

# Precipitation variability in a temperate coastal region and its impacts on Tannat and Albariño cultivars

Ramiro Tachini<sup>1</sup>, Mercedes Fourment<sup>1</sup>, and Milka Ferrer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agronomy, Universidad de la República Oriental del Uruguay, Av. Garzón 780, CP 12900 Montevideo, Uruguay

**Abstract.** Climate is one of the main components that define the development and behaviour of the plant, conditioning the health status and the final quality of the grapes. The objective was to describe the precipitation (PP) variability during the last 32 years and how Tannat and Albariño responded in three growing seasons (GS). We analyzed PP data from two agro-meteorological stations and calculated descriptive indexes. In addition, we measured vine water potential, plant physiological parameters, grapes' final composition and health status at harvest in 2019, 2020 and 2021. In the last 32 years, PP during GS ranged from 133-1154 mm and 10-599 mm during the grape ripening period. An average of 51 days had PP, which means one event every four days. However, when analyzing the dry periods (moving average of 15 days with PP<6 mm), 24 events per GS were recorded with a variability from 0-101, which shows the alternation between excess and deficit of water in the terroir. Regarding plant response, both cultivars showed differences in soluble solids, pH and berry weight between GS. In particular, Albariño showed differences in bunch weight. In contrast, Tannat showed differences in total acidity, anthocyanins, leaf area, yield with the incidence of *Botrytis cinerea* sp., pruning weight and bunch weight between GS. Therefore, the inter-annual variability had an impact on Tannat performance. Still, Albariño was more stable than Tannat between rainy and dry GS, an interesting option for winegrowers searching for durable and sustainable products.

## 1 Introducción

El clima es uno de los principales factores del terroir que afecta a la vid (*Vitis vinifera* L.). Por consiguiente, la variabilidad puede repercutir en el desarrollo y crecimiento de la planta y la composición de la uva. Varios autores han centrado su trabajo en estudiar las interacciones entre la planta y el clima, encontrado respuesta a niveles fisiológicos y metabólicos [1], [2]. Dentro del clima, las variables más determinantes que inciden en la vid son la temperatura y las precipitaciones [3]. El agua y su disponibilidad es necesaria para el correcto desarrollo del cultivo, donde se necesitan entre 300 a 600 L de agua durante el ciclo productivo en climas templados [4]. Sin embargo, la falta o abundancia de agua puede causar problemas en las vides. El exceso de agua se asocia con plantas vigorosas con un elevado desarrollo foliar, lo que provoca canopias densas favoreciendo el desarrollo de enfermedades fúngicas [5]. Por otra parte, contribuye al aumento del tamaño de grano y dilución de los compuestos metabólicos en la baya como pueden ser sólidos solubles y polifenoles [8]. Por el contrario, un déficit hídrico severo y prolongado puede causar un lento desarrollo foliar y pérdida de rendimiento asociado a la deshidratación de bayas, provocando diferentes impactos dependiendo del momento fenológico en el cual se encuentra la vid al momento del déficit. Es por tanto insuficiente identificar la magnitud del déficit, si no se precisa el momento en

que ocurre durante el ciclo del cultivo. Un déficit moderado post-verano es deseado para la producción de uvas para vino de calidad [7]. Mientras que en primavera, momento donde ocurre la floración e inducción de las yemas es importante suministrar el agua necesaria por las plantas para instalar correctamente la canopia y que no haya un impacto del déficit hídrico en los diferentes componentes del rendimiento [8].

La respuesta de la vid al clima no es uniforme entre sus cultivares, varios autores han encontrado respuestas diferenciales entre cultivares al suministro de agua [8]. Tannat, variedad tinta de origen francés, es el cepaje más plantado en Uruguay. El interés por esta variedad responde a la buena aclimatación a las condiciones ambientales de Uruguay, en cuanto a su tipicidad y su gran potencial enológico debido al alto nivel de antocianos, taninos y equilibrio de la acidez [9]. Albariño es un cepaje blanco procedente de Galicia, España. En los últimos años ha aumentado el interés de los viticultores uruguayos por este cultivar por su buena adaptación a las condiciones húmedas de Uruguay.

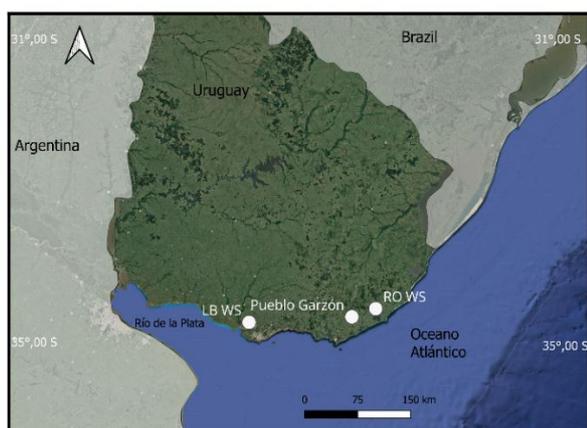
El objetivo del trabajo es evaluar la variabilidad de las precipitaciones durante el ciclo de crecimiento de la vid en una serie de 32 años y en detalle describir el comportamiento de los cultivares Tannat y Albariño en tres vendimias contrastantes en términos de precipitaciones.

## 2 Materiales y métodos

### 2.1 Datos climáticos

Según la clasificación climática de Köppen, Uruguay corresponde a la categoría "Caf": templado, lluvioso (sin estación de lluvias marcada), húmedo y con una temperatura del mes más cálido superior a 22 °C. (Instituto Nacional de Meteorología del Uruguay [INUMET]).

Para la evaluación de las precipitaciones se tomaron los datos climáticos de 32 años (1991-2023) de dos estaciones meteorológicas avaladas por la OMM (Organización Mundial de Meteorología). La primera es la estación agro-meteorológica de INIA Las Brujas (Instituto nacional de investigaciones agropecuarias), la cual se encuentra en la región centro sur de Uruguay a 13 km del estuario del Río de la Plata (34°64' S; 56°33' O). La segunda es la estación meteorológica de INUMET Rocha (Instituto Uruguayo de Meteorología), encontrándose en la zona sur este del país a 18 km del océano atlántico (34°48' S; 54°30' O). Ambas estaciones se encuentran a una distancia de 200 km entre sí, sobre la costa del Uruguay (Fig. 1).



**Figura 1.** Ubicación de las estaciones meteorológicas RO y LB WS y localización de los viñedos en evaluación en Pueblo Garzón.

En base a los datos climáticos, se calcularon los siguientes indicadores asociados a las precipitaciones: 1) precipitaciones totales del ciclo vegetativo (PP GS (mm);  $\sum$ PP 1-sep al 15-mar); 2) precipitaciones de brotación a floración (PP BB-F (mm);  $\sum$ PP 1-sep al 15-nov); 3) precipitaciones de floración a envero (PP F-V (mm);  $\sum$ PP 15-nov al 15-ene); 4) precipitaciones de envero a cosecha (PP V-H (mm);  $\sum$ PP 15-ene al 15-mar); 5) número de días con precipitaciones durante el ciclo vegetativo (N°PP GS); 6) número de precipitaciones con volumen de entre 1-10 mm (N°PP 1-10mm); 7) número de días con precipitaciones con volumen entre 10-40 mm (N°PP 10-40 mm); 8) número de días con precipitaciones con volumen superior a 40 mm (N°PP > 40 mm); 9) número de periodos secos (DryP; 1 periodo equivale a 15 días con precipitaciones acumuladas menores a 6 mm); 10)

número de periodos secos de envero a cosecha (DryP V-H). El valor fijado de 6 mm para el cálculo de los periodos de sequía hace referencia al valor medio de evapotranspiración potencial diaria para un día de verano en el sur de Uruguay. (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIA]).

### 2.2 Datos de respuesta de la planta

Para evaluar el desempeño de las vides se escogió un viñedo comercial cercano a Pueblo Garzón (Departamento de Maldonado), en la zona sur este del país (34. 57° S; 54. 60° W), a 18 km del océano Atlántico (Fig. 1). Se seleccionaron 10 parcelas de Albariño y 9 parcelas de Tannat y en cada una se marcaron 21 plantas de las cuales se realizó el seguimiento agronómico.

El tipo de suelo en la región corresponde con Luvisol Úmbrico Típico (USDA= Hapludalf), presentando Inceptisoles como suelos dominantes y Litosoles como suelos asociados. El relieve es de sierras rocosas con paisaje ondulado fuerte (pendientes de hasta 25%) y con drenaje rápido. El espesor promedio del perfil son 39 cm y el agua potencialmente disponible que puede brindar el suelo es de 57 mm.

Las plantas seleccionadas se encuentran bajo el marco de plantación de 2 metros entre hileras y 1 m entre plantas (5.000 plantas/ha). La fecha de implantación fue entre el 2008 y el 2009, la cual al 2019 se encontraban los viñedos en plena producción. El sistema de conducción es en espaldera alta y el sistema de poda en Tannat es del tipo Guyot simple a 8 yemas por vara, mientras que Albariño es Guyot doble a 8 yemas cada uno. Las parcelas se encuentran 100% bajo riego por goteo.

El seguimiento de las vides se efectuó durante los ciclos productivos 2019, 2020 y 2021 y se evaluó: 1) estatus hídrico mediante análisis de potencial hídrico de base en pre-alba, donde se midieron 6 hojas sanas y totalmente desarrolladas por parcela distribuidas en ambas caras de la espaldera. La medición se repitió en los estados fenológicos 25, 33, 34 and 37 de la escala de Eichhorn-Lorenz; 2) rendimiento de uva cosechada (Yield), discriminando entre peso sano y peso enfermo (SickY) (uva con síntoma de Botrytis cinerea sp); 3) peso medio de racimo (Cw), calculado como: rendimiento total / N° de racimos; 4) peso de poda (Pw); 5) superficie foliar expuesta potencial (SFEp) mediante la metodología de Carbonneau (1995) y 6) cálculo de índices de equilibrio fisiológico: índice de Ravaz (rendimiento / peso de poda) y SFEp/rendimiento.

Para determinar la cosecha se consideró el umbral de pH 3,30 para Tannat y 3,15 para Albariño. De la uva cosechada se realizaron mediciones de metabolitos primarios en base a protocolo de OIV (2009): 1) sólidos solubles mediante reflectometría; 2) pH con ph-metro; 3) acidez titulable por titulación con ácido sulfúrico y metabolitos secundarios: 4) análisis de polifenoles mediante el método de Glories [10] modificado por González-Neves [11] por espectrofotometría.

## 2.2 Análisis estadístico

Para evaluar los datos de precipitaciones se hicieron análisis estadísticos descriptivos (media, máximo, mínimo y desvío estándar) a partir de los 32 años y se compararon las dos estaciones mediante un análisis de varianza y posterior test de Tukey con P valor 0,05. Se establecieron correlaciones lineales de primer orden para observar las tendencias de evolución de los índices durante los años y se realizó un análisis de componentes principales (ACP), para identificar la variabilidad entre los años.

En cuanto los parámetros de respuesta de la planta, se realizaron análisis estadísticos descriptivos (media, mínimo, máximo y desvío estándar) y se contrastaron los años mediante el análisis de varianza y test de Tukey (p valor = 0.05) para determinar las diferencias entre ellos.

## 3 Resultados y Discusión

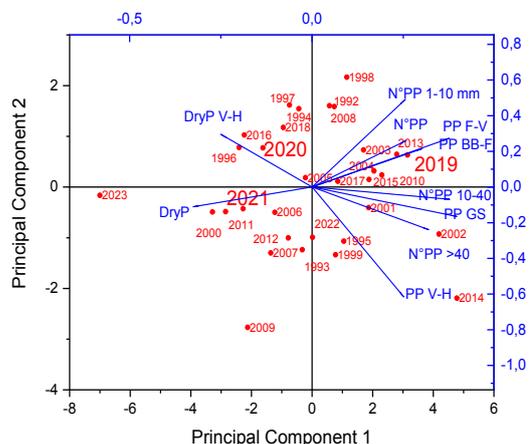
### 3.1. Variabilidad climática en los últimos 32 años

Las precipitaciones durante el periodo de crecimiento y desarrollo de la vid en promedio es de 608 mm entre ambas estaciones, sin embargo RO (estación ubicada a las costas del océano Atlántico) registra 127 mm más durante el ciclo en comparación a LB (ubicada sobre el estuario del Rio de la Plata). El valor mínimo registrado para toda una temporada es de 189 mm en LB, siendo 111 mm menor a las necesidades hídricas mínimas mencionadas [4]. El valor máximo de precipitaciones lo registró RO con 1154 mm, lo que muestra una máxima diferencia de 940 mm entre los años más secos y húmedos registrados (Tabla 1).

Durante las etapas del ciclo vegetativo, se registra entre ambas estaciones una media de 224 mm entre brotación y floración, 176 mm entre floración y envero y 208 mm entre envero y cosecha (Tabla 1). Durante todas las etapas, en valores absolutos, RO muestra mayores niveles de precipitaciones, sin embargo, esta diferencia es solo significativa estadísticamente durante el periodo de envero a cosecha. Durante los años de evaluación y en ambos sitios, ninguna etapa del desarrollo fenológico del cultivo registró 0 mm de precipitaciones, lo que muestra

la presencia de lluvias regulares en Uruguay. Sin embargo, el desvío estándar generado por los índices muestra la gran variabilidad entre años.

El periodo de interés enológico de envero a cosecha muestra un desvío de 127 mm en RO y 75 mm en LB. En este periodo, un exceso hídrico puede acarrear problemas sanitarios asociados a las enfermedades criptogámicas que afectan los racimos, así como aumento de la relación hollejo/pulpa, indeseado para vinos finos tintos [12].



**Figura 2.** Análisis de componentes principales de los 32 años evaluados en función a los indicadores de precipitaciones.

En cuanto al número de días con precipitaciones, el valor medio entre ambas estaciones fue de 59. Atendiendo a un ciclo vegetativo promedio de la vid en Uruguay de 197 días (1 sep – 15 mar), se presenta como una precipitación cada 3.3 días. De los 59 días, 40 son lluvias leves (entre 1-10 mm), 17 son lluvias moderadas (10-40 mm) y 2 lluvias abundantes (>40 mm) (Tabla 1).

Entre las estaciones, RO presenta significativamente 14 días con precipitaciones más en promedio que LB. La diferencia recae principalmente en las precipitaciones leves (1-10 mm), sin mostrar diferencias en las precipitaciones moderadas y fuertes (Tabla 1).

En cuanto a la evaluación de los periodos de sequía, el promedio de ambas estaciones muestra 20 días con este fenómeno. La cantidad de días puede variar de 0 días sin generar esta condición, como llegar a 57 en LB y 50 en RO. Esta alternancia entre años, obliga a la planta y al

**Tabla 1.** Indicadores asociados a las precipitaciones durante el ciclo de la vid durante 32 años (1991-2023) en dos regiones vitícolas.

Variable	n	Weather station RO (Est)				Weather station LB (South)				Average RO-LB
		Average	S.D.	Min	Max	Average	S.D.	Min	Max	
PP GS (mm)	32	657 a	194	214	1154	534 b	140	189	843	595
PP BB-F (mm)	32	237 a	77	105	397	203 a	72	47	352	220
PP F-V (mm)	32	183 a	97	24	404	161 a	71	41	375	172
PP V-H (mm)	32	237 a	127	50	599	169 b	75	53	387	203
N°PP GS	32	65 a	11	31	84	51 b	9	30	68	58
N° PP >40 mm GS	32	3a	2	1	7	1a	1	0	4	2
N° PP 1-10 mm GS	32	46 a	9	27	66	33 b	6	16	46	39
N°PP 10-40 GS	32	16 a	5	3	29	17 a	4	7	24	17
DryP	32	20 a	16	0	68	23 a	16	0	74	21
DryP V-H	32	6a	7	0	24	7a	7	0	25	7

viticultor a adaptarse rápidamente entre ciclos productivos. Por lo cual, conocer y describir la variabilidad de las precipitaciones permite gestionar el cultivo con mayor eficiencia.

La distribución de los 32 años en el ACP muestra una principal segregación de las variables al componente principal 1, que equivale al 57.7% de la variabilidad total. Los periodos de seca se encuentran en oposición a los indicadores asociados a las precipitaciones. De esta manera, una primera clasificación entre años es posible de realizar, donde el 2020 y 2021 se asocian a las variables de estrés hídrico, mientras que el 2019 a los índices de precipitaciones. Sobre el componente principal 2 (13.7% de la variabilidad), una segunda segregación es posible de realizar. En este sentido, la variable que presenta una mayor relevancia es la de precipitaciones durante el periodo de enero a cosecha. De este modo el año 2020 se segrega en un cuadrante diferente del 2021.

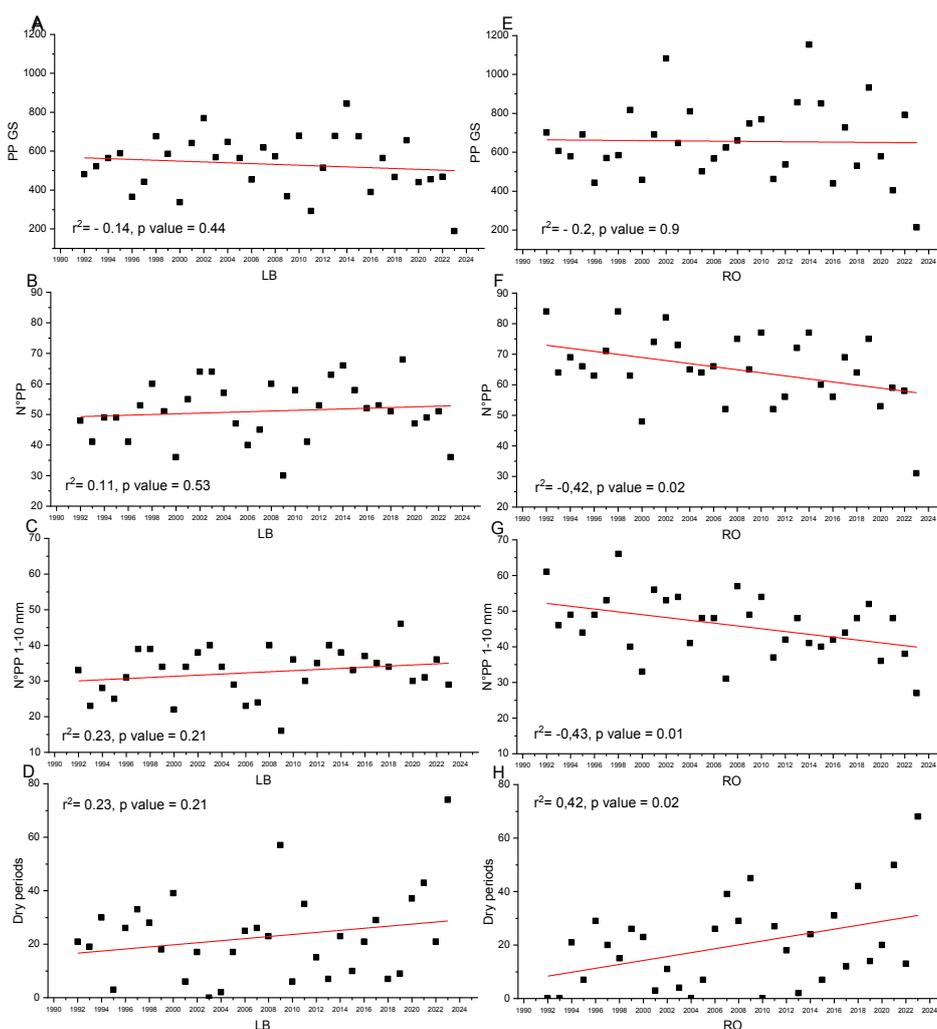
Los tres años utilizados para evaluar el desempeño de Tannat y Albariño presentan una distribución de las precipitaciones diferente entre sí. El 2020 se caracteriza por ser seco durante todo el ciclo, mientras que el 2021 es seco hasta el comienzo del invierno y luego lluvioso hasta cosecha. Por su parte, el 2019 fue lluvioso durante todo el

ciclo, para una disminución de las mismas post-invierno a cosecha (Fig. 2).

### 3.1.1 Tendencia en la evolución de la variabilidad climática

En la tendencia climática de los indicadores, se destacan tres evoluciones en los últimos 32 años principalmente en RO. La primera es la evolución creciente de los periodos de sequía durante el ciclo de la vid ( $r^2$  0.42; p-valor 0.02; Fig. 2H). En 1992 el valor de la correlación lineal corresponde a 9 días mientras que en el 2022 asciende a 31. En la (Fig. 2F) se observa una tendencia en la disminución de días con lluvia ( $r^2$  -0.42; p valor 0.02). Como no hay variación en la evolución del volumen precipitado ( $r^2$ = -0.02; p valor 0.9), se puede estimar un aumento de las precipitaciones con mayor severidad y una disminución de las precipitaciones entre 1 y 10 mm como se observa en la Figura 2G ( $r^2$  0.43; p valor 0.01).

La estación LB muestra tendencias que no son significativas, por lo cual es importante monitorear cada región por separado ya que podrían comportarse diferente.

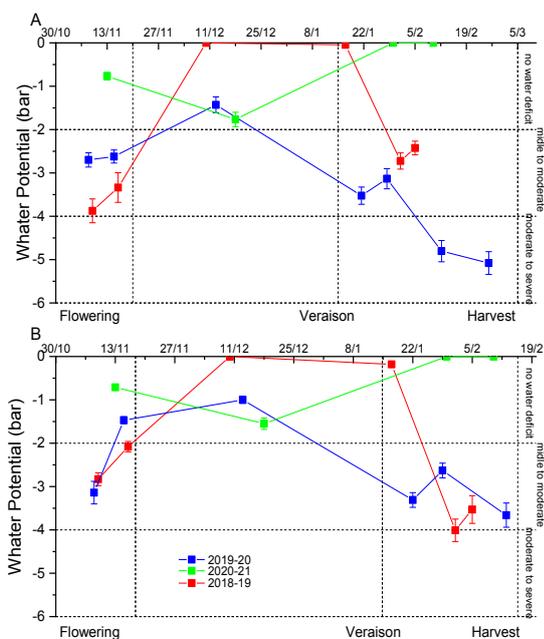


**Figura 3.** Tendencia evolutiva de los diferentes indicadores en el periodo 1991- 2023 para las estaciones meteorológicas de Rocha (RO; estación sobre la costa del océano Atlántico) y Las Brujas (LB; estación sobre el Rio de la Plata).

### 3.2 Respuesta de Tannat y Albariño a la variabilidad climática en tres ciclos contrastantes

#### 3.2.1 Evolución del estatus hídrico

El estatus hídrico medido para los ciclos productivos 2019, 2020 y 2021 muestra diferencias en cuanto a la intensidad y el momento del estrés ocasionado para cada cultivar (Fig. 4).



**Figura 4.** Estatus hídrico medido a través del potencial hídrico de base pre-alba para Tannat (A) y Albariño (B) en 2019, 2020 y 2021.

En el caso de Tannat (Fig. 4A), el 2019 muestra niveles de estrés moderado en floración y al final del ciclo entre enero y cosecha (-2 a -4 bar) [3], mientras que durante el periodo de floración a enero no registra estrés hídrico. El 2020 comienza con estrés moderado en floración, para finalizar el ciclo con estrés severo. El 2021 en ninguna medición la planta mostró valores de estrés hídrico.

Para Albariño (Fig. 4b), el comportamiento durante

los años fue similar a Tannat. Sin embargo, la diferencia radica en que el año 2020, las plantas no muestran niveles de estrés severo, sino que se mantienen dentro del rango de estrés moderado.

#### 3.2.2 Respuesta agronómica de Tannat al ambiente

Tannat sufre variaciones entre años en 10 de los 14 parámetros fisiológicos de la planta y metabólicos de la calidad de la uva evaluados. Se destaca la superficie foliar, siendo superior en el 2019 (lluvioso), en comparación al 2020 (seco). Este aumento de la canopia también se observa en el peso de poda, siendo mayor en el 2019 en comparación al 2020 y 2021. El rendimiento al presentarse estable a lo largo de los años (regulado por el viticultor), condiciona en el índice de Ravaz, siendo de 4.6 en 2019 en comparación a 7.7 en 2021. El equilibrio fisiológico para Tannat es descrito entre 6 y 8, por lo cual, en años lluviosos, la planta es susceptible a desequilibrarse [13].

Ligado al aumento de la canopia y a las precipitaciones, se muestra un aumento del rendimiento afectado por *Botrytis cinerea sp.* en el 2019 y el 2021 en comparación al 2020 donde es 0 g/pl. En este sentido es importante apreciar el nivel de las precipitaciones durante enero a cosecha, periodo de mayor susceptibilidad en la planta. El 2021 a pesar de ser un año seco en términos generales, las precipitaciones en verano condicionaron la sanidad de los racimos y por tanto su calidad enológica.

En cuanto a los metabolitos de la baya, a excepción del índice total de polifenoles, Tannat muestra diferencias significativas entre las safras en evaluación. Los sólidos solubles fueron significativamente menores en el ciclo 2021, debido a la baja superficie foliar encargada de suministrar carbohidratos al fruto, sumado a las lluvias en verano que enlentecieron el proceso. La acidez titulable fue significativamente menor en el ciclo 2020, asociado a días despejados, cálidos y sin lluvias, donde posiblemente el ácido málico pudo haber sido degradado. Los antocianos también son condicionados por las variaciones climáticas impuestas por los años. Se registra una diferencia de hasta 1188 mg/l más de antocianos potenciales (ApH1) en 2019 comparado a 2021.

**Tabla 2.** Evaluación de la respuesta agronómica de Tannat durante las safras 2019, 2020 y 2021.

Tannat Variable	2019				2020				2021			
	Media	D.E.	Min	Max	Media	D.E.	Min	Max	Media	D.E.	Min	Max
SST (g/L)	234 a	17,44	211	261	240 a	14,02	215	257	201 b	6,18	193	211
pH	3,4 a	0,08	3,28	3,56	3,34 a	0,1	3,18	3,54	3,11 b	0,07	3	3,27
TTA (g sulfuric / L)	5,04 a	0,41	4,35	5,75	4,19 b	0,4	3,85	5,05	5,23 a	0,49	4,45	5,9
Bw	1,59 b	0,12	1,42	1,81	1,75 a	0,08	1,65	1,88	1,8 a	0,17	1,41	2
TPI	59,3 a	8,2	43,8	70,65	55,2 a	3,85	50,75	62,35	52,9 a	3,56	48,1	59,45
ApH1 (mg/L)	3421 a	533	2478	4132	2640 b	300	2146	3072	2230 b	481	1487	3110
ApH3.2 (mg/L)	1323 a	204	1039	1591	1026 b	83	846	1112	883 b	125	715	1112
SFEp (m2/ha)	6610 a	1007	5126	8257	5095 b	916	3777	5891	5643 ab	858	4185	6491
Yeld (g/pl)	2933 a	462	2222	3746	2488 a	385	1936	3072	3004 a	1003	2287	5490
SickY (g/pl)	789 a	740	27	2013	0 b	0	0	0	645 a	627	0	2133
Cw (g)	239 a	48,94	173	320	226 a	50,23	150	301	212 a	50	155	323
Pw (g)	647 a	109	527	816	468 b	131	254	625	394 b	100,99	230	540
RI	4,6 b	0,5	3,8	5,4	5,6 b	1,5	4,2	8,8	7,7 a	1,82	6,1	10,2
SFEp/Yeld	2,26 a	0,34	1,88	2,93	2,26 a	0,38	1,8	2,74	1,98 a	0,47	1,17	2,51

**Tabla 3.** Evaluación de la respuesta agronómica de Albariño durante las zafas 2019, 2020 y 2021.

Albariño Variable	2019				2020				2021			
	Media	D.E.	Min	Max	Media	D.E.	Min	Max	Media	D.E.	Min	Max
SST (g/L)	214 b	5,46	206	224	226,7 a	8,03	212	236	195,44 c	3,75	190	203
pH	3,22 a	0,04	3,14	3,25	3,17 a	0,06	3,08	3,31	3,05 b	0,05	2,96	3,12
TTA (g sulfuric / L)	5,24 a	0,77	3,85	6,55	5,2 a	0,78	3,95	6,55	5,32 a	0,51	4,5	6,2
Bw	1,19 c	0,08	1,09	1,33	1,29 b	0,11	1,06	1,42	1,59 a	0,05	1,52	1,66
TPI	27,98 a	4,33	19,3	33,65	28,41 a	9,75	17,25	45,2	26,6 a	3,6	20,1	31,3
SFEp (m2/ha)	6469 a	1299	4386	8005	6122 a	907	4884	7035	6284,5 a	1200	3879	7978
Yeld (g/pl)	1933 a	631	918	2885	2004 a	370	1469	2460	2429 a	581	1756	3403
SickY (g/pl)	8,08	24 a	0	76	0a	0	0	0	38 a	66	0	169
Cw (g)	78,1 b	9	62	90	89 ab	15	69	115	102 a	16	83	125
Pw (g)	592,96 a	231	349	1034	643 a	245	332	1141	571 a	231	245	995
RI	3,54 a	1,32	1,47	5,73	3,57 a	1,59	1,43	7,07	4,68 a	1,53	2,5	6,9
SFEp/Y	3,79 a	1,87	1,52	8,53	2,68 a	0,59	2,08	3,48	2,76 a	0,73	1,26	3,5

### 3.2.3 Respuesta agronómico de Albariño al ambiente

Albariño presenta variaciones significativas entre años en 4 de los 12 parámetros evaluados. Dentro de los parámetros fisiológicos, el mayor tamaño de racimo se registra en el 2021 (ciclo sin déficit hídrico post-cuajado). El 2019, a pesar de no haber registrado déficit hídrico post-cuajado y ser el año con más precipitaciones de los evaluados, post-envero comienza a registrar un déficit moderado hasta cosecha, lo que puede explicar el menor tamaño de baya en este año debido a una deshidratación. Este fenómeno también se observa en Tannat para el mismo año (Tabla 3).

Los sólidos solubles se diferenciaron estadísticamente entre años, el 2020 es el que presenta 13 g/l de azúcar más que el 2019 y 32 g/l más que el 2021. Esto significa un aumento del alcohol probable de 0,7 ° v/v con respecto al 2019 y 1,8 ° v/v con el 2021. La acidez total, compuesto de interés en los vinos blancos no muestra diferencias significativas entre vendimias. Por consiguiente, Albariño, se vuelve una opción viable, dentro de las condiciones de variabilidad climática interanual (Tabla 3).

## 4 Conclusiones

El trabajo muestra la alta variabilidad de las precipitaciones en una región costera templada de Uruguay. Esta situación obliga a las vides a adaptarse de un año “seco” a un año “húmedo” continuamente. Por su parte, los viticultores deben gestionar sus viñedos en función de esta variabilidad y contar con información precisa del comportamiento climático y del desempeño de sus vides para poder maximizar los resultados de su gestión.

Al comparar Tannat, una variedad bien adaptada a las condiciones de Uruguay en comparación a Albariño, una variedad nueva, muestra la capacidad de la variedad blanca a establecerse en las condiciones cambiantes de la costa uruguaya, donde solo varío 4 de los 12 parámetros

fisiológicos y metabólicos evaluados en los 3 ciclos productivos, mientras que Tannat lo hizo en 10 de los 14 parámetros.

De esta manera la variedad blanca se vuelve prometedora para hacer frente a la variabilidad climática dada por las precipitaciones, y se convierte en una opción viable para los viticultores, en busca de estabilidad y tipicidad de su producción y sus productos.

## Referencias

1. D. Jackson, P. Lombard, *Am J Enol Vitic* **44**, 409–430 (1993)
2. N. Kuhn, L. Guan, Z Wu, B. Wu, V. Lauvergeat, E. Gómez, S. Li, F. Godoy, P. Arce, S. Delrot, *J Expe Bot* **65**, 4543–4559 (2014)
3. Deloire, A. Carbonneau, Z. Wang, and H. Ojeda, *J Int Sci Vigne Vin* **38**, 1-13 (2004)
4. L. E. Williams, *Am J Enol Vitic*, **65**, 159–169 (2014)
5. L. Arrillaga, G. Echeverría, B. Izquierdo, J. J. Rey, A. Pallante, M. Ferrer, *Oeno One* **55**, 251–266 (2021)
6. C. Van Leeuwen, O. Tregoat, X. Choné, B. Bois, D. Pernet, P. Gaudillère, *J Int Sci Vigne Vin* **43**, 121-134 (2009)
7. H. Ojeda, A. Deloire, A. Carbonneau, *J Vitis* **40**, 141-145 (2001)
8. H. R. Schultz, *Plant Cell Environ* **26**, 1393–1405 (2003)
9. G. González-Neves et al., *Agrocien Uru* **14**, 10–21 (2010)
10. Y. Glories and M. Agustin, *Compte Rendu Colloque Journée Techn* 56–61 (1992)
11. G. González-Neves et al., *Anal Chim Acta* **513**, 191–196 (2004)
12. M. Ferrer, G. Echeverría, A. Carbonneau, *S Afr. Enol. Vitic* **35**, 103-113 (2014)
13. M. Ferrer, González-Neves G, J. Burgeño, J. Gabard, G. Camussi, *Congrès Mondial de la Vigne du Vin*, (1997)