

# **INFLUENCIA DE LA ORIENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DEL VIÑEDO EN LA RIQUEZA DE AZÚCARES DE LA VARIEDAD “LISTÁN NEGRO” EN LA COMARCA DE TACORONTE-ACENTEJO DE LA ISLA DE TENERIFE.**

***González Díaz, E\*;  
Brito Jorge, A\*\*;  
Fariñas Alvarez, J\*\*.***

---

\* I.C.I.A. Apdo. 60 – 38200 La Laguna, e-mail: egonzal@icia.es

\*\* Centro Superior de Ciencias Agrarias, Ctra. San Miguel de Geneto, 2 – 38206 La Laguna

## **INTRODUCCIÓN**

El viñedo es un cultivo importante en las Islas, como lo demuestra la superficie actualmente dedicada (aproximadamente 12.000 ha) que lo hace el primer cultivo de la región con un 10% de la superficie agrícola útil. Gran parte de esta superficie se localiza fundamentalmente en cuatro islas (Tenerife, Lanzarote, La Palma y El Hierro).

En el último año el interés económico de la viña se ha visto potenciado debido al Real Decreto 1.472/2.000, en el que se establece la OCM de la viña, modificándose la normativa comunitaria. Dicho decreto propone la implantación de un régimen para la reestructuración y reconversión del viñedo. Estos cambios pueden afectar a la Comunidad Canaria, dado que su sistema de conducción y arcaico manejo cultural, la mayoría de las veces consecuencia de la rutina, tienen como consecuencia una baja rentabilidad de las explotaciones vitivinícolas.

El ánimo de este trabajo es el de estudiar la riqueza en azúcares de la uva en el período de maduración, teniendo en cuenta las distintas orientaciones así como los sistemas de producción horizontal y vertical.

La variedad utilizada para dicho estudio es Listán Negro, que corresponde con la variedad tinta más cultivada en la isla de Tenerife.

El criterio de la elección de la orientación de las filas y del sistema de conducción de un viñedo, está en función, para el viticultor canario, de la forma de la parcela, del sentido de la pendiente, de la disponibilidad de agua y ocasionalmente de la dirección de los vientos dominantes. Si no existen estas premisas, se debería buscar la recepción óptima de la radiación solar.

Esto va a colación de la creencia entre la mayoría de los vitivinicultores canarios que en nuestras condiciones no influye la orientación sino que la orientación del sistema de conducción “lo marca el tractor ya que deben buscar la mayor longitud de la parcela”.

## **LA ORIENTACIÓN DEL VIÑEDO**

El criterio de la elección de la orientación de las filas en un sistema de conducción está en función primero de la forma de la parcela o el sentido de la pendiente y ocasionalmente de la dirección de los vientos dominantes. Si no existen estas premisas, se debe buscar la recepción óptima de la radiación solar.

Consideraciones en primer lugar de la energía captada en el microclima y posteriormente en el mesoclima.

### **Microclima: Energía captada**

No es del todo correcto asegurar que la eficacia fotosintética de una hoja es máxima cuando su limbo es ortogonal a los rayos solares incidentes, dado que la inclinación de los rayos solares varía a lo largo del día. La cantidad de energía recibida en los sistemas de conducción es superior en los sistemas en plano horizontal y en plano vertical dirigido N-S con respecto al plano vertical dirigido E-O (Carbonneau, 1980).

El porcentaje de luz captada por la orientación N-S es 22% mayor que en la dirección E-O (Smart, 1973) y esto se traduce en un incremento del rendimiento entorno al 15-20% (Shaulis y Smart, 1974).

Variando el sistema de conducción es posible modificar la superficie foliar expuesta. Este índice que depende de la densidad de plantación, disposición de la vegetación, longitud del follaje, etc. Es un buen índice de la potencialidad fotosintética del sistema de conducción (Carbonneau, 1983).

### **Mesoclima. Energía captada**

En los viñedos plantados a una alta densidad se debe considerar la interacción de plantas y en sistemas verticales conviene evitar que la distancia entre las filas sea inferior a la altura total del plano vegetal.

En la orientación N-S, la totalidad de la radiación es captada por el follaje durante gran parte de la mañana y de la tarde. Con la orientación E-O, la radiación es recibida principalmente por el suelo.

La duración de la insolación de un viñedo depende de su orientación. Se pensaba que la peor es la exposición al norte y la mejor corresponde al sur. De hecho, la mayoría de los viñedos están orientados hacia el este (NE, E, SE); reciben los primeros rayos del sol que al evaporar lentamente el rocío de la noche, limitan así el enfriamiento provocado por una

evaporación rápida. El sombreado se produce a tempranas horas de la tarde pero el aire se enfría progresivamente, constituyendo una lenta transición con el frescor de la noche (Branas et al, 1946).

## **COMPOSICION DE LA UVA Y FACTORES RELATIVOS A LA CALIDAD DEL VINO**

La evaluación de factores que puede influir en la cualidad del vino es especialmente difícil debido a problemas en los sistemas de determinación de la calidad. El vino debe ser definido en la cata con referencia a cuatro parámetros: aspecto visual, aromas, gusto y sensaciones táctiles, factores que son inevitablemente subjetivos y varían de catador a catador.

Los paneles de catadores pueden dar una evaluación de la calidad pero en la inspección de la literatura es a menudo difícil obtener algo más que una idea superficial de los métodos de uso. Los análisis químicos de vinos podrán ser un método ideal de evaluación, sería la confirmación de la evaluación sensorial. La mejora de la tecnología supondría contar con mejores posibilidades de evaluación; algunos indicadores están presentes y serán discutidos posteriormente.

### **Sólidos solubles.**

El contenido en sólidos solubles es expresado como ° Brix, °Balling, °Baumé, o °Oechsle, y pueden ser medidos por varios métodos (Amerine y Winkler, 1944; Jackson, 1986; Ough, 1996). El valores cercanos a la madurez (18° Brix), indican que los niveles de SS son un 1% del actual contenido de azúcar (glucosa y fructosa); antes de tiempo, el nivel de azúcar puede ser 4% a 5% por debajo que el SS, la diferencia aparecida es debido a otros compuestos que producen índices de refracción similares (Crippen & Morrison, 1986). Los niveles de azúcar indican el potencial de alcohol que se producirá en la posterior fermentación. Como la uva madura, el incremento de SS indica el nivel conveniente de maduración para una determinada zona. En zonas donde las estaciones son cortas, el fin de la maduración rara vez ocurre, y el nivel de SS es un útil indicador de la madurez y calidad. De este modo, los precios son usualmente ajustados a el SS presente en las uvas de la cosecha (Koblet, 1986). En Alemania, por ejemplo, el vino es clasificado según el contenido en sólidos solubles en las uvas de la cosecha.

El uso de SS en la época cálida o después de la caída de las lluvias es menos efectivo en la determinación de la calidad del vino a menos que otros componentes sean monitorizados. Uvas de alto ° Brix pueden producir vinos con altos contenidos de alcohol que enmascararían las cualidades de otros componentes. Por lo tanto, una graduación de 24° Brix es, a menudo, usado para indicar la madurez para la calidad de los vinos de mesa en zonas cálidas (Winkler et al, 1974).

## El efecto del clima sobre la calidad del vino

Una encuesta en las áreas vitivinícolas del mundo parecen indicar una relación directa entre clima y calidad. Con tal de que el clima sea suficientemente caluroso para la maduración de un determinado cultivar de uva, la calidad tendrá una relación inversa a lo caluroso y largo del verano; de este modo, encontramos que según la clasificación, los vinos de mejor calidad son producidos más en el centro y norte de una región que en el sur, en las zonas costeras frías de California o Australia más que las zonas calientes del interior, en el norte de Italia más que en el sur (Johnson, 1985), (Becker, 1985). Acerca de los efectos del clima sobre la calidad se dice: "en climas fríos los vinos blancos son más frescos, más ácidos y finos al aroma, en las regiones calientes los vinos tienen alto contenido en alcohol y suave gusto y aroma".

Los vinos elaborados con algunas variedades, a menudo, tienen características típicas que la identifican con la región: ejemplo, Pinot noir desde el sur de Nueva Zelanda o en las zonas más frías del norte de las costas de California. La calidad de estos vinos son juzgados por el carácter regional, tal como demuestra un balance hacia la luminosidad de los vinos, el aroma de la baya, y/o su frescor. Pero también, la calidad del vino depende de la temperatura de maduración. Por lo tanto, la mejor variedad en una región será una en la que la franja de crecimiento de la estación y que la maduración ocurra durante la porción fría de dicha estación pero lo suficientemente cálida para continuar la acumulación de SS y el desarrollo del sabor en las bayas.

Experimentalmente, una de las mayores restricciones es la dificultad de alcanzar la uniformidad. Esto es obvio que en las comparaciones de los distritos son confundidos por diferentes aspectos geográficos y suelos, más la cultura vitivinícola y la dirección de las prácticas. Los mismos climas no son uniformes, tienen variaciones, con respecto al efecto de la temperatura, e incluyen diferencias en los rangos diarios, las cantidades de lluvia y distribuciones de esta, humedades y vientos.

### Temperatura. Efecto sobre la temperatura

Las temperaturas más cálidas conllevan altos SS (Aljibury, 1975; Galet, 1983).

En un estudio controlado usando el crecimiento de Pinot gris en contenedores para minimizar las diferencias del suelo y en un similar microclima frío, (Becker, 1977) muestra que las bayas en un microclima cálido alcanza altos °Brix y que los vinos elaborados con estas bayas estaban más valorados. Kliewer y Torres (1972), usaron diferentes temperaturas nocturnas y diurnas, buscando pequeños efectos sobre los sólidos solubles. Diversos estudios muestran que la acumulación de azúcar está más influenciada por la temperatura en los dos primeros estadios del crecimiento de la baya y que en la fase final del crecimiento de la baya tiene pequeños efectos sobre el final nivel de azúcar (Alleweldt, Doring y Jung, 1984). Hofacker, Alleweldt y Khader (1976), en contraste, busca que el azúcar estaba más relacionado a las temperaturas en el estado tercero del desarrollo de las bayas.

Aunque las temperaturas cálidas normalmente acelerarán la maduración, hay un límite superior por encima del cual la asimilación se reduce. Alleweldt, Eiback y Rhuel (1982) buscar el rango de asimilación en la fotosíntesis a 25°C, y el trabajo de Kliewer y Lider (1970) sugiere fotosíntesis eficientes entre el 90% y el 100% para temperaturas entre 18°C y 33°C. Estos porcentajes disminuyen si las temperaturas salen de estos rangos. Temperaturas de 4°C por cuatro días en el primer estado de desarrollo de la baya retrasan la maduración y reducen los SS en las bayas de Sultana y Napa Gamay (Matsui, Ryugo y Kliewer, 1982).

En los sistemas de formación, la luz incidente debido la poda, resulta un factor limitante, produciendo una alta densidad de pámpanos que tienen una ramificación indeseable: se reduce la circulación del aire y los niveles de humedad aumentan la incidencia de enfermedades y de este modo se reduce la calidad del vino, especialmente en determinados climas; el aumento del sombreado en los pámpanos y yemas, lo que reduce la floración al año siguiente, y que consecuentemente afectan a los sarmientos y varían la composición y calidad de la producción. Para evitar estas consecuencias, los viticultores tienen a menudo que modificar sus plantaciones y los sistemas de entutorado, distribuyendo los pámpanos para que estén menos presionados.

Un forma de aumentar la distribución en regiones frías es disponer más unidas las filas de conducción, una práctica común en muchos viticultores del norte de Europa. Carbonneau, Casteran y Leclair (1978), buscaron la forma de entutorado más eficaz en una conducción en forma de U con formación vertical de los pámpanos mejorando la maduración y la calidad del vino de Cabernet Sauvignon y de los vinos blancos de Burdeos. Igualmente, Smart (1984) buscó un sistema de conducción vertical, el sistema Te Kauwhata con el cultivar Gewürztraminer para mejorar la calidad del vino. Intriery (1987) anotó la mejora en la calidad del vino de Sangiovese sobre el sistema Geneva Double Curtain. Los tres sistemas de conducción llevan a una mejora microclimática debido a una mejor relación espacial.

Un acercamiento diferente es la práctica de la mínima poda (MP). En este método, las viñas en crecimiento sobre un emparrillado vertical de 1,8 m. de altura, y aparte de recortes mecánicos de la planta en momentos determinados del año. Los resultados en este clima cálido sugieren que después de un incremento en la producción en el primer año, después de realizar la poda, la producción se estabiliza y la composición del jugo no es muy diferente al de las podas estándar. Resultados con Müller Thurgau y Chardonnay obtenidos en un clima frío en Nueva Zelanda y en tres años, la producción era buena en viñas con poda mínima. La composición del mosto y la calidad del vino era inferior sobre viñas con poda mínima. También así la producción era elevada pero equivalentes a los sistemas de conducción verticales estándar.

## **Efectos de la luz y la sombra**

Considerables investigaciones han sido emprendidas en años recientes sobre los efectos de los sistemas de conducción sobre la composición de la uva y la calidad del vino, concluyendo que una contribución principal a la pobre calidad es el sombreado en viñas (Smart, 1982; Jackson, 1980). Estos estudios sugieren que un microclima con sombra

incrementa el pH y el contenido en K, y reduce el color del vino y el contenido de fenoles en una determinada fecha.

Estudios posteriores no tienen consistencia y no confirman sus afirmaciones. La sombra neutral impuesta por pantallas de sombra no modifican el pH (Smart, 1988). La sombra natural, reduce el ratio de luz roja lejana haciendo incrementar el pH y los niveles de K (Smart, 1982). Añadiendo luz roja suplementaria a plantas sombreadas aumenta la luz roja lejana y no afecta al pH o K (Smart, 1988). Con viñas a diferentes densidades y de este modo se produce sombra natural, Arecher y Strauss (1989) mostraron que para tratamientos semejantes se redujo la masa de sarmientos y bayas y la producción, así como el color de la piel y el ácido tartárico, pH y ácido málico.

La calidad del vino era afectada negativamente. Ahora aparece que la respuesta del pH de la baya depende de que las bayas están expuestas a sombra natural. Por ejemplo, bayas expuestas al sol y otras a la sombra sobre el crecimiento en campo tienen un pH similar, cuando las bayas y/o hojas estaban sombreadas por hojas situadas de forma contigua (Crippen y Morrison, 1986 a).

Los resultados de las medidas de azúcar y niveles de ácidos son un poco más sencillos. La sombra, natural o artificial, tempranamente siempre reducen los niveles de azúcar y usualmente incrementan la acidez, una respuesta que es normalmente interpretada como retrasos en la maduración (Kliwer, 1973); Morrison, 1988; Reynolds, 1985). Este es probablemente más consecuencia del sombreado en las hojas que en las bayas (Crippen, 1986; Morrison, 1988).

Posteriores trabajos han tendido a confirmar el efecto de la exposición en el incremento de antocianos y fenoles (Smart, 1988), y la exposición de las bayas parece ser más importante que la de las hojas (Crippen, Morrison, 1986 b).

Usando cartones negros para sombrear las bayas, Giorgessi y Lee (1985) también confirmaron una reducción en antocianos en la piel con pequeños efectos sobre el azúcar y el contenido en ácidos de las bayas. La evaluación sensorial del jugo y vinos desde viñas con hojas sombreadas, bayas u hojas y bayas indica que se podrán detectar diferencias entre cada uno de los tres tratamientos con respecto al aroma del jugo y el aroma y sabor del vino (Morrison, 1988).

Carbonneau (1985) ha también demostrado que la exposición de las bayas tiene una mayor concentración en fenoles y antocianinos, pero advierte que la excesiva exposición con el paso de los años podría provocar una concentración de fenoles indeseables para el aroma en Cabernet Sauvignon.

La exposición a la luz debe incrementar potencialmente los terpenos volátiles (Reynolds, 1985) o disminución de los niveles de metoxypyrazina (Smith, et al 1988). Ha habido también numerosos informes sobre sistemas de conducción en grupos con más exposición al sol con vinos que son clasificados superiores por los paneles de cata (Carbonneau, 1978; Morales y Cava, 1985; Smart, 1982).

Algunos resultados son confusos. Hay un patrón en el cual el excesivo sombreado produce un desequilibrio, resultando un vino de pobre calidad. Las líneas de trabajo actuales buscan evaluar específicos métodos de entutorado relacionados con los efectos del régimen lumínico con la idea de alentar mejoras en el diseño (Smart, 1988). Las prácticas para aumentar la exposición de los pámpanos y sarmientos (al eliminar hojas, por ejemplo) podrían ser consideradas en cada viñedo en particular, dependiendo del microclima.

## **MATERIAL Y MÉTODOS.**

### ***Situación de la Finca.***

La finca en la que se ha desarrollado el estudio se localiza en Valle de Guerra en el término municipal de La Laguna.

Está situada en la vertiente noroeste de la isla y su orientación es norte-sur. Se sitúa a una cota de 275 metros sobre el nivel del mar, ocupando una superficie aproximada de 1 ha.

Dicha finca fue elegida para el estudio debido a que presenta la peculiaridad de tener la viña tanto en sistema de conducción vertical (espaldera) con diferentes orientaciones como en conducción horizontal (parral).

Las cepas están conducidas por medio de espalderas en la zona central de la finca y en forma de doble cordón, y en los lindes se sitúa en parral utilizando una estructura de hierro galvanizado.

El sistema de riego se ha realizado por medio de goteo, con emisores situados cada 30 cm. Existen plantas hortícolas asociadas (“papas” y maíz) a las que se le ha aplicado esporádicamente fertilizantes complejos. El riego no sigue ningún criterio agronómico sino el necesario para dichos cultivos hortícolas.

El suelo es rico en materia orgánica, con baja proporción de cal y abundante nitrógeno, fósforo y potasio.

### ***Material vegetal.***

La totalidad de la parcela sobre la que se ha realizado el estudio está plantada con cepas de la variedad Listán Negro. Éstas tienen quince años de antigüedad.

La variedad Listán Negro es una de las variedades tintas más cultivadas en Tenerife y particularmente en la comarca de Tacoronte-Acentejo.

## **Método y Medición.**

Para la medición de la graduación se utilizó un refractómetro manual de Zeiss.

El refractómetro ha demostrado ser un aparato muy útil para la determinación del grado de madurez. De entre todos los métodos de medición empleados para determinar la densidad o azúcar del mosto es el que proporciona valores más fiables, pues esta medición resultan fáciles de leer. La diferencia entre la temperatura real y la temperatura patrón no provoca errores de lectura graves. La graduación a cero se realiza con agua destilada.

Los refractómetros manuales presentan escalas de densidad del mosto y/o escalas de porcentaje.

El principio en el que se basa el refractómetro consiste en la refracción de la luz producida por líquidos con distintas concentraciones de azúcar u otras sustancias. La posición del límite de la reflexión total y el ángulo de refracción permiten determinar la relación de refracción y con ello leer el valor encontrado.

Para realizar la medición se toman cada tres o cinco días 50 granos de uva que corresponderán a la madurez media de la viña en aquel momento.

Los granos de uva pueden ser estudiados separados o una vez estrujados en conjunto. Para el análisis basta con una gota (Ough, 1996).

## **Descripción del ensayo.**

La experiencia consistió en el estudio de la riqueza de azúcar en la uva durante la época de maduración de la baya en la variedad Listán Negro, y así poder fijar de forma adecuada la influencia del sistema de conducción y la orientación en la evolución del grado de madurez de la uva.

En la parcela de estudio, se recogieron muestras de las diferentes orientaciones y con distintos sistemas de cultivo. Las orientaciones de estudio fueron las siguientes: Sureste-Noreste (espaldera), Norte-Sur (Parral no riego, Parral riego, Espaldera no riego y Espaldera riego), Este-Oeste (Espaldera Cara norte y Cara Sur); siendo los tratamientos los siguientes:

T.1)	Sureste-Noreste	(Espaldera)
T.2)	Este-Oeste	(Espaldera Cara Sur)
T.3)	Norte-Sur	(Espaldera No Riego)
T.4)	Norte-Sur	(Parral No Riego)
T.5)	Norte-Sur	(Parral Riego)
T.6)	Norte-Sur	(Espaldera Riego)
T.7)	Este-Oeste	(Espaldera Cara Norte)

El grado de madurez de la pulpa es función en parte del contenido de azúcar de la baya. Este criterio tan simple es válido en zonas vitivinícolas, siendo el mismo un pedúnculo indicador de su madurez tanto cuantitativo como cualitativo.

La toma de muestras se realizó en las tres zonas del racimo: pedúncular, media y terminal, en sus cuatro exposiciones (N, S, E y O) y de forma aleatoria para cada sistemas de conducción. En las primeras horas de la mañana para evitar el incremento de temperatura en las uvas y evitando el rocío temprano.

El ensayo comenzó el día 20 de agosto del 2000 con la recogida de muestras de bayas de distintas cepas según las filas de plantación elegidas de forma aleatoria en cada una de las orientaciones, y se componen cada una de diez cepas.

En cada medición se elegían al azar por cada tratamiento, 50 bayas entre todos los racimos de las diez cepas, teniendo en cuenta las recomendaciones que hacen Kasimatis y Vilas (1985) sobre muestras de viñedo, según las cuales, el error cometido en los datos obtenidos, en función del número de bayas recogidas a partir de 50 a 60, es inferior al 5%. Para intentar tener una muestra lo más representativa posible, la toma de muestra se realizó en las tres zonas del racimo: peduncular, media y terminal, en sus cuatro exposiciones (N, S, E y O) y de forma aleatoria. Los valores de las mediciones se muestran en el anexo I.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

La orientación de las filas en un viñedo influyen en la intercepción de la radiación solar por las viñas que incide también en el sistema de conducción (Smart, 1973).

Los cambios que ocurren antes de la maduración de la uva son también importantes. Si la baya acumula compuestos polifenólicos bastante pronto, permiten un pequeño aumento tres semanas antes de la maduración, dando una plenitud de compuestos interesantes que marcan un complejo aromático a la baya (Carbonneau, 1985).

Para evaluar la maduración de la uva, como consecuencia de la temperatura, que en definitiva depende de la radiación solar, medida en grados Brix, se realizó una análisis de varianza (ANOVA) de los resultados, y se ha obtenido que estadísticamente existen diferencias para el contenido final de TSS.

A continuación se muestran los resultados obtenidos mediante tablas que representan el valor medio de TSS:

Tabla 1: TSS (º Brix) en las uvas de la variedad Listán Negro en el momento de vendimia, en función del sistema de conducción.

TRATAMIENTO	SIST. CONDUCCIÓN	ORIENTACIÓN	TSS (º Brix) **
T-7	Espaldera (Cara N)	E-O	18,908 a

T-1	Espaldera	SE-NO	19,181 a
T-2	Espaldera (Cara S)	E-O	19,275 a
T-4	Parral (sin riego) *	N-S	20,408 ac
T-5	Parral (con riego)	N-S	20,523 ac
T-3	Espaldera (sin riego)	N-S	21,790 bc
T-6	Espaldera (con riego)	N-S	21,827 bc

\* Riego de apoyo en la parcela con cultivo hortícola asociado.

\*\* Los valores en la columna seguidos de la misma letra no son significativamente distintos aplicando la prueba HSD de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## **CONCLUSIONES.**

- El mayor contenido de azúcares en la maduración, con referencia a los sistemas de conducción y orientación fue para la espaldera con una orientación N-S no presentando diferencias significativas con el sistema de conducción en parral.
- Entre el sistema de conducción en espaldera, existen diferencias significativas para las diferentes orientaciones. La ventaja de la orientación N-S es que las caras E y O del sistema de conducción vertical, están expuestas a la radiación solar directa por la mañana y por la tarde respectivamente.
- En la espaldera dirigida E-O, que presentan los valores más bajos de TSS, no existen diferencias significativas entre las caras N y S, aunque en la cara S se alcance algo más de posible grado alcohólico.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Aljibury, F.J., 1975. Grape response to cooling with sprinklers. Am. J. Enol. Vitic.26:214-217.
- Alleweldt, G., During, H. y Jung, K. H. 1984. Zum einfluss des klimas auf beerentwicklung, Ertrag und Qualitt bei Reben: Ergebnisse einer siebenjahrigen Faktorenanalyse. Vitis, 23:127-142.
- Alleweldt, G., Eiback, R. Y Ruehl, E. 1982. Untersuchungen zum gaswechselder Rebe. I. Einfluss von temperatur, blattalter und tageszeit auf nettphotosynthese und transpiration. Vitis, 21:93-100.
- Amerine, M. A. Y Winkler, A. J. 1944. Composition and quality of must and wines of California grapes. Hilgaria, 15:493-673.
- Archer, E. Y Strauss, H. C. 1989. Effect of shading on the performace of *Vitis vinifera* L. Cv. Cabernet Sauvignon. S. Afr. J. Enol. Vitic., 10:74-77
- Becker, N. J. 1977. Experimental research on the influence of microclimate on grape constituents and on the quality of the crop. En Proceedings of the OIV Symposium on Quality of the Vintage. Oenological and Viticulture Research Institute, Capetown. pp. 181-188.
- Becker, N. J. 1985. Site selection for viticulture in cooler climates using local climatic information. En Proceedings of the International Symposium on Cool Climate, Viticulture and Enology. D. A. Heatherbell, P. B. Lombard, F. W. Bodyfelt and S. F. Price (Eds.). pp. 20-34.
- Branas, J., Bernon, G. Y Levadoux, L. Élements de Viticulture générale. Montpellier.
- Carbonneau, A. 1980. Recherche sur les systèmes de conduite de la vigne: essai de maitrise du microclimat et de la plante entière pour produire economicament du raisin de quality. Thèse Dr. Ing. Université de Bordeaux II., nº ordre 6.
- Carbonneau, A. 1982. Influence des systèmes de conduite en "Lyre" sur la physiologie de la vigne. Prog. Agricole viticole, 99:290-293.
- Carbonneau, A. 1983. Methodes de mesure simple de la surface foliare exposée par hectare, élément determinant du système de conduite de la vigne. Connaissance Vigne Vin, 17, nº 4:281-285.
- Carbonneau, A. 1985. Trellising and canopy management for cool-climate viticulture. En Proceedings of the International Symposium on Cool Climate, Viticulture and Enology. D. A. Heatherbell, P. B. Lombard, F. W. Bodyfelt and S. F. Price (Eds.). pp. 158-174..

Carbonneau, A., Casteran, P. Y Leclair, Ph. 1978. Essai de détermination en biologie de la plante entière, de relations essentielles entre le bioclimat naturel, la physiologie de la vigne et la composition du raisin. *Ann. Amélior. Plantes*, 28:195-221.

Crippen, D.D. y Morrison, J. C. 1986a. The effects of sun exposure on the compositional development of Cabernet Sauvignon berries. *Am. J. Enol. Vitic.* 37: 237-242.

Crippen, D.D. y Morrison, J. C. 1986b. The effect of sun exposure on phenolic content of Cabernet Sauvignon berries during development. *Am. J. Enol. Vitic.* 37:235-237.

Galet, P. 1983. *Précis de viticulture*. Ed. Déhan. Montpellier. (4<sup>e</sup> édition).

Giorgessi, F. Y Lee, F.Di. 1985. Efecto della luce solare sulla coloratione del grappoli e sulla variazione di alcuni parametri qualitativi della produzione in una cv. Aduza rossa (Cabernet Franc). *Riv. Vitic. Enol.* 38:401-406.

Hofacker, W., Alleweldt, G. Y Khader, S. 1976. Einfluss von umweltafaktoren auf beerenwachstum und mostqualität bei der Rebe. *Vitis*, 15:96-112.

Intrieri, C. 1987. Experiences on the effect of wine spacing and trellis-training system on canopy micro-climate, vine performance and grape quality. *Acta Hort.*, 206: 69-87.

Jackson, J. E. 1980. Light interception and utilization by orchard systems. *Hort. Rev.* 2:208-267.

Johnson, H. 1985. *The world atlas of wine*. Mitchell Beazley (Ed.). London.

Kasimatis, A. N. Y Vilas, E. P. 1985. Sampling for degrees Brix in vineyard plots. *Am. J. Enol. Vitic.* 36:207-213.

Kliewer, W. M. 1973. Berry composition of *Vitis vinifera* cultivars as influenced by photo and nycto temperatures during maturation. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 98:153-159.

Kliewer, W. M. Y Lider, L. A. 1970. Effect of day temperature and light intensity on growth and composition of *Vitis vinifera* L. *Fruits. J. Am. Soc. Hort. Sci.* 95: 766-769.

Kliewer, W. M. Y Torres, R. E. 1972. Effect of controlled day and night temperatures on coloration of grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 23:71-77.

Koblet, W. 1986. Herbstversammlung des schweiz weinbauvereins. *Schweiz Z. für Obst. Und Weinbau* 122: 715-720.

Matsui, S. Ryugo, K y Kliewer W. M. 1986. Growth inhibition of Thompson Seedless and Napa Gamay berries by heat stress and its partial reversibility by applications of growth regulators. *Am. J. Enol. Vitic.* 37:67-71.

May, P. Y Antcliff, A. J. 1963. The effect of shading on fruitfulness and yield of Sultana. J. Hort. Sci. 38:85-94.

Morrison, J. C. 1988. The effect of shading on the composition of Cabernet Sauvignon grape berries. *En* Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Symposium for Cool Climate Viticulture and Oenologie, Auckland, NZRE. R. E. Smart, R. J. Thornton, S. B. Rodríguez and J. E. Young (eds.). pp. 144-146.

Ough, C. S. 1996. Tratado básico de Enología. Ed. Acribia, S. A. Zaragoza.

Pszczolkowski, P., Morales, A. Y Cava, S. 1985. Composición química y calidad de mostos y vinos obtenidos de racimos diferentemente soleados. Ciencia Inv. Agrar., 12:181-188.

Reynolds, A. G. 1985. Influence of cluster exposure on fruit composition and wine quality of Seyval blanc grapes. Vitis, 25: 85-95.

Shaulis, N. Y Smart, R. E. 1974. Grapevine canopies: management, microclimate and yield responses. Proc. XIXth Int. Hort. Cong. Vol. III: 255- 265.

Smart, R. E. 1973. Sunlight interception by vineyards. Am. J. Enol. Vitic. 24:141-147.

Smart, R. E. 1982. Vine manipulation to improve wine grape quality. Proc. Symp. Grape and Wine Cent. A. D. Webb (Ed.) University of California:362- 375

Smart, R. E. 1984. Canopy microclimates and effects on wine quality. *En* Advances in viticulture and oenology for economic gain. Proc. 5<sup>th</sup> Aust. Wine Ind. Techn. Conf. Perth. T. H. Lee and T. C. Somers (Eds.): 113-132.

Smart, R. E. 1987. Influence of light on composition and quality of grapes. Acta Hort. 206: 37-47.

Smart, R. E. 1988. Shoot spacing and canopy light microclimate. Am. J. Enol. Vitic., 39: 325-333.

Smith, S., Codrington, I. C., Robertson, M. y Smart, R. E. 1988. Viticultural and oenological implications of leaf removal for New Zealand vineyards. *En* Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Symposium for Cool Climate Viticulture and Oenologie, Auckland, NZRE. R. E. Smart, R.J. Thornton, S. B. Rodríguez and J. E. Young (eds.). pp. 147-151.

Winkler, A. J., Cook, J. A., Kliewer, W. M. y Lider, L. A. 1974. General viticulture. University of California Press. Berkeley.