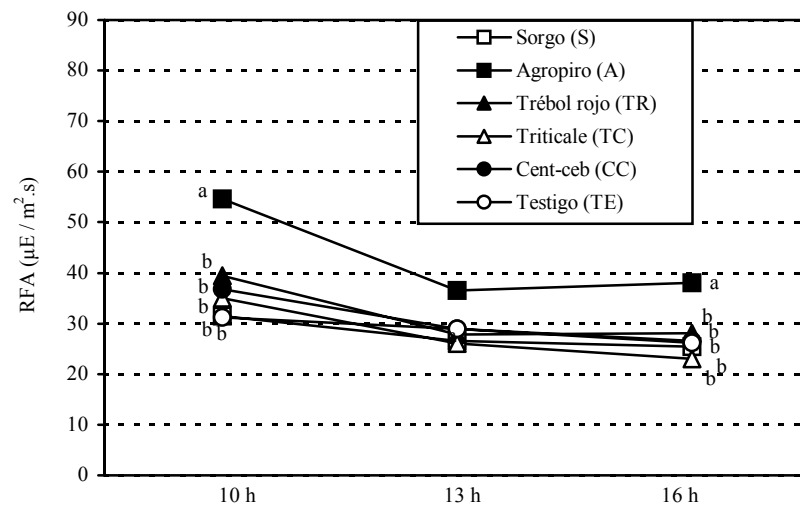


Figura 36. Radiación reflejada (RFA) recibida a nivel de racimos durante envero (20/01/04). Evolución diaria. Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).

Figure 36. Radiation réfléchi (RPA) réceptionné au niveau des grappes pendant véraison (21/01/04). Evolution journalière. Les lettres identiques indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

Tabla 21. Radiación reflejada para cada rango del espectro, captada fuera de la canopia, el día 29/12/03 entre las 11 y las 13hs. Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,05$ ).

Tableau 21. Radiation réfléchi pour chaque rang du spectre, capte dehors la végétation, le jour 29/12/03 entre les 11 et les 13hs. Les lettres identiques indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

	Radiación reflejada (Watt/m <sup>2</sup> .nm)						Total (315-1100 nm)
	UV (315-400 nm)	Azul (405-500 nm)	Verde (505-600 nm)	Rojo (605-700 nm)	IR cercano (705-1100 nm)	RFA (400-700 nm)	
Sorgo (S)	0,12 bc	0,45 c	0,81 b	0,63 b	4,22 c	1,89 b	6,23 bc
Agropiro (A)	0,07 c	0,27 d	0,48 c	0,33 c	4,43 bc	1,08 c	5,58 c
Trébol rojo (TR)	0,06 c	0,23 d	0,46 c	0,24 c	6,05 a	0,93 c	7,04 b
Triticale (TC)	0,16 b	1,03 b	1,75 a	1,95 a	5,25 ab	4,74 a	10,14 a
Cent-Ceb (CC)	0,07 c	0,29 d	0,53 c	0,41 c	3,89 c	1,23 bc	5,19 c
Testigo (TE)	0,41 a	1,26 a	1,59 a	1,67 a	4,08 c	4,52 a	9,00 a

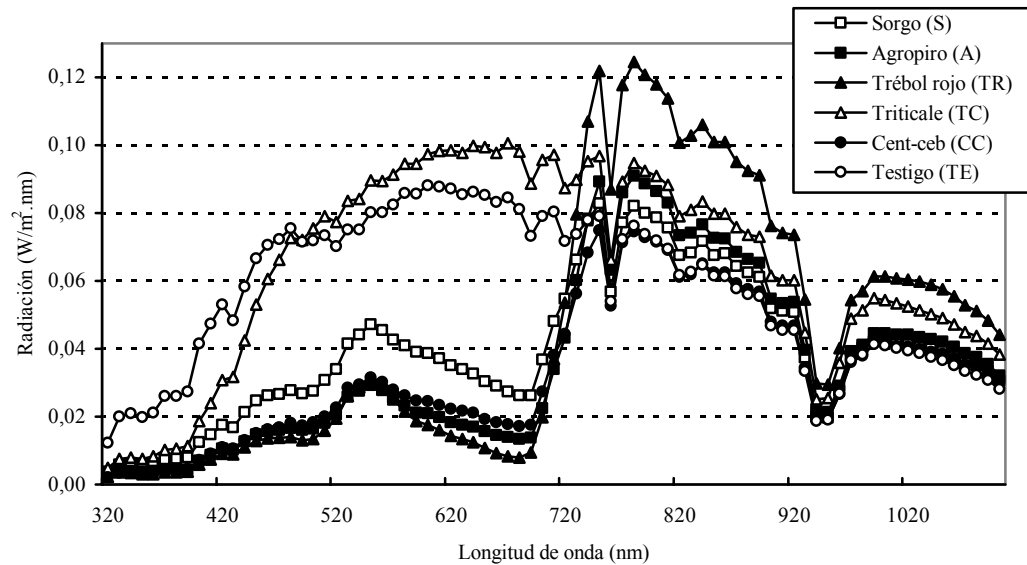
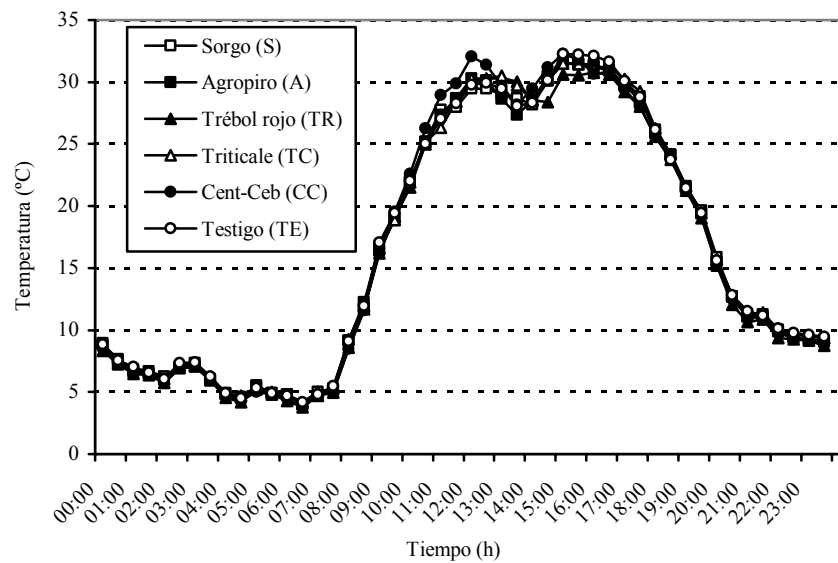


Figura 37. Espectro de la radiación reflejada. Medición realizada el 29/12/03 entre las 11 y las 13hs  
 Figure 37. Spectre de la radiation réfléchié. Mesure réalisée le 29/12/03 entre les 11 et les 13hs.

Tabla 22. Microclima en la zona del cordón. Valores promedio de cuatro días durante brotación (25, 26, 29 y 30/09/2003 y del 6 al 9/10/2003). Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p = 0,05$ ).

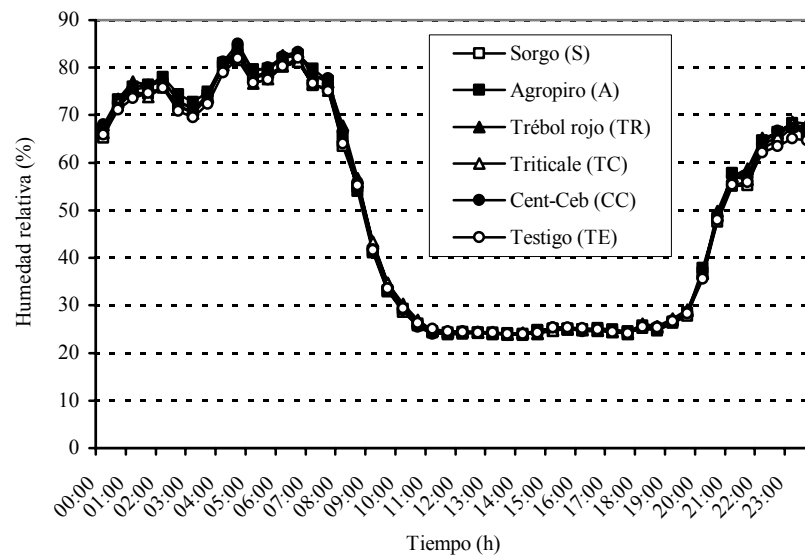
Tableau 22. Microclimat dans la zone du cordon. Moyenne de quatre jours pendant débourrement (25, 26, 29 et 30/09/2003 et de 6 jusque 9/10/2003). Les lettres identiques indiquent q'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

<b>Microclima en la canopia</b>				
	<b>Temp. min.(°C)</b>	<b>Temp. max.(°C)</b>	<b>Amplitud termica (°C)</b>	<b>Humedad relativa (%)</b>
Sorgo (S)	3,56 a	32,95 a	29,40 a	49,09 a
Agropiro (A)	3,44 a	32,69 a	29,25 a	50,09 a
Trébol rojo (TR)	3,24 a	32,84 a	29,60 a	50,25 a
Triticale (TC)	3,56 a	32,63 a	29,07 a	49,34 a
Cent-ceb (CC)	3,45 a	33,89 a	30,45 a	49,94 a
Testigo (TE)	3,66 a	34,01 a	30,35 a	49,02 a



*Figura 38.* Evolución diaria de la temperatura a nivel del cordón. Valores promedio de cuatro días durante brotación (25, 26, 29 y 30/09/2003 y del 6 al 9/10/2003).

*Figure 38.* Evolution journalière de la température au niveau du cordon. Moyenne de quatre jours, pendant débourrement (25, 26, 29 et 30/09/2003 et de 6 jusque 9/10/2003).



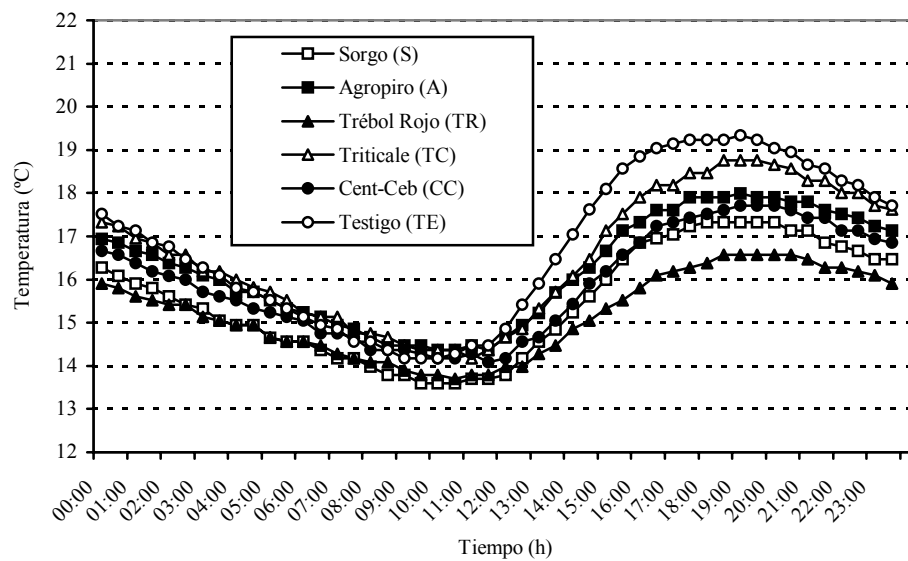
*Figura 39.* Evolución diaria de la humedad relativa a nivel del cordón. Valores promedio de cuatro días durante brotación (25, 26, 29 y 30/09/2003 y del 6 al 9/10/2003).

*Figure 39.* Evolution journalière de l'humidité relative au niveau du cordon. Moyenne de quatre jours, pendant débourrement (25, 26, 29 et 30/09/2003 et de 6 jusque 9/10/2003).

*Tabla 23.* Temperatura de suelo. Valores promedio de cuatro días durante brotación (25, 26, 29 y 30/09/2003 y del 6 al 9/10/2003). Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p = 0,05$ ).

*Tableau 23.* Température du sol. Valeurs milieu de quatre jours pendant débourrement (25, 26, 29 et 30/09/2003 et de 6 jusque 9/10/2003). Les lettres identiques indiquent q'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

	Temperatura de suelo (°C)		
	Mínima	Máxima	Amplitud
Sorgo (S)	13,50 a	17,33 a	3,83 abc
Agropiro (A)	14,18 a	18,09 a	3,91 abc
Trébol rojo (TR)	13,60 a	16,57 a	2,97 c
Triticale (TC)	14,18 a	18,76 a	4,58 ab
Cent-ceb (CC)	13,99 a	17,71 a	3,73 bc
Testigo (TE)	14,18 a	19,33 a	5,15 a



*Figura 40.* Evolución diaria de la temperatura del suelo (Prof.: 15 cm). Valores promedio de cuatro días durante brotación (25, 26, 29 y 30/09/2003 y del 6 al 9/10/2003).

*Figure 40.* Evolution journalière de la température du sol (Prof.: 15 cm). Moyenne de quatre jours pendant débourrement (25, 26, 29 et 30/09/2003 et de 6 jusque 9/10/2003).

Tabla 24. Microclima en la zona de inflorescencias. Valores promedio de cuatro días durante floración (10, 11, 13, 14, 17 al 20/11/03). Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p = 0,05$ ).

Tableau 24. Microclimat au niveau des inflorescences. Moyenne de quatre jours pendant floraison (10, 11, 13, 14, 17 jusque 20/11/03). Les lettres identiques indiquent qu'il n'y a pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

<b>Microclima en la canopia</b>				
	<b>Temp. min.(°C)</b>	<b>Temp. max.(°C)</b>	<b>Amplitud termica (°C)</b>	<b>Humedad relativa (%)</b>
Sorgo (S)	8,16 a	32,77 a	24,61 a	47,88 a
Agropiro (A)	7,86 a	33,50 a	25,64 a	48,62 a
Trébol rojo (TR)	7,66 a	34,47 a	26,81 a	48,92 a
Triticale (TC)	7,86 a	34,04 a	26,18 a	48,79 a
Cent-ceb (CC)	7,86 a	34,13 a	26,26 a	48,97 a
Testigo (TE)	8,27 a	34,87 a	26,60 a	48,75 a

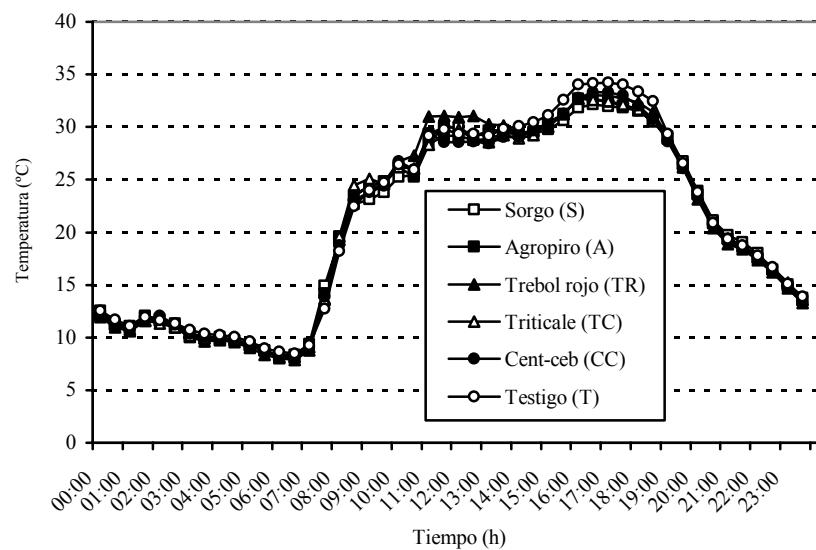


Figura 41. Evolución diaria de la temperatura a nivel de inflorescencias. Valores promedio de cuatro días durante floración (10, 11, 13, 14, 17 al 20/11/03).

Figure 41. Evolution journalière de la température au niveau des inflorescences. Moyenne de quatre jours, pendant floraison (10, 11, 13, 14, 17 jusque 20/11/03).



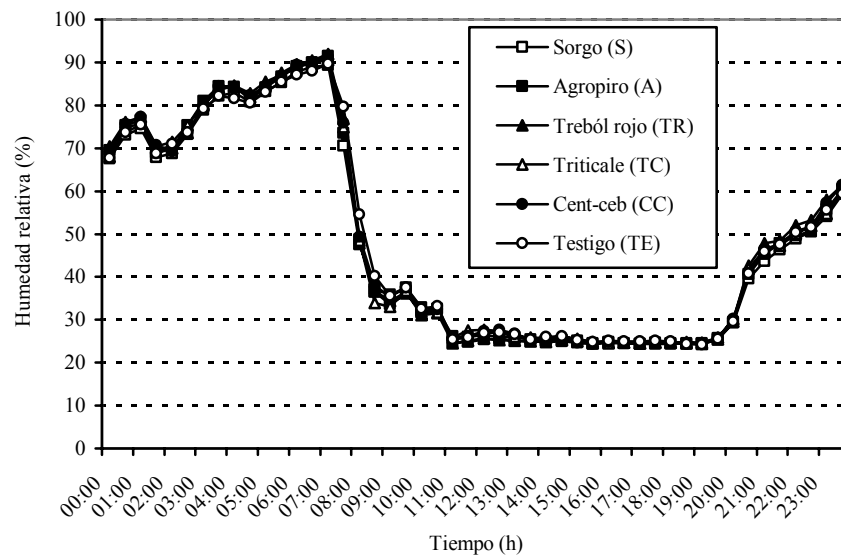


Figura 42. Evolución diaria de la humedad relativa a nivel de inflorescencias. Valores promedio de cuatro días durante floración (10, 11, 13, 14, 17 al 20/11/03).

Figure 42. Evolution journalière de l'humidité relative au niveau des inflorescences. Moyenne de quatre jours, pendant floraison (10, 11, 13, 14, 17 jusque 20/11/03).

Tabla 25. Temperatura del suelo a 15 cm. de profundidad. Valores promedio de cuatro días durante el período de floración (10, 11, 13, 14, 17 al 20/11/03). Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p = 0,05$ ).

Tableau 25. Température du sol aux 15 cm. de profondeur. Moyenne de quatre jours pendant floraison (10, 11, 13, 14, 17 jusque 20/11/03). Les lettres identiques indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

	Temperatura de suelo (°C)		
	Mínima	Máxima	Amplitud
Sorgo (S)	17,43 a	22,29 ab	4,87 b
Agropiro (A)	17,62 a	22,29 ab	4,67 b
Trébol rojo (TR)	17,24 a	20,29 b	3,05 c
Triticale (TC)	17,71 a	22,20 ab	4,49 b
Cent-ceb (CC)	17,43 a	21,14 b	3,72 bc
Testigo (TE)	18,09 a	24,22 a	6,12 a

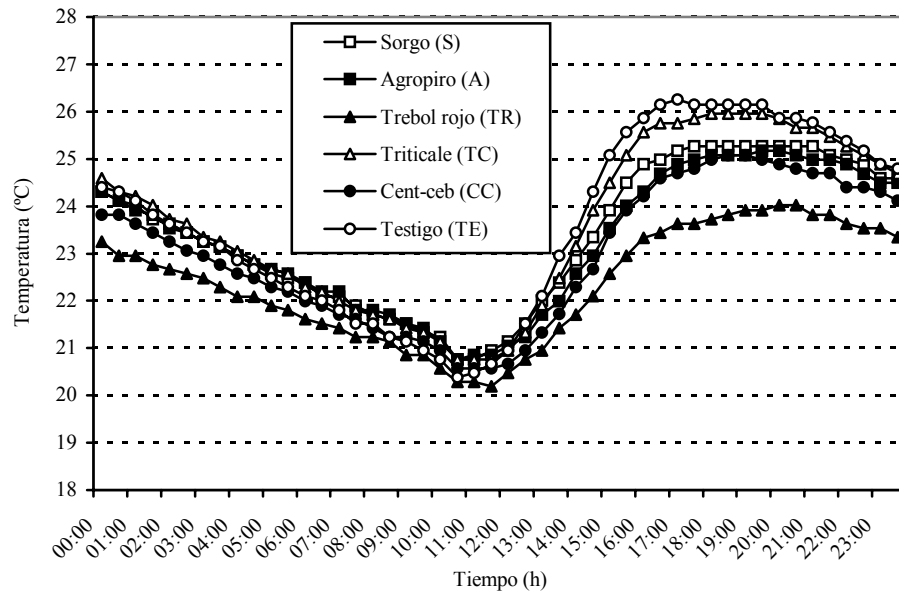


Figura 43. Evolución diaria de la temperatura del suelo (Prof.: 15 cm). Valores promedio de cuatro días durante floración (10, 11, 13, 14, 17 al 20/11/03).

Figure 43. Evolution journalière de la température du sol (Prof.: 15 cm). Moyenne de quatre jours pendant floraison (10, 11, 13, 14, 17 jusque 20/11/03).

Tabla 26. Microclima en la zona de racimos. Valores promedio de cuatro días durante envero (12, 13, 19 al 22/01/04). Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p = 0,05$ ).

Tableau 26. Microclimat au niveau des grappes. Moyenne de quatre jours pendant véraison (12, 13, 19 jusque 22/01/04). Les lettres identiques indiquent qu'il ne pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

<b>Microclima en la canopia</b>				
	<b>Temp. min.(°C)</b>	<b>Temp. max.(°C)</b>	<b>Amplitud termica (°C)</b>	<b>Humedad relativa (%)</b>
Sorgo (S)	15,80 a	34,47 a	19,67 a	54,41 a
Agropiro (A)	15,61 a	38,02 a	22,41 a	53,19 a
Trébol rojo (TR)	15,51 a	37,10 a	21,59 a	53,66 a
Triticale (TC)	15,90 a	35,73 a	19,83 a	54,29 a
Cent-ceb (CC)	15,61 a	38,27 a	22,66 a	54,09 a
Testigo (TE)	16,00 a	35,55 a	19,56 a	53,86 a

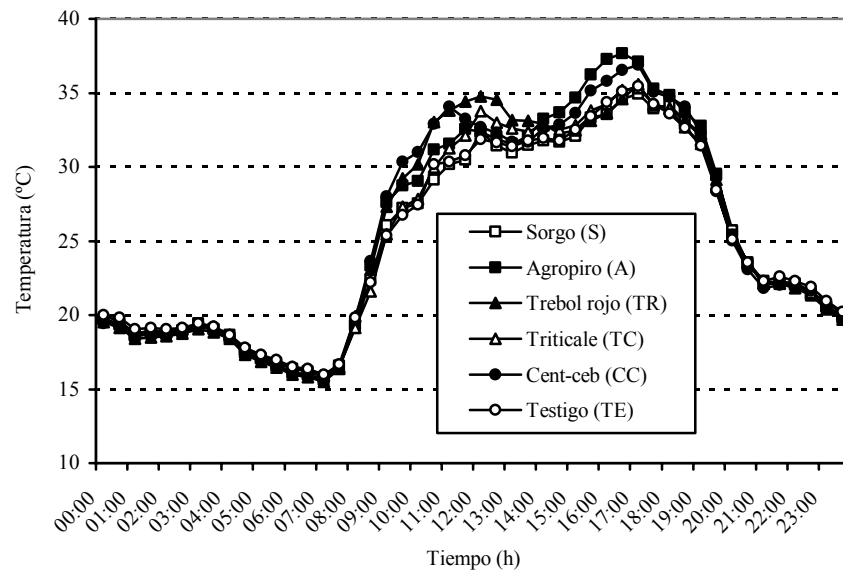


Figura 44. Evolución diaria de la temperatura a nivel de racimos. Valores promedio de cuatro días durante enero (12, 13, 19 al 22/01/04).

Figure 44. Evolution journalière de la température au niveau des grappes. Moyenne de quatre jours pendant véraison (12, 13, 19 jusque 22/01/04).

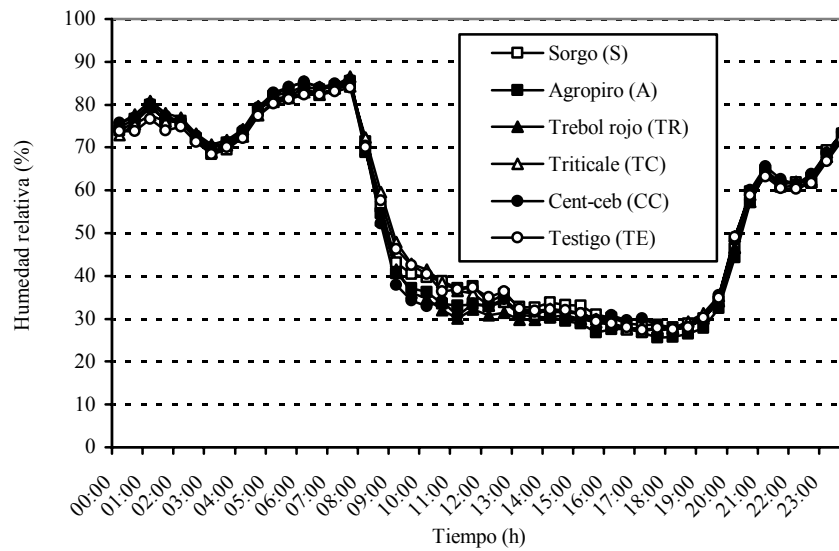


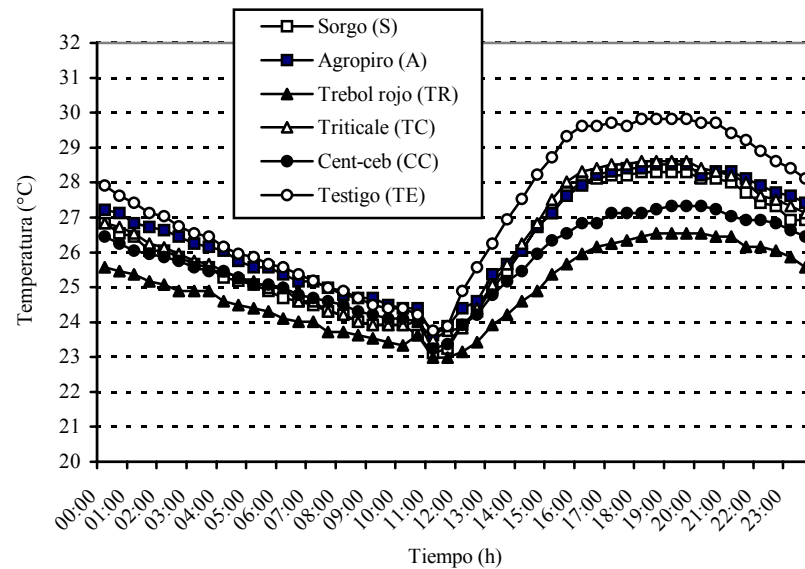
Figura 45. Evolución diaria de la humedad relativa a nivel de racimos. Valores promedio de cuatro días durante enero (12, 13, 19 al 22/01/04).

Figure 45. Evolution journalière de l'humidité relative au niveau des grappes. Moyenne de quatre jours pendant véraison (12, 13, 19 jusque 22/01/04).

*Tabla 27.* Temperatura del suelo a 15 cm. de profundidad. Valores promedio de cuatro días durante enero (12, 13, 19 al 22/01/04). Las letras idénticas indican que no hay diferencias significativas entre las medias ( $p = 0,05$ ).

*Tableau 27.* Température du sol aux 15 cm. de profondeur. Moyenne de quatre jours pendant floraison (12, 13, 19 jusque 22/01/04). Les lettres identiques indiquent qu'il n'y a pas de différences significatives entre les moyennes ( $p \leq 0,05$ ).

	Temperatura de suelo (°C)		
	Mínima	Máxima	Amplitud
Sorgo (S)	23,44 a	28,31 a	4,87 a
Agropiro (A)	23,92 a	28,52 a	4,60 a
Trébol rojo (TR)	22,96 a	26,54 a	3,59 a
Triticale (TC)	23,34 a	28,71 a	5,37 a
Cent-ceb (CC)	23,73 a	27,33 a	3,60 a
Testigo (TE)	24,11 a	29,82 a	5,70 a



*Figura 46.* Evolución diaria de la temperatura del suelo (Prof.: 15 cm). Valores promedio de cuatro días durante enero (12, 13, 19 al 22/01/04).

*Figure 46.* Evolution journalière de la température du sol (Prof.: 15 cm). Moyenne de quatre jours pendant véraison (12, 13, 19 jusque 22/01/04).