

MASTER INVESTIGACIÓN
EN INGENIERÍA PARA EL
DESARROLLO
AGROFORESTAL

TRABAJO FIN DE MASTER

Respuesta Agronómica y Cualitativa de 4 Clones Certificados
de *Vitis vinifera* L. cv. Tempranillo en la D.O. Arlanza



Universidad de Valladolid

Alumno: Alejandro Vicente Castro

Tutor: Pedro Martín Peña



1. RESUMEN	2
2. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.....	3
2.1 D.O. Arlanza	3
2.1.1 Variedades autorizadas	5
2.1.2 Clima.....	6
2.1.3 Orografía y Suelo.....	8
2.2 Selección clonal.....	8
2.3 Justificación del Trabajo	9
3. OBJETIVOS.....	9
4. MATERIAL Y MÉTODOS	10
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
5.1 Producción de uva.....	17
5.2 Desarrollo vegetativo.....	19
5.3 Composición de la uva	21
6. CONCLUSIONES	26
7. BIBLIOGRAFIA	27



1. RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar la respuesta agronómica y cualitativa de cuatro clones certificados de la variedad Tempranillo durante la campaña 2011, en una parcela localizada en el término municipal Castrillo Solarana (Burgos), perteneciente a la Denominación de Origen Arlanza en Castilla y León. En esta zona tradicionalmente se ha cultivado el viñedo durante muchos años, aunque no alcanzó la mención "*Denominación de Origen*" hasta el año 2007.

Los clones estudiados en el presente trabajo se encuentran entre los más demandados por el mercado vitivinícola y provienen de diferentes Programas de Selección de diferentes organismos. Estos clones son los siguientes: el clon RJ-43 seleccionado por el CIDA (La Rioja), el clon CL-179 y el clon CL-306 seleccionados por el ITACyL (Castilla y León) y el ENTAV-770 seleccionado por el ENTAV-INRA (Francia).

Todo el material vegetal evaluado está injertado sobre patrón 110 Richter. La plantación se realizó en 2004, con un marco de plantación de 2,8 m x 1,2 m (2976 cepas/ha). Las plantas están conducidas en espaldera, con un sistema de poda en cordón Royat bilateral.

El período de recogida de datos de este estudio corresponde al año 2011, durante el cual el cultivo se realizó en secano. El diseño experimental del ensayo es en bloques completos al azar, con 4 repeticiones para cada tratamiento (clon).

Se han determinado como parámetros productivos, el rendimiento (kg/cepa y t/ha), el número de racimos por pámpano, el peso del racimo (g), el peso de la baya (g) y el número de bayas por racimo. Como parámetros de desarrollo vegetativo se han determinado el peso de madera de poda (kg/cepa), el número de sarmientos por cepa, el peso medio del sarmiento (g), y el índice de Ravaz. Los parámetros de composición de la uva que se han determinado han sido: la concentración de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix), la acidez total (g TH_2/L), el pH, la concentración de ácido tartárico (g/L), el contenido de ácido málico (g/L), la concentración de potasio (mg/L) y el índice de polifenoles totales.

Los resultados obtenidos han mostrado que el clon CL-306 ha sido el menos productivo y el clon CL-179 el más productivo, mientras que los clones RJ-43 y ENTAV-770 han tenido un nivel de rendimiento intermedio. Estas diferencias en el rendimiento se han debido, principalmente, a la variación en el peso del racimo, y más concretamente al número de bayas del mismo, menores en el clon CL-306. El peso de madera de poda ha mostrado ligeras diferencias entre clones, habiendo resultado el clon CL-306 el más vigoroso y el ENTAV-770 el menos vigoroso, debido principalmente a las diferencias en el peso del sarmiento. La composición de la uva ha mostrado algunas diferencias entre los clones estudiados, destacando una mayor concentración de sólidos solubles, de potasio, del índice de polifenoles totales y de pH del clon CL-306. Por otro lado, la acidez total ha sido ligeramente mayor en el clon CL-179 y menor en los clones CL-306 y ENTAV-770.



2. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La producción vitícola está muy influenciada por el clima, por lo que puede verse especialmente alterada por el escenario de cambio climático actualmente existente. La tendencia general observada en un gran número de zonas vitícolas nacionales e internacionales, muestra un adelanto en la fecha de los estados fenológicos y cambios en la composición de la uva, marcados por un incremento del contenido en azúcar y una reducción de la acidez total (Seguin 2007). En este sentido, la perspectiva de evolución climática en las próximas décadas provocará que algunas superficies vitícolas europeas se desplacen hacia zonas situadas más al Norte para contrarrestar el incremento de temperaturas medias (Schultz, 2000), y en especial de las temperaturas nocturnas, reduciéndose así el gradiente térmico día-noche, clave para la obtención de uva de alta calidad. Asimismo, otro posible modo de contrarrestar este efecto, sería ubicar las plantaciones en zonas de mayor altitud, ya que al incrementarse ésta se reduce la temperatura según un gradiente térmico vertical que se sitúa en 6,5°C por cada 1000 m de altitud aproximadamente. Esta perspectiva climática, sumada a la necesidad de planificación a largo plazo que tiene este cultivo leñoso, posiblemente ha provocado que algunas importantes empresas vitivinícolas hayan adquirido y plantado viñedos en zonas que poseen actualmente condiciones climáticas límite. Una de estas zonas objetivo podría ser la Denominación de Origen Arlanza por su gran potencial presente y futuro. Esta estrategia para atenuar el efecto del cambio climático también debe afrontar la necesidad presente de conocer el comportamiento agronómico y cualitativo actual de diferentes variedades y clones en estas zonas productivas.

2.1 D.O. Arlanza

Históricamente, el territorio enmarcado en la Denominación de Origen Arlanza siempre ha sido una zona de cultivo de la vid, como atestiguan algunos documentos del siglo VII. Diferentes detalles de vides y racimos se encontraron en Tordomar (Burgos) en el hoy desaparecido Monasterio de Valeránica del siglo X.

Por otro lado, a principios del siglo XX la filoxera, como en otras muchas zonas vitícolas de España obligó al arranque de la totalidad del viñedo existente y a su posterior replantación. Se estima que dicha replantación concluyó en el año 1920 aproximadamente. Hasta la primera mitad del siglo XX el viñedo fue parte importante de todas las explotaciones existentes en la comarca. Fue entonces cuando empezó a producirse un fuerte éxodo rural, al igual que en otras regiones, debido a la gran expansión industrial que demandaba abundante mano de obra en las ciudades o núcleos de población más habitados. Esta circunstancia unida a las características de los viñedos, (parcelas muy pequeñas, marcos de plantación que imposibilitaban la utilización de maquinaria, variedades dispares y poco adaptadas, etc.) condujo al abandono paulatino de los mismos.

Posteriormente, un grupo de viticultores y bodegueros de la zona comenzó en 1995 a realizar los trámites para el reconocimiento por parte de la Administración de la mención “Denominación de Origen”, alcanzada en 2007. Actualmente, dentro de este marco hay inscritas 450 ha y 16 bodegas elaboradoras.

Esta región se sitúa en el valle medio y bajo del río Arlanza y de sus afluentes, hasta la confluencia con el Pisuegra, ubicándose principalmente en la zona centro de la provincia de Burgos y parte en la provincia de Palencia, con una latitud aproximada de 42° N y una altitud de entre 850 y 1200 metros sobre el nivel del mar. La zona se encuentra situada entre la Sierra de Covarrubias al Este, y los Páramos del Cerrato al Oeste. Los límites norte y sur están fijados por la vertiente del río Arlanza.

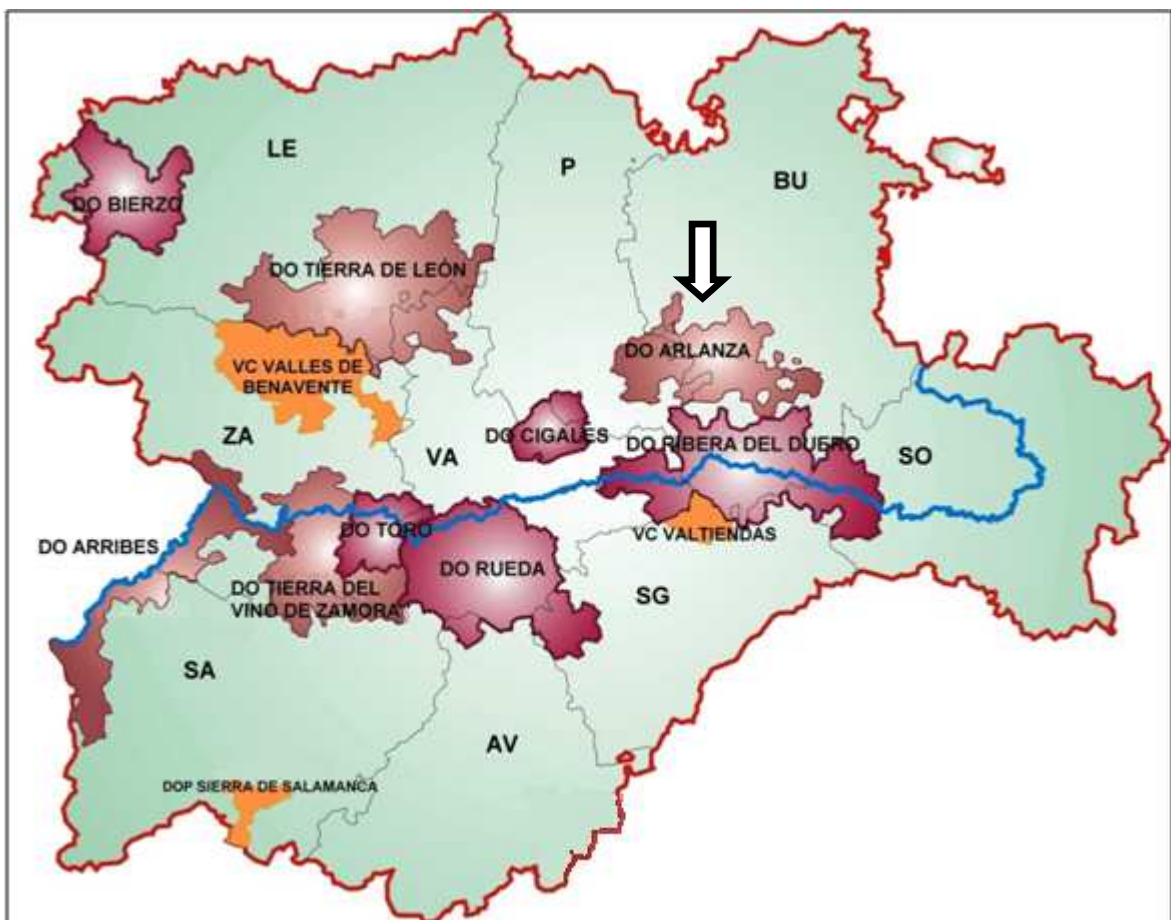


Figura 1. Menciones de calidad de Castilla y León en la actualidad, las Denominaciones de Origen (DO) Bierzo, Tierra de León, Cigales, Arlanza, Arribes, Tierra del Vino de Zamora, Toro, Rueda y Ribera del Duero; la Denominación de Origen Protegida (DOP) Sierra de Salamanca; y los Vinos de Calidad (VC) Valles de Benavente y Valtiendas.

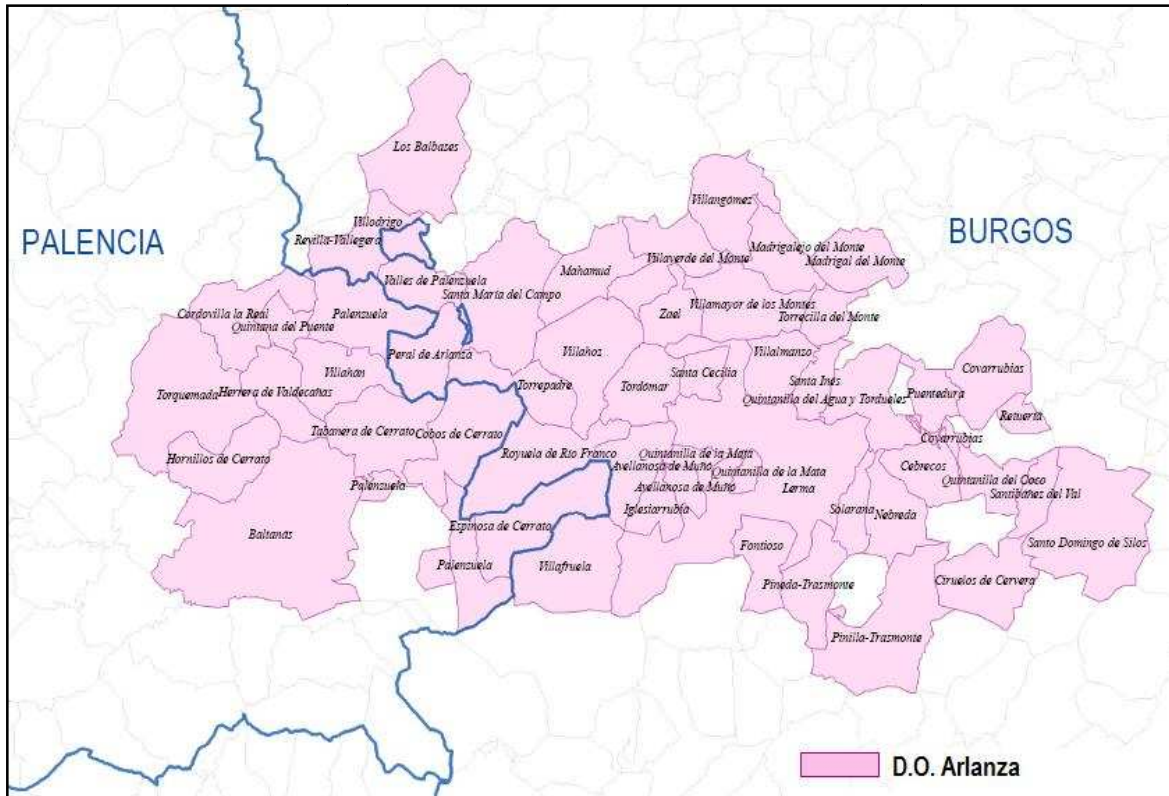


Figura 2. Municipios pertenecientes a la D.O. Arlanza.

2.1.1 Variedades autorizadas

El rendimiento máximo por hectárea permitido en la D.O. Arlanza es de 7000kg, siendo las variedades autorizadas las siguientes:

- Tinta del País (Tempranillo): Es la variedad principal representando el 95 % del total plantado. Debido a las condiciones climatológicas y de altitud de los viñedos, esta variedad ofrece unas cualidades particulares gracias a su adaptación a las condiciones extremas de esta zona.
- Garnacha: Variedad complementaria dentro de las tintas. Es la segunda variedad en superficie con un 3,2% del total. Suele presentar problemas para una óptima maduración debido a las condiciones climatológicas reinantes. Se emplea en su mayoría para elaborar rosados.
- Mencía: Otra de las variedades complementarias tintas. Actualmente hay poca superficie registrada, representando esta el 0,6 % del total.
- Cabernet Sauvignon: Variedad de origen francés. Se utiliza para complementar a la variedad Tinta del País en vinos destinados al envejecimiento en barricas por sus cualidades organolépticas.



- Merlot: Variedad de origen francés. Se utiliza para complementar a la variedad Tinta del País en vinos destinados a crianza en barricas por sus características organolépticas.
- Petit Verdot: Variedad de origen francés. Se utiliza para mezclar con la variedad Tinta del País en vinos destinados al envejecimiento en madera.
- Albillo: Variedad blanca que representa un 0,9 % del total registrado. Se utiliza para la elaboración de rosados y blancos
- Viura (Macabeo): Variedad blanca que se utiliza para la elaboración de vinos rosados y vinos blancos.

2.1.2 Clima

Los principales datos climáticos medios de las diferentes estaciones meteorológicas de la zona, tomados durante el período comprendido entre el 1971 y el 2000 (Ministerio de Medio Ambiente, 2005), y los principales índices vitícolas calculados para este período se recogen en la tabla 1.

La temperatura media anual es superior a 10° C en dicho periodo. Las máximas absolutas no llegan a los 40 °C y las mínimas invernales rara vez son inferiores a -10 °C. La precipitación media anual está comprendida entre los 450 y 500 mm, aumentando hacia el este a medida que aumenta la altitud. La evapotranspiración potencial está por encima de los 600 mm dando lugar a un balance anual hídrico negativo, excepto en la zona situada más al este y con mayor altitud donde el saldo es positivo.

Hay que señalar que el clima de la zona está condicionado por la altitud media sobre el nivel del mar, y por el aislamiento de la influencia marítima debido a los sistemas montañosos próximos que actúan de barrera física. Las características climáticas de esta zona están marcadas por rigurosos y largos inviernos, veranos relativamente suaves, escasas precipitaciones y marcada aridez estival. La continentalidad da lugar a grandes oscilaciones térmicas, tanto diarias como estacionales. El periodo seco, aunque variable tanto en duración como en intensidad, dura alrededor de tres meses, desde la segunda quincena de junio hasta la mitad de septiembre aproximadamente.



Tabla 1. Datos climáticos medios recogidos por las estaciones meteorológicas de Lerma (Bu), Retuerta (Bu), Santo Domingo de Silos (Bu), Villamayor de los Montes (Bu) y Santibáñez de Esgueva (Pa) y principales índices vitícolas calculados durante el periodo 1971-2000: Temperatura media anual (T, en °C), precipitación media anual (P, en mm), evapotranspiración potencial según Thornwaite (ETP, en mm), integral térmica eficaz (ITE, en °C), producto heliotérmico de Branás (PH), índice de Huglin (IH), duración media del periodo activo de la vid (PA, en días), periodo libre de heladas (PL, en días), periodo con riesgo de heladas (PR, en días).

Estación	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	ITE (°C)	PH	IH	PA (días)	PL (días)	PR (días)
Lerma	10,7	461	682	1202	3,03	1778	179	125	33
Retuerta	11,2	586	660	1441	3,63	1618	184	174	5
S. Domingo de Silos	10,7	702	655	1125	2,83	1599	179	140	22
Villamayor de los Montes	12,0	483	589	1303	3,28	1780	200	163	20
Santibáñez de Esgueva	10,2	439	640	1079	2,72	1620	200	125	11

Según la clasificación de Papadakis el clima de la zona pasa a ser de tipo invierno (**av/Tv**), verano (**M**) y Régimen de humedad (**ME**) en el este; a invierno (**av**), verano (**M**) y Régimen de humedad (**Me**) en el oeste. Siendo los tipos de invierno y verano, **av**: Avena fresco, **Tv**: Trigo-avena, **M**: Maíz. Y el régimen de humedad, **ME**: Mediterráneo húmedo, **Me**: Mediterráneo seco.

La integral térmica eficaz varía entre 1033 y 1441 grados correspondiendo a la zona I de Winkler, excepto el observatorio de Retuerta que se incluiría en la zona II. Según la caracterización de Winkler la zona I ($ITE < 1371,8^{\circ}$) es apta para el cultivo de variedades para vino seco de mesa de primera calidad. El índice de Huglin, interesante en zonas con acusado contraste térmico entre el día y la noche, da unos valores no muy altos, como consecuencia de ser las temperaturas máximas bajas, pero en cualquier caso encontrándose todos ellos por encima de 1500, límite inferior de posibilidades del cultivo de la vid y acercándose al índice 1781 de la región vitivinícola del Duero. El producto heliotérmico de Branás es superior a 2,6 considerado como límite septentrional del cultivo del viñedo, siendo este algo inferior al valor medio determinado para la Cuenca del Duero de 3,3. El periodo activo está por encima de los 180 días, siendo entre 183 y 198 días en la cuenca del Duero, de los cuales unos 20 tienen riesgo de helada. El periodo libre de heladas varía entre los 125 días en la zona oeste y sur hasta los 174 días en la zona este, más elevada y la zona norte.

A tenor de los índices obtenidos es fundamental tener muy en cuenta las condiciones de orientación, pendiente y exposición de cada parcela donde se pretenda la instalación del cultivo viñedo, para que la uva pueda madurar de un modo satisfactorio. Estos condicionantes, asimismo, hacen que la producción vitícola de esta zona adquiera unas características particulares que se reflejan en los vinos y que los diferencian de los que se encuentran en otras zonas de calidad reconocida.



2.1.3 Orografía y Suelo

La orografía de la zona está marcada por una elevada altitud que varía desde los 740 metros sobre el nivel del mar en la confluencia de los ríos Arlanza y Arlanzón con el Pisuerga en Torquemada, hasta los más de 1000 metros sobre el nivel del mar en la zona Este de la demarcación, coincidiendo con municipios como Covarrubias o Santo Domingo de Silos. Los viñedos se encuentran protegidos por los macizos montañosos de la Sierra de Cervera y la Sierra de las Mambblas (1300 - 1400 metros sobre el nivel del mar). Esta altitud condiciona notablemente el desarrollo del cultivo y la maduración de la uva. El relieve de las parcelas donde se cultiva tradicionalmente el viñedo, está formado por ondulaciones, laderas y cerros, terrenos saneados por lo que no existen problemas de exceso de humedad en el suelo.

En general los suelos son profundos, con un subsuelo formado principalmente por rocas blandas como margas calizas o calizas disgregadas penetrables por la raíz. Son destacables dos tipos de suelos. Por un lado, los fluvisoles o suelos aluviales arenosos de origen silíceo y granítico, con pH bajos (6-7) pero sin problemas de liberación de aluminio. Y por otro lado, los cambisoles cálcicos o suelos calizos con pH elevados (7,5-8), formados por margas calizas. En ambos tipos de suelo los elementos gruesos son abundantes, pudiendo ser rocas calizas, o guijarros y gravas, según el distinto origen de cada suelo. Por ello, resulta necesario efectuar una cuidada elección del portainjerto al realizar la plantación de la parcela.

No hay suelos limitantes por exceso de sales sódicas o cloruros. Únicamente en la cuenca baja del río Arlanza pueden existir afloramientos de yeso (sulfato de cal) en pequeñas dimensiones a nivel superficial que se detectan fácilmente con un análisis químico de los horizontes superiores en la fase de elección de la parcela. La escasez de materia orgánica es una característica endémica de los suelos de esta zona.

2.2 Selección clonal

A la hora de diseñar una plantación de viñedo de una determinada variedad, puede resultar importante la elección del clon o los clones más adecuados a la zona donde se va a realizar dicha plantación, en función de la estrategia productiva elegida. Hay que tener en cuenta que debido a las garantías varietales, sanitarias y características agronómicas y enológicas determinadas que aporta el uso de clones certificados, su empleo está más que justificado en las nuevas plantaciones (Rubio *et al.*, 2000).

La Organización Internacional de la Vid y el Vino (O.I.V.) adoptó en el año 1991 una resolución denominada "Programa tipo para la realización de la selección clonal de la viña". Se trata de un protocolo a seguir para llevar a cabo un programa de selección, que resulta largo y laborioso, pudiéndose estimar una duración mínima de 12 años: 3 de selección masal, 3 de comprobación sanitaria de virosis y selección genética, y 6 de estudio agronómico y enológico en parcelas comparativas (Martínez *et al.*, 2006).



Sin embargo, el proceso de evaluación y caracterización de cada clon es facultativo de la entidad seleccionadora, de manera que el prestigio del material certificado dependerá del rigor y la amplitud de las pertinentes evaluaciones, donde tienen cabida desde aspectos agronómicos (fenología, vigor, productividad, etc.) hasta aspectos de análisis enológico y organoléptico del vino de cada clon (Rubio *et al.*, 2000).

Cada programa de Selección Clonal y Sanitaria de una variedad permite la obtención de un conjunto de clones, cada uno de los cuales procede de una cepa madre, cabeza de clon, origen de todas las demás plantas del clon, considerando un exhaustivo testaje sanitario y de identificación varietal (Chomé, 1992), que finalmente puede dar lugar a diferentes clones certificables. No obstante, cada programa de selección se desarrolla en un ámbito geográfico y edafoclimático distinto, lo que limita las posibilidades de comparación entre clones de distintos programas (Yuste *et al.*, 2006).

2.3 Justificación del Trabajo

Es importante estudiar la combinación entre la influencia del clima y las características de cada clon varietal, ya que en las mismas condiciones de suelo, la respuesta de adaptación de cada clon a las condiciones climáticas constituye un aspecto que afecta al momento de brotación, muy importante en esta zona de cultivo a causa de las heladas tempranas, y a la adecuada maduración de la cosecha de cada campaña. Es fundamental conocer el comportamiento agronómico y cualitativo de estos clones certificados, en una misma zona y distinta de donde fueron seleccionados. Es por tanto necesaria su evaluación conjunta, y en particular en esta demarcación que posee condiciones climáticas tan particulares respecto a otras regiones vitivinícolas.

3. OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es estudiar la respuesta agronómica y cualitativa de cuatro clones certificados de Tempranillo en la Denominación de Origen Arlanza, los cuales se encuentran entre los más demandados por el mercado vitivinícola. Dichos clones provienen de diferentes Programas de Selección: clon RJ-43 del CIDA (La Rioja), clones CL-179 y CL-306 del ITACyL (Castilla y León) y clon ENTAV-770 del ENTAV (INRA, Francia), por lo que en su proceso selectivo fueron evaluados en zonas productoras diferentes, teniendo en cuenta su adaptación implícita a las características edafoclimáticas propias de cada zona.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

La parcela donde se localiza el ensayo experimental está situada en el término municipal de Castrillo Solarana (Burgos), perteneciente a la D.O. Arlanza, con altitud de 900 m y coordenadas geográficas de 42° 02' N, 3° 39' W.



Figura 3. Localización de la parcela experimental.



Figura 4. Fotografía aérea de la parcela experimental



El material vegetal empleado es *Vitis vinifera* L. cv. Tempranillo, injertado sobre patrón 110 Richter. Los clones certificados estudiados son:

- RJ-43, seleccionado por el CIDA de La Rioja.
- CL-179, seleccionado por el ITACyL de Castilla y León.
- CL-306, seleccionado por el ITACyL de Castilla y León.
- ENTAV-770, seleccionado por el ENTAV-INRA de Francia.

Las características agronómicas y cualitativas de los clones certificados del estudio se han reflejado en la tabla 2, respecto a las medias de los tratamientos de cada diferente programa de selección, según las referencias correspondientes.

Tabla 2. Características agronómicas y cualitativas de los clones RJ-43, CL-179, CL-306 y ENTAV-770, respecto a las medias de sus respectivos programas de selección, según los autores Martínez *et al.* (2006) (RJ-43), Rubio y Yuste (2009) (CL-179 y CL-306) y ENTAV-INRA (1995) (ENTAV-770).

Clones certificados	RJ-43	CL-179	CL-306	ENTAV-770
Producción (kg/cepa)	Media-Baja	Alto	Baja	Media-Alta
Fertilidad (Nºrac./pámpano)	Alta	Alta	Media-Baja	Media-Alta
Peso de baya (g)	Bajo	Medio-Bajo	Bajo	Alto
Madera de poda (kg/cepa)	Medio-Alto	Medio-Alto	Alto	Medio
Grado alcohólico (%vol.)	Alto	Medio	Alto	Bajo
pH	Medio	Medio	Medio	-
Acidez total (g TH ² /L)	Media-Alta	Baja	Media-Baja	Alta
Intensidad de color	Alta	-	-	-
Antocianos (mg/L)	Alto	-	-	-
I PT (280 nm)	Medio-Alto	Medio	Alto	-

Las características del suelo de la parcela donde se encuentra la plantación experimental se reflejan en la tabla 3.

Tabla 3. Clasificación del suelo de la parcela donde se realiza el ensayo, sus características texturales, pH, porcentaje de materia orgánica y conductividad eléctrica.

Clasificación de suelo FAO	% Arcilla	% Arena	Textura USDA	pH	% Materia Orgánica	Conductividad Eléctrica (dS/m)
Cambisol Cálculo	18	65	Franco arenosa	7,8	0,52	1,4

La plantación se realizó en 2004, con un marco de plantación de 2,8 m x 1,2 m (2976 cepas/ha). Las plantas están conducidas en espaldera, con un sistema de poda en cordón Royat bilateral, en el que se ha dejado una carga de 12 yemas, distribuidas en 3 pulgares por brazo.

El período de recogida de datos de este estudio corresponde al año 2011, durante el cual el cultivo se realizó en secano. Los datos termopluviométricos se han recogido de la estación meteorológica situada en el propio ensayo experimental, estos datos están reflejados en la figura 6.



Figura 5. Estación meteorológica instalada en las proximidades del ensayo

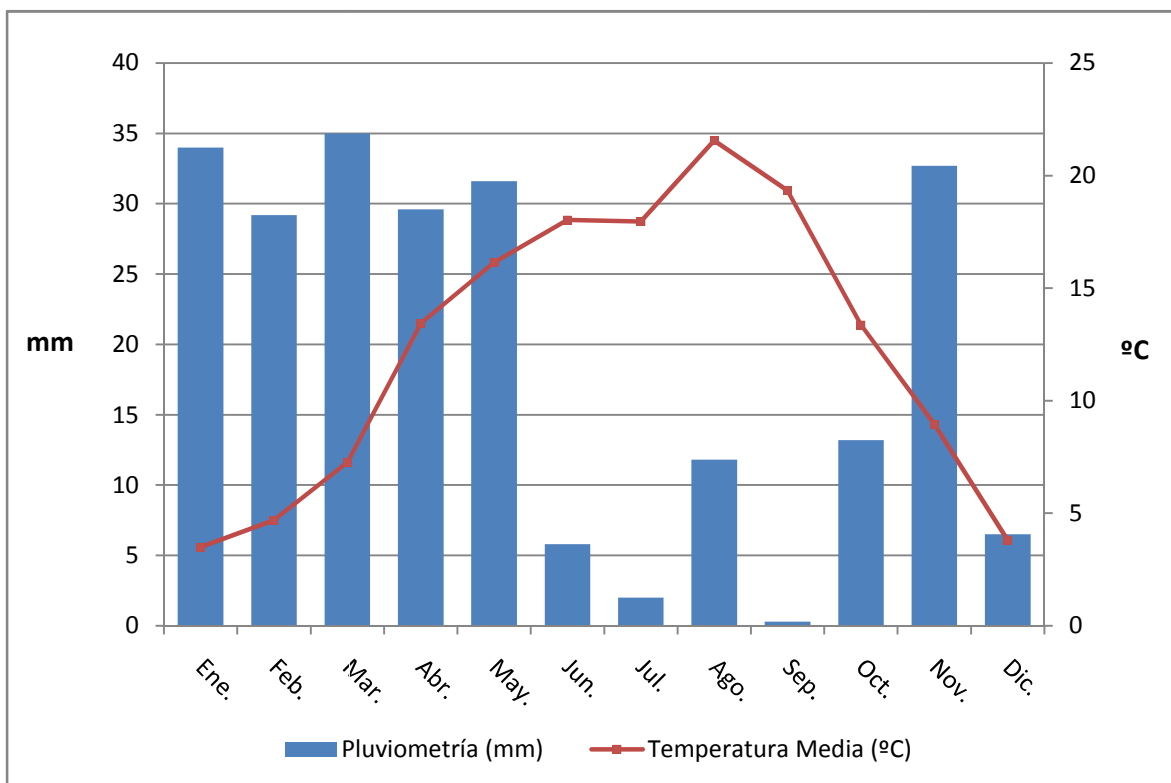


Figura 6. Precipitación y temperatura media mensuales registradas durante el 2011 en la parcela del ensayo.

En la tabla 4 se resumen los datos termoplumiométricos más significativos durante el año 2011 para el ciclo productivo de la vid.

Tabla 4. Precipitación anual, precipitación del 1 de abril al 31 de octubre, temperatura media anual, temperatura media de los meses julio-agosto-septiembre y temperatura media de septiembre.

Precipitación anual en 2011	240,5 mm
Precipitación durante el período activo (1 abril - 31 octubre)	94,3 mm
T ^a media anual	12,3° C
T ^a media de verano (julio - agosto - septiembre)	19,6° C
T ^a media de septiembre	19,3° C

Se han determinado las fechas de los principales estados fenológicos de desborre, floración, cuajado, envero y madurez, según la escala de Baillod y Baggiolini (1993). En estos estados fenológicos no hubo diferencias significativas entre clones.

Las fechas medias de los principales estados fenológicos en los clones estudiados son las siguientes:

- Desborre (B): 18 de abril
- Floración (I): 22 de junio
- Cuajado (J): 6 de julio
- Envero (M): 10 de agosto de 2011
- Vendimia (N): 13 de octubre de 2011

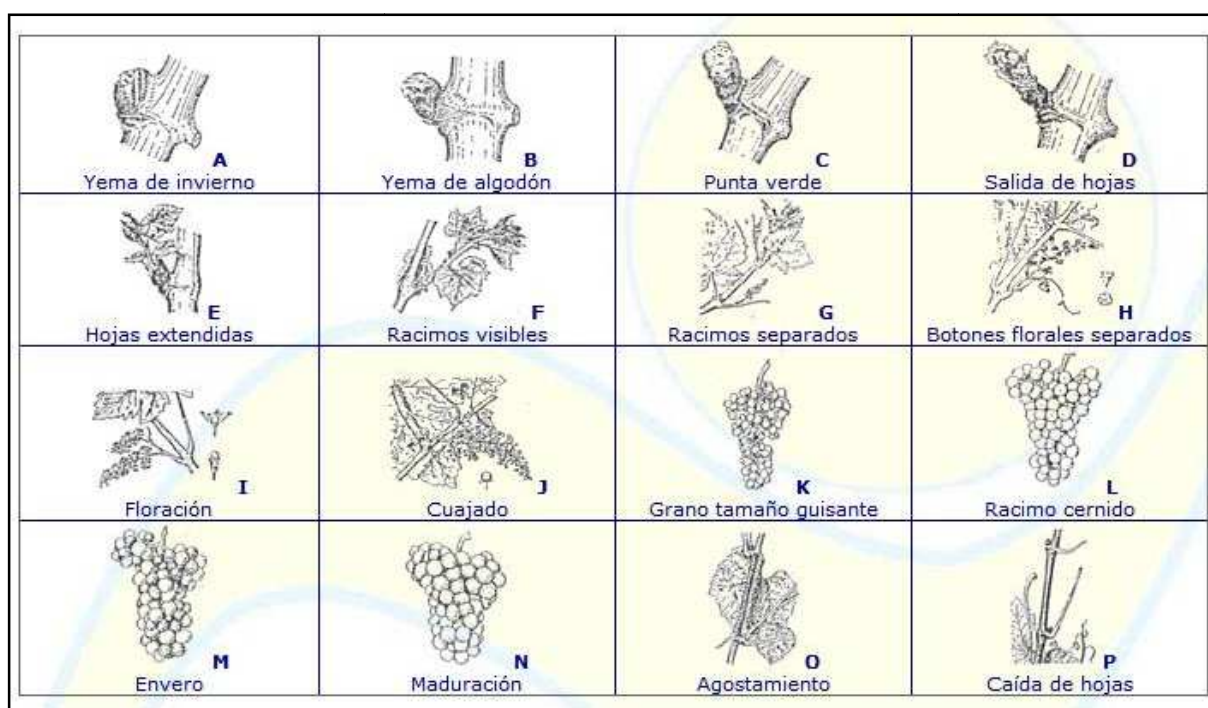


Figura 7. Estados fenológicos según Baillod y Baggiolini (1993).

El diseño experimental del ensayo es en bloques al azar, con 4 repeticiones de cada tratamiento (clon), cuya identificación se simplifica de la siguiente manera: 43 (clon RJ-43), 179 (clon CL-179), 306 (clon CL-306) y 770 (clon ENTAV-770). La parcela elemental consta de 4 filas de 20 cepas, con 10 cepas de control por repetición. Cada repetición consta de 2 filas centrales en las que se ubican las cepas de control, mientras que las líneas contiguas están destinadas a efecto borde.

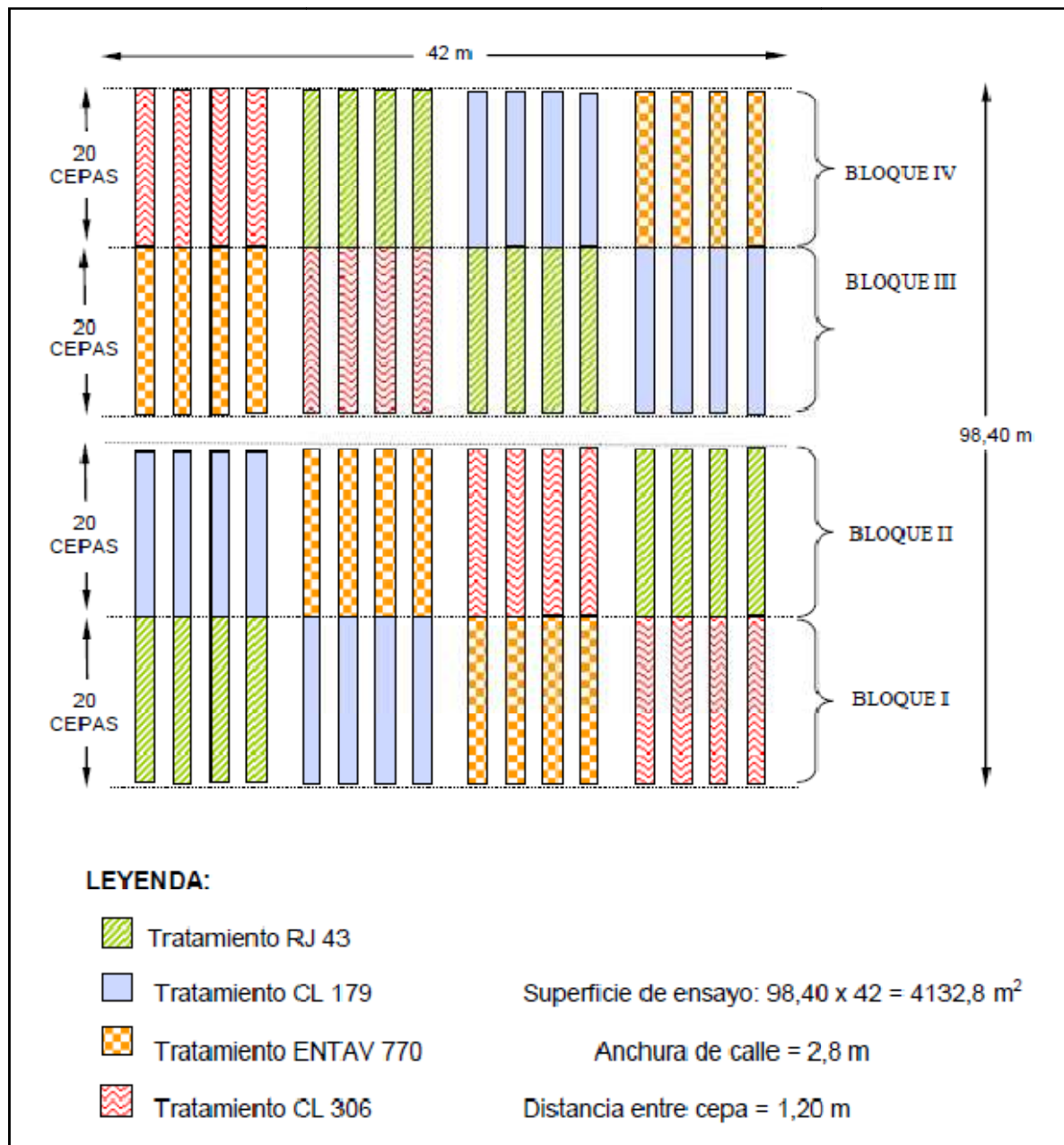


Figura 8. Croquis del ensayo experimental



Se han determinado como parámetros productivos, el rendimiento (kg/cepa y t/ha), el número de racimos por pámpano, el peso del racimo (g), el peso de la baya (g) y el número de bayas por racimo. Como parámetros de desarrollo vegetativo se han determinado el peso de madera de poda (kg/cepa), el número de sarmientos por cepa, el peso medio del sarmiento (g), y el índice de Ravaz.

Por último, como parámetros de composición de la uva se han determinado la concentración de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) mediante refractómetro digital Atago, la acidez total (g TH₂/L) determinada por volumetría ácido-base mediante valorador automático Titrino Metrohm, el pH con pH-metro Metrohm, el contenido en ácido tartárico (g/L) y el contenido en ácido málico (g/L), aplicando sus respectivos métodos enzimáticos mediante analizador automático enzimático Cetlab 600, la concentración de potasio (mg/L) utilizando un fotómetro de llama Jenway PFP7 y el índice de polifenoles totales midiendo la absorbancia a 280 nm con un espectrofotómetro UV Beckman.

El análisis estadístico de los datos ha consistido en un análisis de varianza (ANOVA), realizando el test de Duncan para separar los grupos homogéneos en los casos que han presentado diferencias significativas, mediante el programa STATISTICA 7.0.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ciclo vegetativo de la vid durante el 2011 se vio influido por un invierno frío que retrasó la brotación a la tercera semana de abril. Las temperaturas medias fueron bajas los meses de junio y especialmente julio, lo que retrasó las fechas de floración, cuajado y envero. La segunda mitad de agosto y especialmente septiembre presentaron elevadas temperaturas que compensaron el retraso del ciclo alcanzando una maduración suficiente para vendimia en fechas medias para la zona. Las precipitaciones han sido muy reducidas (240 mm) durante todo el año y fundamentalmente durante el período activo de la vid (94 mm), por lo que se produjo probablemente un elevado estrés hídrico en plena maduración, especialmente en septiembre. Este estrés influye en la tasa fotosintética neta, debido al cierre parcial de estomas para reducir la transpiración. Asimismo esta tasa se reduce debido al incremento de la respiración, como consecuencia del aumento de la temperatura interna de la planta. Además se incrementa la absorción de potasio para mantener la turgencia en los tejidos (Rubio, 2002). Esta absorción de potasio favorece el incremento del pH (Boulton, 1980), y el incremento de la tasa de respiración acelera el descenso de la acidez total durante la maduración de la uva. (Hidalgo, 2004).

5.1 Producción de uva

Todos los tratamientos han superado el rendimiento máximo por hectárea permitido en la D.O. Arlanza (7 t/ha) como se aprecia en la figura 9.

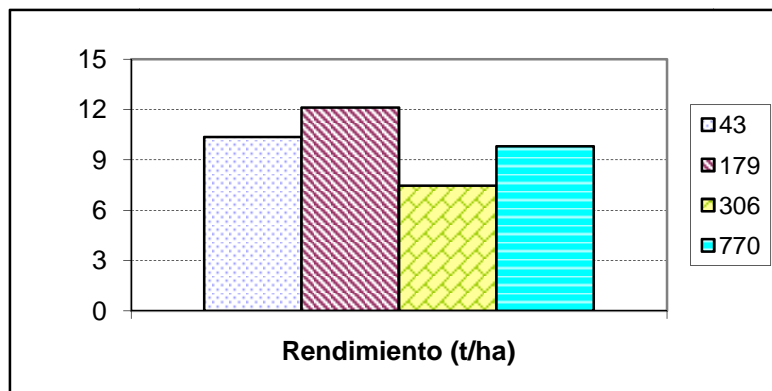


Figura 9. Rendimiento en t/ha obtenido por los clones RJ-43 (43), CL-179 (179), CL-306 (306) y ENTAV-770 (770).

El CL-306 ha mostrado una producción de uva por cepa de 2,5 kg, superando ligeramente el límite permitido en la D.O., mientras que el resto de clones estudiados lo excede ampliamente. El clon CL-179 ha mostrado la mayor producción, mientras que el CL-306 ha mostrado el menor nivel productivo. Este escalonamiento de producciones, que no ha llegado a ser estadísticamente significativo (tabla 5), está en consonancia con lo que refleja la tabla 2, salvo que el RJ-43 y el ENTAV-770 intercambian los puestos, mostrándose ligeramente más productivo el primero. A pesar de que en la tabla 2 se indica una fertilidad (número de racimos por pámpano) alta para el RJ-43 y CL-179, media alta para el ENTAV-770 y media baja para el CL-306.

El número de racimos por pámpano no ha mostrado diferencias entre los clones estudiados, por lo que la producción no se ha visto diferenciada debido a esto. Las diferencias observadas en el rendimiento se han debido, principalmente, a la variación en el peso del racimo, que ha mostrado la misma tendencia que el rendimiento, con diferencias estadísticamente significativas en este caso, desfavorables para el clon CL-306 respecto a los otros tres clones.

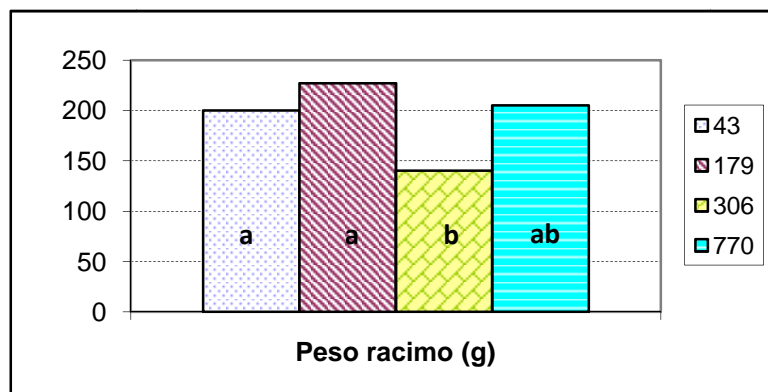


Figura 10. Peso del racimo medio de los clones RJ-43 (43), CL-179 (179), CL-306 (306) y ENTAV-770 (770). Separación en los grupos homogéneos a y b, mediante el test de Duncan, en los casos que han presentado diferencias significativas.

El número de bayas por racimo ha resultado muy inferior en el clon CL-306 respecto a los otros tres clones, observándose diferencias con significación estadística entre clones en perjuicio de dicho clon. El peso de la baya ha sido menor en el clon RJ-43 que en el resto de clones, aunque sin observarse diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

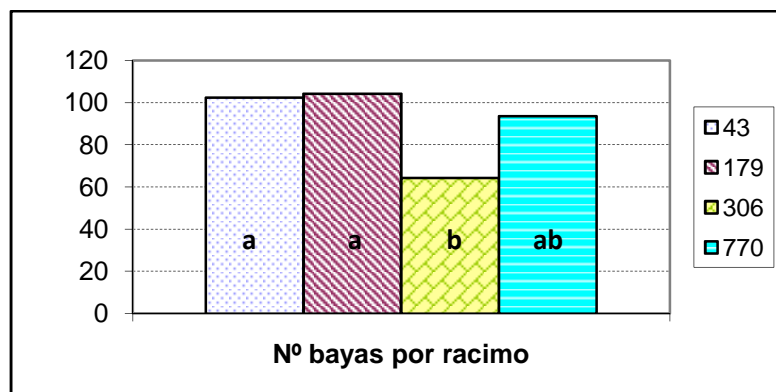


Figura 11. Número medio de bayas por racimo de los clones RJ-43 (43), CL-179 (179), CL-306 (306) y ENTAV-770 (770). Separación en los grupos homogéneos a y b, mediante el test de Duncan, en los casos que han presentado diferencias significativas.

Tabla 5. Producción de uva por cepa (kg), rendimiento (t/ha), número de racimos por cepa, peso del racimo (g), número de bayas por racimo y peso de la baya (g), de los clones RJ-43, CL-179, CL-306 y ENTAV-770, en 2011. Nivel de significación estadística (Sig.): ns, no significativa; *, $p < 0,05$.

Tratamiento	Producción por cepa (kg)	Rendimiento (t/ha)	Nº racimos por pámpano	Peso del racimo (g)	Nº de bayas por racimo	Peso de la baya (g)
43	3,48	10,36	1,6	200 a	102,5 a	1,96
179	4,07	12,12	1,6	227 a	104,3 a	2,19
306	2,51	7,46	1,6	140 b	64,3 b	2,18
770	3,30	9,81	1,5	205 a	93,7 ab	2,19
Sig.	ns	ns	ns	*	*	ns

5.2 Desarrollo vegetativo

El peso de madera de poda ha mostrado ciertas diferencias entre clones, aunque sin llegar a ser estadísticamente significativas. Estas diferencias han seguido la tendencia marcada en la tabla 2, de manera que el clon CL-306 ha resultado más vigoroso que el resto y el menos vigoroso el ENTAV-770 (tabla 6).

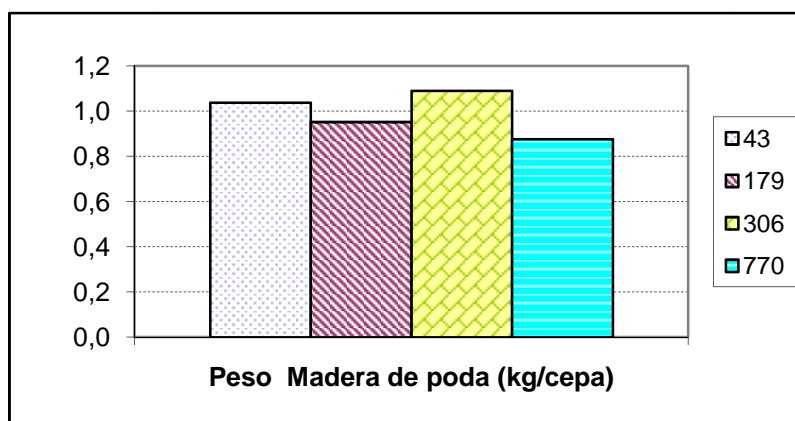


Figura 12. Peso de Madera de Poda de los clones RJ-43 (43), CL-179 (179), CL-306 (306) y ENTAV-770 (770).

Por debajo del clon CL-306 se han situado, en orden decreciente, los clones RJ-43, CL-179 y ENTAV-770. El número de sarmientos ha sido muy similar en todos los tratamientos, debido fundamentalmente a la ajustada ejecución de la poda de invierno y a la exhaustiva poda en verde realizada. Sin embargo, el vigor del sarmiento ha mostrado la misma tendencia que el peso de madera de poda, sin observarse diferencias estadísticamente significativas entre clones. Las diferencias observadas en el peso de madera de poda se han debido, principalmente, al peso medio del sarmiento.

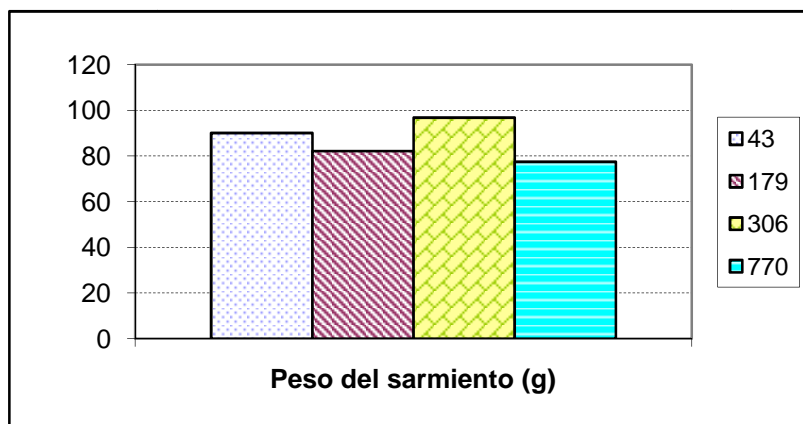


Figura 13. Peso medio del sarmiento de los clones RJ-43 (43), CL-179 (179), CL-306 (306) y ENTAV-770 (770).

Por otro lado, el índice de Ravaz ha mostrado diferencias estadísticamente significativas entre clones, en detrimento del CL-306 que ha presentado el índice más bajo respecto a los demás, al combinarse en este caso la menor producción de uva con el mayor peso de madera de poda de todos los clones, siendo el índice del clon CL-179 casi dos veces superior a este. El valor del índice de Ravaz según Jackson y Lombard (1993) debería estar entre 4 y 9, siendo insuficiente en todos los casos, salvo para este último clon en el que su valor estaría considerado bajo. Por lo que se aprecia una pérdida de potencial productivo, aunque esta ajustado a una viticultura de secano en la que la producción está limitada por la legislación.

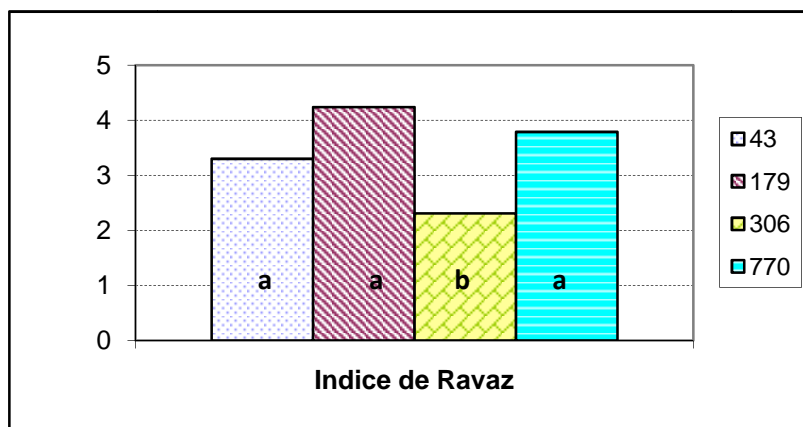


Figura 14. Índice de Ravaz de RJ-43 (43), CL-179 (179), CL-306 (306) y ENTAV-770 (770). Separación en los grupos homogéneos a y b, mediante el test de Duncan, en los casos que han presentado diferencias significativas.



Tabla 6. Peso de madera de poda por cepa (g), número de sarmientos por cepa, vigor del sarmiento (g), e índice de Ravaz (IR), de los clones RJ-43, CL-179, CL-306 y ENTAV-770, en 2011. Nivel de significación estadística (Sig.): ns, no significativo; *, $p < 0,05$.

Tratamiento	Peso de Madera de Poda (g)	Nº de Sarmientos por cepa	Vigor del sarmiento (g)	Índice de Ravaz
43	1038	12,8	85,17	3,30 a
179	952	12,4	78,74	4,24 a
306	1090	12,5	89,90	2,31 b
770	877	13	72,08	3,79 a
Sig.	ns	ns	ns	*

5.3 Composición de la uva

Las muestras de uva para determinar los índices finales de maduración se tomaron el mismo día de vendimia, que fue el mismo para todos los tratamientos. Varios de los parámetros de composición de uva medidos han mostrado diferencias estadísticamente significativas en el comportamiento de los clones estudiados. La concentración de sólidos solubles ha sido más alta en el clon CL-306 que en el resto de clones.

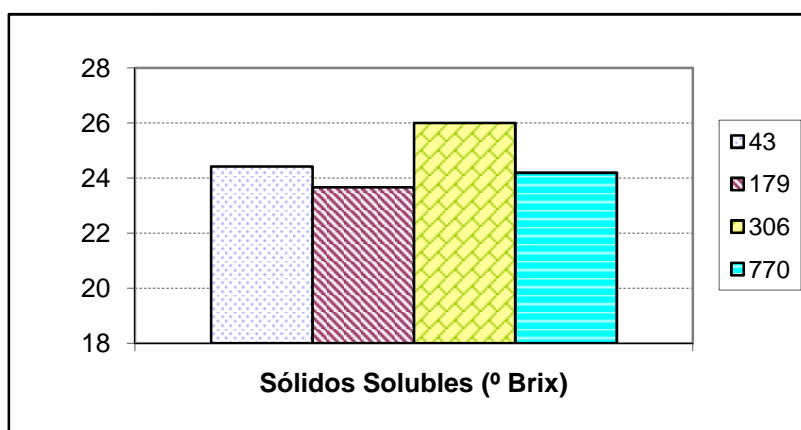


Figura 15. Concentración de sólidos solubles de los clones RJ-43 (43), CL-179 (179), CL-306 (306) y ENTAV-770 (770).

Las diferencias han llegado a ser estadísticamente significativas en el pH, aunque son valores elevados para todos los tratamientos respecto a los niveles medios de los vinos tintos de la zona.

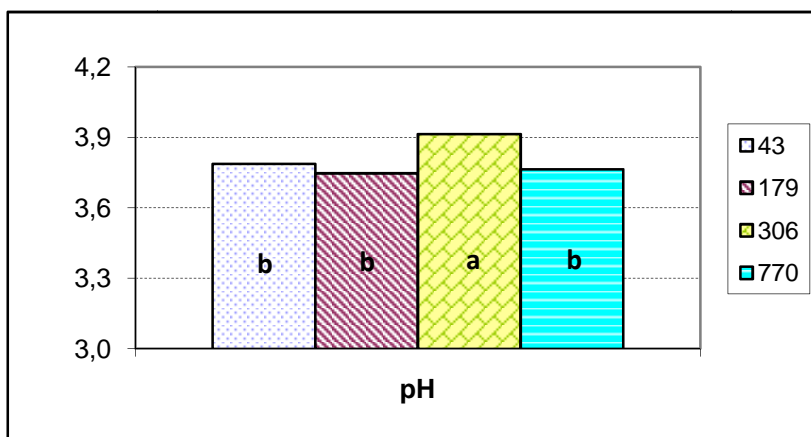


Figura 16. Valores de pH de los clones RJ-43 (43), CL-179 (179), CL-306 (306) y ENTAV-770 (770). Separación en los grupos homogéneos a y b, mediante el test de Duncan, en los casos que han presentado diferencias significativas.

La acidez total ha sido baja para todos los clones, siendo los mayores valores en los clones RJ-43 y CL-179, sin llegar a encontrarse diferencias estadísticamente significativas entre clones.

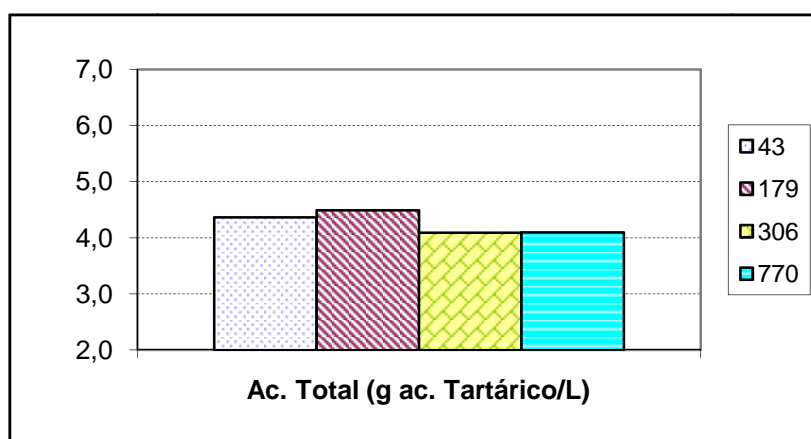


Figura 17. Acidez Total (gTH_2) de los clones RJ-43 (43), CL-179 (179), CL-306 (306) y ENTAV-770 (770).

La concentración de ácido tartárico ha mostrado valores significativamente mayores en los clones CL-179 y CL-306 que en el ENTAV-770, situándose el RJ-43 en una posición intermedia.

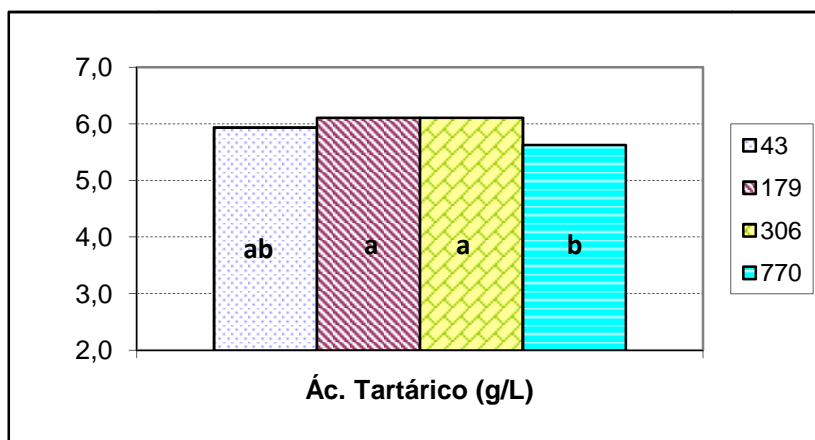


Figura 18. Concentración de ácido tartárico de los clones RJ-43 (43), CL-179 (179), CL-306 (306) y ENTAV-770 (770). Separación en los grupos homogéneos a y b, mediante el test de Duncan, en los casos que han presentado diferencias significativas.

El contenido de ácido málico ha sido significativamente mayor en los clones RJ-43 y CL-306 que en el clon ENTAV-770, situándose el clon CL-179 en una posición intermedia entre ellos.

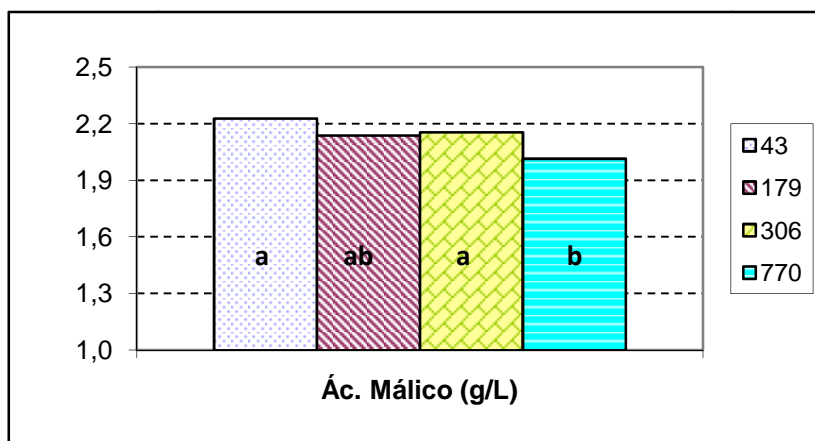


Figura 19. Concentración de ácido málico de los clones RJ-43 (43), CL-179 (179), CL-306 (306) y ENTAV-770 (770). Separación en los grupos homogéneos a y b, mediante el test de Duncan, en los casos que han presentado diferencias significativas.

El índice de polifenoles totales ha sido superior para el CL-306, seguido del RJ-43, del ENTAV-770 y del CL-179, coincidiendo con las indicaciones de la tabla 2, pero sin llegar a haber diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

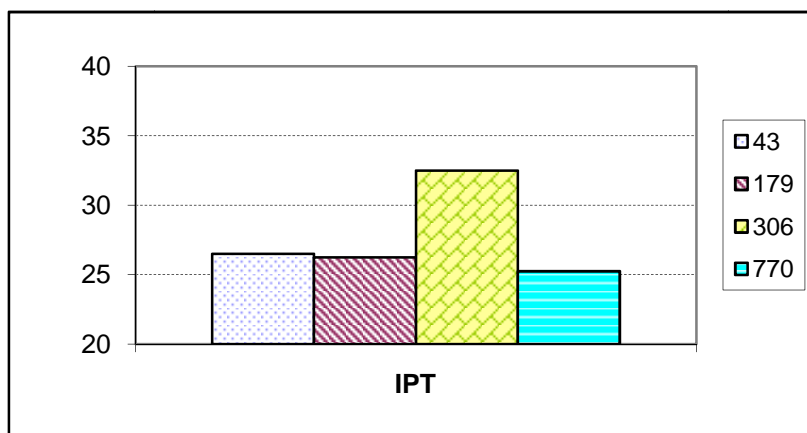


Figura 20. Índice de Polifenoles Totales (280nm) de los clones RJ-43 (43), CL-179 (179), CL-306 (306) y ENTAV-770 (770).

Los niveles de potasio son elevados en todos los casos, típicos de una variedad potasófila como el Tempranillo, sin presentar diferencias significativas entre ellos.

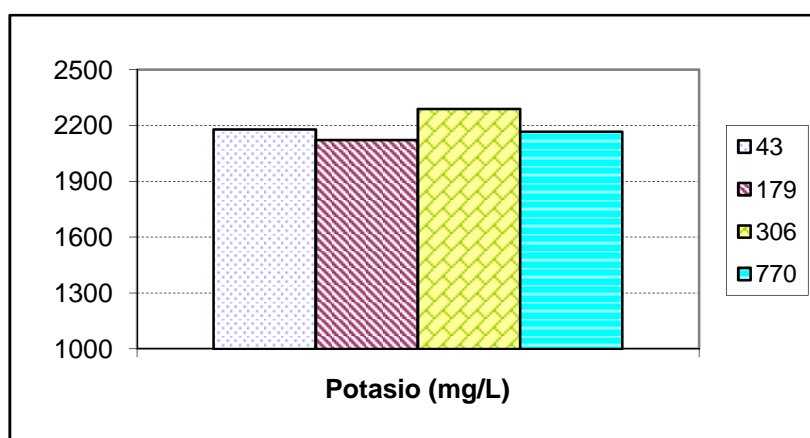


Figura 21. Concentración de potasio de los clones RJ-43 (43), CL-179 (179), CL-306 (306) y ENTAV-770 (770).

Aunque los valores de sólidos solubles han sido adecuados, las duras condiciones meteorológicas sufridas durante la maduración, caracterizada por altas temperaturas y un elevado déficit hídrico, podrían haber provocado una reducción en la acidez total observada. Asimismo, también podrían haber influido sobre los valores elevados de pH para todos los clones, y en base a las altas concentraciones de potasio absorbidas por las plantas.



Tabla 7. Concentración de sólidos solubles (°Brix), pH, acidez total (g TH₂/L), concentración de ácido tartárico (g/L), concentración de ácido málico (g/L), concentración de potasio (mg/L) e índice de polifenoles totales (IPT), de los clones RJ-43, CL-179, CL-306 y ENTAV-770, en 2011. Nivel de significación estadística (Sig.): ns, no significativo; *, p<0,05.

Tratamiento	Sólidos solubles (°Brix)	pH	Acidez Total (TH ₂ g/L)	Ácido Tartárico (g/L)	Ácido Málico (g/L)	Potasio (mg/L)	IPT
43	24,4	3,79 b	4,37	5,94 ab	2,23 a	2180	26,5
179	23,7	3,75 b	4,49	6,11 a	2,14 ab	2123	26,3
306	26,0	3,92 a	4,10	6,11 a	2,16 a	2290	32,5
770	24,2	3,77 b	4,10	5,63 b	2,02 b	2168	25,3
Sig.	ns	*	ns	*	*	ns	ns



6. CONCLUSIONES

1. Desde el punto de vista agronómico, el clon CL-306 ha resultado ser el menos productivo mientras que el clon CL-179 ha sido el más productivo. Los clones RJ-43 y ENTAV-770 han mostrado un nivel de rendimiento intermedio respecto a los anteriores. Las diferencias observadas en el rendimiento se han debido principalmente a la variación en el peso del racimo, y ésta a su vez al número de bayas del mismo, que ha sido menor en el clon CL-306. El peso de la baya ha sido menor en el clon RJ-43, pero similar en el resto de clones. El clon CL-306 sería conveniente para el empleo en esta zona, debido a que su limitada fertilidad evita la necesidad de realizar aclareo de racimos para reducir la vendimia y ajustarse a la producción máxima permitida en la D.O. Arlanza.
2. El clon CL-306 ha resultado ser el más vigoroso, con mayor peso total de madera de poda y mayor vigor del sarmiento, mientras que el clon ENTAV-770 se ha presentado como el menos vigoroso, aunque sin grandes diferencias entre clones. El peso del sarmiento ha sido el componente que explica la variación del peso de madera de poda, pues el número de sarmientos por cepa ha sido muy similar en todos los clones. Por otro lado, el clon CL-179 ha mostrado el mayor índice de Ravaz, al ser el más productivo, mientras que el clon CL-306 originó el menor índice debido a su mayor peso de madera de poda y a su menor producción frente al resto.
3. La composición de la uva ha mostrado diferencias en el comportamiento de los clones estudiados, destacando los mayores niveles de concentración de azúcares, de potasio, del índice de polifenoles totales y de pH del clon CL-306 respecto del resto de clones. Por otro lado, dentro de unos valores bajos para el conjunto de los clones, la acidez total ha mostrado valores ligeramente mayores en los clones RJ-43 y CL-179, mientras que el nivel de ácido tartárico ha sido mayor en CL-179 y CL-306 y menor en ENTAV-770, y el contenido de ácido málico ha sido mayor en RJ-43 y CL-306 y menor en ENTAV-770. En base a esto, habría sido recomendable haber realizado la vendimia días antes, en especial para el CL-306. Asimismo, el menor nivel de ácido tartárico y málico del ENTAV-770, podría indicar una adaptación menor, a las condiciones de cultivo y edafoclimáticas, que el resto de clones. Estas diferencias plantean la necesidad de adecuación del clon a los objetivos productivos y cualitativos específicos de cada nueva plantación de viñedo.
4. Por último destacar que las conclusiones se han extraído de los datos recogidos del ensayo durante un único ciclo productivo (2011), lo cual aunque aporta información útil limita su trascendencia. Siendo necesaria para poder realizar una evaluación adecuada una continuidad en la toma de datos durante más años.



Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la colaboración del C.R.D.O. Arlanza, en especial de J.I. Marqués, la aportación financiera de la Junta de Castilla y León y de fondos FEDER. Asimismo, ha sido fundamental el apoyo y colaboración de los compañeros de la Estación Enológica y en particular de los compañeros del Grupo de Viticultura de la Unidad de Cultivos Leñosos y Hortícolas, del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León.

7. BIBLIOGRAFIA

1. BAILLOD, M.; BAGGIOLINI, M. 1993. **Les stades repères de la vigne**. Revue Suisse de viticulture arboriculture horticulture. 25(1) : 7-9.
2. BOULTON, R. 1980 **The general relationship between potassium, sodium and pH in grape juice and wine**. American Journal of Enology and Viticulture ; 32 (2) : 182-186.
3. CHOMÉ, P. 1992. **La certificación y las selecciones clonales de vid**. Vitivinicultura 2: 40-42.
4. ENTAV-INRA. 1995. **Catalogue des variétés et clones de vigne cultivés en France**. ISBN 2-9509682-0-1. 342 pp.
5. HIDALGO, L. 2004. **Tratado de viticultura general**. Ed. Mundiprensa. ISBN 8-4847606-8-5.
6. JACKSON, D.I. Y LOMBARD, P.B. 1993. **Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality – a review**. American Journal of Enology and Viticulture ; 44: 409-430
7. MARTÍNEZ, J.; DOMÍNGUEZ, N.; PANCORBO, L.; VICENTE, T. 2006. **Selección clonal de viníferas en la CC. AA. de La Rioja**. G.E.S.E.V.I.D. 21 y 22 de Noviembre 2006. Tomelloso (Ciudad Real).
8. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (VV.AA.). 2005. **Guía resumida del clima 1971-2000: Plan Estadístico Nacional 2001-2004**. ISBN 978-84-832027-1-5
9. RUBIO, J.A. **Riego y aclareo de racimos: Efectos en la actividad fisiológica, en el control del rendimiento y en la calidad de la uva del cv. Tempranillo (*Vitis vinifera* L.)**. Tesis Doctoral. 2002.
10. RUBIO, J.A.; YUSTE, J.; PÉREZ, M^a.A.; LÓPEZ-MIRANDA, S. 2000. **Varietades certificadas de vid en Castilla y León. Uso, importancia y consecuencias**. Agricultura 817: 492-496.



11. RUBIO, J.A.; YUSTE, J.; YUSTE, J.R.; ALBURQUERQUE, M^a.V.; ARRANZ, C.; BARAJAS. E. 2009. **Clones certificados de las principales variedades tradicionales de vid en Castilla y León.** Ed. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. Valladolid, España. ISBN: 978-84-936783-6-4. 315 pp.
12. SCHULTZ, H.R. 2000. **Climatic change and viticulture: a European perspective on climatology, carbon dioxide and UV-B effects.** Australian Journal of Grape and Wine Research 6: 2-12.
13. SEGUIN, B. 2007. **Perspectives d'évolution du climat pour les principaux vignobles.** Progrès Agricole et Viticole 124 (17): 481-486.
14. www.arlanza.org
15. YUSTE, J.; ARRANZ, C.; ALBURQUERQUE, M^a.V.; RUBIO, J.A. 2006. **Variedades autóctonas de vid en Castilla y León: clones certificados a disposición de la viticultura.** La Semana Vitivinícola 3123: 1942-1947.