

SISTEMAS DE CONDUCCIÓN EN VIÑEDOS DE ZONA CÁLIDA

Sistemas libres y no posicionados (*sprawl*) como alternativa a los sistemas verticales posicionados (VSP)

Mario de la Fuente*

José Ramón Lissarraque

Grupo de Investigación en Viticultura.

Universidad Politécnica de Madrid. E.T.S.I. Agrónomos.

*e-mail: mario.delafuente@upm.es

La vid es una planta de porte rastrero por lo que el empleo de sistemas de conducción está ligado inherentemente a su origen de cultivo. En climas cálidos, tradicionalmente, se han empleado sistemas en vaso, de porte bajo, sin apoyo y con la vegetación dispuesta libremente, debido a la eficiencia en el uso de los recursos naturales (luz, agua y suelo) para estas condiciones de cultivo. Hoy en día, la rentabilidad del viñedo pasa, de forma casi obligada, por la mecanización total o parcial del mismo, por lo tanto es imprescindible emplear sistemas que faciliten la mecanización de las labores.

Por otro lado, en climas cálidos, la sobreexposición de racimos es un problema muy importante para el rendimiento cualitativo y cuantitativo de la uva, por lo que los sistemas verticales posicionados tipo espaldera no son una alternativa eficaz al fijar la vegetación lateral en planos paralelos con los raci-

mos expuestos exteriormente. El *sprawl* o sistema libre no posicionado es una interesante alternativa para climas cálidos al poder adaptarse a las labores mecánicas sin sobreexponer los racimos y, causar mediante la disposición alterna y libre de la vegetación un mejor microclima en la zona de racimos.

CONDUCCIÓN DEL VIÑEDO EN ESPAÑA

La vid es uno de los cultivos más antiguos cuyo origen se remonta al Neolítico, entre el mar Negro y el mar Caspio, en los territorios actuales de Armenia, Georgia y Azerbaiyán, siendo extendida por todo el Mediterráneo por los fenicios y cultivada y respetada por todo el Imperio Romano.

El crecimiento de la vid, debido a su porte rastrero, hace que pueda adoptar diferentes formas de cultivo. Tradicionalmente hay dos modelos muy referenciados, por un lado el Etrusco: basado en la asociación de la vid con otros cultivos frutales arbóreos (olivos, cerezos...) del que surgen las formas de cultivo apoyadas (parral, espaldera, liras...) en estructuras fijas y, por otro lado el modelo Griego: formas libres y de porte rastrero que cultivaban en amplios marcos para no solapar la vegetación y optimizar la captación de radiación solar; de estas últimas se derivan las formas libres tradicionales como el vaso.

► Cultivo en espaldera. Sistemas verticales posicionados (VSP)

A mediados del siglo XX, procedente de Burdeos y como alternativa de calidad y adaptabilidad mecánica frente a los vasos tradicionales mediterráneos empleados en cualquier zona de la



¿QUÉ SE ENTIENDE POR SISTEMA DE CONDUCCIÓN?

Se define como el conjunto de operaciones y decisiones que determinan la geometría, densidad de vegetación y posicionamiento de los órganos de la planta con el objetivo de maximizar el potencial vitícola y enológico productivo de un viñedo, atendiendo a unos recursos determinados: luz, agua, suelo, etc.

península, se introduce el cultivo en espaldera. Tal es el alto grado de implantación de este sistema vertical y de vendimia fácilmente mecanizable, que se establecen planes nacionales de ayuda a la reconversión del viñedo, los cuales subvencionaban la transformación de plantaciones tradicionales en vaso a este sistema vertical. Se produce así, empezando por zonas como Rioja y Ribera una extensión de este sistema de conducción como medio sostenible de producción (labores de cultivo y vendimia mecanizada) del viñedo, a través de toda la geografía peninsular.

Aún así, el empleo de sistemas verticales tiene una serie de pro-



Foto 1. Detalle de *sprawl* en el ensayo experimental

blemas en zonas cálidas, como son los procesos de sobremaduración y pasificación de la baya, derivados de las altas exposiciones sufridas por los racimos. Cabe resaltar que muchas de las zonas de cultivo de la vid en la Península Ibérica están bajo clima cálido mediterráneo y, en zonas cálidas, se aconsejan sistemas de conducción que favorezcan la porosidad, y no sobreexpongan diariamente durante periodos prolongados de tiempo a las mismas hojas y racimos.

Las formas de conducción de vegetación ascendente (espaldera, lira, etc.) en zonas con exceso de radiación y elevadas temperaturas, tienden a generar una sobreexposición de las hojas produciéndose senescencias precoces, degradación de clorofilas y estrés hídrico severo. Por otro lado, también son importantes los procesos de aireación y refrigeración en la planta, sobre todo en climas calurosos, debido a la mayor porosidad y velocidad del viento en los sistemas abiertos.

► Cultivo en *sprawl*. Sistemas libres no posicionados

En estos climas cálidos se buscan alternativas mecanizables a

la espaldera que atenúen estos efectos indeseables. Surgen así, los sistemas no posicionados, en "*sprawl*", es parecido a un vaso, con la vegetación alineada y continua y los sarmientos con porte libre o semi-libre que no se disponen fijados dentro de un plano y en una sola dirección, sino que se alternan multidireccionalmente (**Foto 1**).

Autores como Jackson (1985, Nueva Zelanda); Kliewer, W.M. y Wolpert, J. (1977) de la U.C. Davis (California, U.S.A.) y, sobre todo, los trabajos de Dokoozlian, N. (1985, 1995, 2005 y 2007) en sistemas porosos como V-*"Trellis"*, T-*"Trellis"*, cordón alto y no colocación de la vegetación demuestran que el desarrollo de sistemas de conducción donde algunas hojas interceptan luz y se sombrean otras, según va cambiando la posición del sol a lo largo del día, de manera que se reduce el tiempo de exposición directa de cada hoja, limitan eficazmente los efectos negativos de periodos largos con alta radiación y temperatura.

► ¿Qué sucede con el rendimiento de la planta?

La correcta gestión de la vegetación tiene importantes efectos

// LAS FORMAS DE CONDUCCIÓN DE VEGETACIÓN ASCENDENTE EN ZONAS CON EXCESO DE RADIACIÓN Y ELEVADAS TEMPERATURAS, TIENDEN A GENERAR UNA SOBREEXPOSICIÓN DE LAS HOJAS PRODUCIÉNDOSE SENESCENCIAS PRECOSES, DEGRADACIÓN DE CLOROFILAS Y ESTRÉS HÍDRICO SEVERO //

en el rendimiento global de la planta. En este sentido, muchos autores han comentado la importancia de la relación entre superficie foliar y el rendimiento como uno de los factores claves para el equilibrio de la planta y garantizar la correcta maduración de las bayas, dando valores óptimos de relación rendimiento/superficie foliar dentro del intervalo 7-15 cm²/g (Dokoozlian y Kliewer, 1995; Stewart *et al.*, 1996; Murisier y Zufferey, 1997 y Bonnisseau y Dufourcq 2004). Para alcanzar estos valores óptimos, los sistemas verticales guiados, como la espaldera, necesitan una altura mayor de vegetación (Smart 1991) y distancia para igualar el índice superficie foliar expuesta/kg de uva con los sistemas no posicionados tipo *sprawl*. Además, el apelmazamiento sufrido por tener menor anchura en la zona de racimos dificulta la refrigeración de la planta y produce más heterogeneidad en la maduración entre los racimos exteriores e interiores (de la Fuente *et al.* 2007).

COMPARACIÓN VSP VS SPRAWL. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el estudio de la adaptación al medio de este sistema de conducción libre no posicionado (*sprawl*) alternativo a la espaldera, se ha realizado un ensayo durante las campañas 2006 y 2007 en una parcela experimental (Latitud: 44° 15' y Longitud: 3° 59' y altitud 488 m) en Malpica de Tajo (Toledo, Castilla-La Mancha). El suelo era arcillo-arenoso fino y el clima mediterráneo seco. La variedad empleada fue Syrah/110R.

El marco de plantación fue 2,7 x 1,2 m. La orientación de las líneas de cultivo estaba en dirección NO – SE (-8.3°W).

El ensayo constaba de tres tratamientos distribuidos en cuatro bloques al azar y cada parcela experimental estaba formada por veinte plantas control separadas por filas y cepas borde.

Los tres tratamientos estudiados fueron:

- Espaldera: Espaldera (VSP) con una carga de 12 pámpanos/m de fila.
- *Sprawl*1: *Sprawl* con una carga de 12 pámpanos/m de fila.
- *Sprawl*2: *Sprawl* con una carga de 18 pámpanos/m de fila (50% más de carga que T1 y T2).

El sistema de poda fue: poda corta a pulgares de dos yemas en cordón Royat bilateral a 1,40 m. del suelo. El *sprawl* tuvo un par de hilos de vegetación paralelos a 40 cm sobre el portor, con una abertura de 60 cm entre sí. La espaldera tenía un par de hilos de vegetación a 30 cm del portor y un hilo superior a 1,5 m del mismo. (**Foto 1 y Figura 1**).

Las condiciones climáticas de los años de estudio fueron muy diferentes, se trata de dos años significativamente distintos siendo el 2006 una campaña extremadamente calurosa (GDD: 2525 °C; ETo: 1158 mm y Pe: 168 mm) mientras que la del año 2007 fue más suave (GDD: 2030 °C; ETo: 1064 mm y Pe: 242 mm), observándose diferencias principalmente en la acumulación de grado-día acumulados desde brotación hasta 31 de octubre y en la evapotranspiración de referencia (ETo).

A pesar de las diferencias de carga y conducción entre los tra-

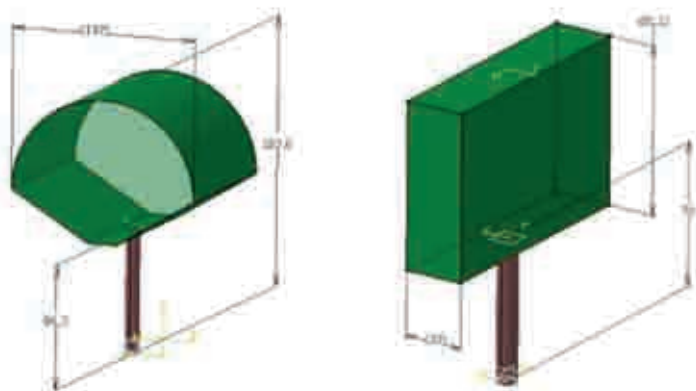


Figura 1. Detalle de la conducción en *sprawl* (izda.) y *espaldera* (dcha.) en el ensayo experimental

tamientos, la cantidad de agua aportada fue la misma para los tres tratamientos (248 y 162 mm en 2006 y 2007 respectivamente), siendo distinta el consumo y la eficiencia del agua en el suelo por parte de la planta. El riego se realizó por goteo, con emisores de 3 L/h de caudal separados 1.2 m a lo largo del ramal.

Diversos autores han reflejado el efecto del sistema de conducción y la carga en la productividad total del sistema (Peláez *et al.* 1995; Miller y Howell, 1998; Hunter, 2000; Wolf *et al.* 2003; Petrie *et al.*, 2004). Un aumento de la carga implica un aumento en la productividad global de la planta, por lo que el rendimiento reproductivo se verá incrementado y, en mayor medida que el rendimiento vegetativo siempre y cuando se mejore la superficie foliar expuesta (Miller y Howell, 1998) y se mantenga el equilibrio del crecimiento (vegetativo vs. reproductivo) para la correcta maduración de la baya. Tanto la carga como el sistema de conducción modifican las condiciones fisiológicas y microclimáticas de la cepa, alterando a su vez, los componentes de la pulpa (sólidos solubles, acidez, pH) y del hollejo (antocianos, compuestos aromáticos volátiles de naturaleza fenólica y polifenoles en general...) que conllevan efectos visibles en el color, aroma, sabor y características organolépticas del mosto y, por ende, del vino, en general.

► Objetivo del ensayo

El presente ensayo persiguió un doble objetivo, por un lado comparar y evaluar la respuesta de dos sistemas de conducción en zona muy cálida y, por otro, determinar el efecto del incremento de carga dejada en los sistemas libres y no posicionados (*sprawl*) acorde con las condiciones del medio, y cuantificar sus efectos sobre composición de la baya y del mosto y en el rendimiento productivo de la planta en comparación con la *espaldera* y el *sprawl* de menor carga.

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA BAYA (VSP VS SPRAWL)

Se analizaron diversos parámetros para evaluar el rendimiento vegetativo y reproductivo de la planta y, por último, la calidad de la baya.

► Superficie foliar

Para contrastar el rendimiento de la superficie foliar, se calculó la superficie expuesta real o S.F.E.r descrita por Carbonneau (1995) como el resultado de multiplicar el porcentaje de radiación interceptada por la cubierta y la superficie foliar total desarrollada (*leaf area index*; L.A.I.) por la planta. Se tomaron datos de superficie foliar total (L.A.I.) en 8 pámpanos y cuatro repeticiones por tratamiento según el método descrito por Carbonneau

TABLA 1 / Superficie foliar total (L.A.I. m² área foliar/m² suelo) para los tres tratamientos en 2006 y 2007 en maduración Día del año 240 y 241 para 2006 y 2007 respectivamente.

Año	Tratamiento	L.A.I. principal (m ² /m ²)	L.A.I. nietos (m ² /m ²)
2006	Espaldera	1,16 ^b	0,63
	Sprawl 1	1,34 ^b	0,68
	Sprawl 2	2,00 ^a	0,73
	Sig ¹	*	ns
2007	Espaldera	1,28 ^b	1,32
	Sprawl 1	1,40 ^b	1,33
	Sprawl 2	2,12 ^a	1,24
	Sig ¹	***	ns

¹ Sig: significación estadística: ns, *, **, *** es no-significativo y significativo para P<0,05 y P<0,001 respectivamente. Los valores con la misma letra son estadísticamente iguales.

au (1976), previo cálculo de la ecuación de regresión para correlacionar áreas foliares y longitud de nervio principal de la variedad objeto de estudio.

Los resultados (Tabla 1) muestran que el aumento de carga conlleva un aumento del área foliar, siendo el tratamiento de mayor carga (*Sprawl 2*) superior a los otros dos tratamientos con carga menor (*Espaldera* y *Sprawl 1*) entre un 27 y 37% a lo largo del ciclo vegetativo de la planta, destacando las diferencias antes de la parada vegetativa anterior al envero, por lo que se demuestra que el área total foliar está directamente relacionada con el nivel de carga dejada en planta. Por último, es destacable que no se manifestaron diferencias significativas entre tratamientos en relación al crecimiento de nietos.

Pero no sólo es interesante tener mayor superficie foliar, sino tener mayor superficie foliar expuesta y activa. Para evaluar el rendimiento en función de la superficie foliar se ha calculado la superficie foliar externa (SA) de la cepa, que representa el área foliar que puede recibir la radiación solar (Carbonneau 1980). Se considera que está constituida por las caras laterales y la parte superior del canopy, pues aunque la radiación reflejada por el suelo puede ser absorbida por la

cara inferior, esta contribución es muy pequeña y puede despreciarse (Smart 1985). El índice SA se expresa como m² de superficie foliar externa por cada m² de superficie de suelo.

En cada cepa control se han medido, en cinco puntos equidistantes del cordón, la altura de inicio y total de vegetación y el espesor de la vegetación en tres alturas diferentes—zona de racimos, zona media y zona superior—para hallar el espesor medio de cada cepa. De esta forma se obtuvo la superficie foliar expuesta total de cada tratamiento, equiparando los tratamientos de *espaldera* a un paralelepípedo, y los de *sprawl* a un sistema cilíndrico abierto de pámpanos alternos. En el *sprawl* se tomó también el perímetro foliar mediante una cinta métrica flexible para la posterior realización de esquemas mediante el uso de programas de dibujo asistido por ordenador Autocad® 2004 y el programa de generación de superficies CATIA V5®.

Los resultados (Tabla 2) resaltan que el aumento de la carga y el sistema de conducción abierto conllevan un aumento de la superficie foliar externa (S.A.) sin que repercuta en el índice de rendimiento óptimo de la planta. Cabe resaltar que los índices de la *espaldera* son superiores a los reflejados por otros autores en la

TABLA 2 / Relación entre superficie foliar externa (S.A.) y rendimiento (kg/ml) para los tres tratamientos (E, S1 y S2) en fecha de vendimia 30/08 en 2006 y 05/09 en 2007.

Año	Tratamiento	kg/m lineal	SA	SA/rendimiento (m ² /kg)
2006	Espaldera	1,728 ^b	1,060 ^b	16,3
	Sprawl 1	1,712 ^b	1,152 ^b	14,9
	Sprawl 2	2,050 ^a	1,495 ^a	13,7
	Sig²	**	**	ns
2007	Espaldera	1,927 ^b	1,110 ^a	17,4
	Sprawl 1	1,935 ^b	1,258 ^{ab}	15,4
	Sprawl 2	2,315 ^a	1,313 ^a	17,6
	Sig²	***	*	ns

¹ Sig: significación estadística: ns, *, **, *** es no-significativo y significativo para P<0,05 y P<0,001 respectivamente. Los valores con la misma letra son estadísticamente iguales.

bibliografía, aunque por otro lado, los valores del *sprawl* están dentro de los parámetros ideales de los sistemas abiertos.

► Análisis del mosto

Ahora bien, es evidente que con un incremento del 50% de la carga (*Sprawl2* vs. *Sprawl1* y *Espaldera*) consigue las condiciones de ensayo, mayor intercepción de radiación y, por ende, mayor producción por planta, pero por otro lado, es muy importante la calidad de la baya que se puede producir con este incremento de carga. Los resultados del análisis de mosto en maduración (**Tabla 3**) reflejan que el incremento de carga no merma el peso de baya.

► Análisis final de la vendimia

Asimismo, los datos del año 2006 no muestran diferencias en el análisis final de vendimia (**Tabla 3**) en ninguno de los parámetros estudiados tan sólo cierta tendencia a una mayor acidez del tratamiento en *espaldera* respecto a los *sprawl*. Además, los *sprawl*, aunque alcanzan valores finales de acidez más bajos, presentan una velocidad de degradación menor, es decir, la acidez se degrada más lentamente durante toda la maduración, hecho debido probablemente a la me-

nor exposición de sus racimos (datos no mostrados).

El año 2007 sufrió un periodo de maduración más prolongado y se obtuvieron unos valores finales de acidez cercanos a 6,0 g/L de TH₂, dentro de un rango de pH 3,2-3,3, lo cual es deseable para vinificaciones de tintos en climas cálidos. El hecho de que el tratamiento *Sprawl2* tenga una carga mayor para la maduración de la baya refleja una conclusión importante: desde el punto de vista de la acidez (pH y g/L de TH₂) no se tienen diferencias significativas en distintos años y situaciones climáticas, pero sí refleja un °Brix más bajo debido al mayor

número de sumideros disponibles, por lo que retrasa ligeramente su maduración, manteniendo niveles adecuados de acidez para su vinificación; lo que en climas cálidos o semiáridos representa una gran ventaja para lograr los objetivos deseados en vendimia.

Por último y, en relación a la variación de los compuestos fenólicos, se analizaron para la fecha de vendimia el contenido en antocianos totales, antocianos extraíbles y polifenoles totales, mediante el método de Glories (1990). Se realizó la lectura de la densidad óptica mediante un espectrofotómetro modelo Perkin-Elmer Lambda 11 (2.31) uv/vis Spectrometrer. Los resultados (**Tabla 3**) no reflejan diferencias significativas entre tratamientos por lo que los índices en fecha de vendimia son similares, es decir, se consigue una composición similar en los tres tratamientos, aunque sí se refleja una tendencia de mayor contenido polifenólico y antocianídico en los tratamientos en *sprawl* que en la *espaldera*.

CONCLUSIONES

En condiciones de clima semiárido, donde la radiación no es un factor limitante, el incremen-

to de la carga en sistemas de conducción del viñedo no debe suponer una merma ni de la cantidad de cosecha producida, ni de la calidad de la misma, siempre y cuando tengamos disponibilidad de agua y nutrientes en el medio suelo-planta-atmósfera.

El uso de sistemas no posicionados y divididos frente a los sistemas verticales y posicionados puede resultar una alternativa muy eficaz para retrasar la maduración y favorecer la acumulación de solutos en la baya, sin mermar otras sustancias del hollejo (antocianos y polifenoles) por efecto de la sobre exposición de racimos. Por último, conviene recordar que para todos los cálculos de rendimiento por planta, hay que tener en cuenta que el tratamiento *Sprawl2* tiene 18 pámpanos/m lineal frente a los 12 de la *Espaldera* y *Sprawl1*. Estas diferencias de la carga son las responsables del aumento en el rendimiento por planta y metro lineal.

AGRADECIMIENTOS

El ensayo ha sido realizado dentro del convenio entre la Universidad Politécnica de Madrid y la empresa Osborne Distribuidora. S.A. en la finca "El Jaral" en Malpica del Tajo (Toledo).

TABLA 3 / Análisis de maduración para los tres tratamientos (E, S1 y S2) en fecha de vendimia (30/08/06 y 05/09/07).

Año 2006	Peso de 100 bayas (g)	°Brix	pH	Acidez (g ac tartárico/L)	IPT	Antocianos totales (mg/L)	Antocianos extraíbles (mg/L)
Espaldera	111,9	25,1	3,5	5,9	54,4	1506,1	853,5
Sprawl 1	105,4	25,9	3,5	5,2	56,1	1692,1	865,5
Sprawl 2	107,0	25,8	3,5	5,2	53,9	1781,9	1009,0
Sig²	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Año 2007	Peso de 100 bayas (g)	°Brix	pH	Acidez (g ac tartárico/L)	IPT	Antocianos totales (mg/L)	Antocianos extraíbles (mg/L)
Espaldera	160,0	25,2	3,06 ^b	6,3 ^a	45,8	1172,5	931,0
Sprawl 1	155,1	25,4	3,13 ^a	5,8 ^b	51,8	1228,5	976,5
Sprawl 2	157,4	24,7	3,20 ^a	5,9 ^b	47,7	1197,9	861,0
Sig²	ns	ns	**	**	ns	ns	ns

¹ Sig: significación estadística: ns, *, **, *** es no-significativo y significativo para P<0,05 y P<0,001 respectivamente. Los valores con la misma letra son estadísticamente iguales.