

# Modelación de la dormancia invernal de un viñedo en Linares, Nuevo León

## Winter dormance modeling of a vineyard in Linares, Nuevo León

Héctor Flores-Breceda<sup>1\*</sup>, Alejandro Isabel Luna-Maldonado<sup>1</sup>,  
Ma. del Carmen Ojeda-Zacarías<sup>1</sup>, Humberto Rodríguez-Fuentes<sup>1</sup>,  
Juan Antonio Vidales-Contreras<sup>1</sup>, Beatriz Adriana Rodríguez-Romero<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Av. Francisco Villa S/N, col. Ex Hacienda el Canadá, C.P 66050. Gral. Escobedo, Nuevo León.  
Correo electrónico: hector.floresbrc@uanl.edu.mx [\*Autor responsable]

### RESUMEN

Consolidar los cultivares de uva para producción de vino en regiones cálidas debido a las fluctuantes temperaturas que les caracteriza en invierno, no es una tarea fácil, ya que no tienen las condiciones adecuadas para estos cultivos. Debido a tal circunstancia, se propuso el área del viñedo experimental del CIPA-UANL, que tiene un clima semicálido, subhúmedo, con temperaturas promedio por arriba de los 15° C en la fase de endodormancia del viñedo, lo que la ubica por encima de las horas frío necesarias para una adecuada producción y calidad de uva. El cálculo del índice climático en el área se encuentra entre los 1100° a 1600° día calor. El ajuste de los datos de latencia invernal fueron polinomios de orden 5 con R<sup>2</sup> por encima de 0.91. Los sólidos solubles totales necesarios para la vendimia se alcanzaron entre el 10 y el 20 de junio, con valores entre 21° y 25° Brix.

**Palabras clave:** viñedo, horas frío, índice climático, sólidos solubles totales.

### ABSTRACT

Consolidating grape cultivars for wine production in warm regions is not an easy task, due to the fluctuating temperatures that characterize them in winter, not having the right conditions for these crops. Therefore, the experimental vineyard area of the CIPA-UANL was proposed, which has a semi-warm subhumid climate, its average temperatures are above 15° in the endodormancy phase of the vineyard, being above for the count of cold hours necessary for an adequate production and quality of grapes. The calculation of the climatic index in the area is between 1100° to 1600° hot day. The winter latency data fit were polynomials of order 5 with R<sup>2</sup> above 0.91. The total soluble solids necessary for the harvest were reached between June 10 and 20 with values between 21° and 25° Brix.

**Keywords:** vineyard, chilling hours, climate index, total soluble solids.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de la uva en regiones cálidas se ha convertido en una oportunidad más de trabajo para los agricultores de muchos países, debido al incremento en la demanda de vinos de mesa (Tiran y Roland, 2019). Por las condiciones climáticas de estas regiones, la determinación de los requisitos de frío y calor se ha considerado el primer paso para que los cultivares de uva crezcan y se desarrollen adecuadamente, factores decisivos para considerar como un éxito su posible proliferación (Mohamed y El Sese, 2009).

El crecimiento y desarrollo de las vides están fuertemente influenciados por el clima (Vidaurre, 2017). Mientras que, en el periodo de crecimiento, es necesario acumular cierta cantidad de calor para que las uvas maduren adecuadamente, durante el invierno la vid

requiere una cierta cantidad de temperaturas frías para reanudar el crecimiento normal en la primavera (Isidro *et al.*, 2019; Suca, 2017). Estas horas frío dependen de la variedad de la vid (Reginato, 2007). Si no se cumple el requisito de horas frío, el agricultor puede utilizar reguladores de crecimiento o realizar ajustes en las prácticas de manejo de viñedos (Del Barrio *et al.*, 2016).

A lo largo del año, la vid pasa por diferentes fases (Reynier, 2002) que, influenciadas por la climatología, determinan la calidad del vino. Dichas fases son seis: brotación, foliación, floración, fecundación y fructificación, envero y maduración (Macías *et al.*, 1997).

La brotación ocurre cuando empieza la primavera, en marzo, y es el momento en el que la vid sale de su letargo invernal. Por la planta corre la savia, que es un fluido líquido que circula por los tejidos o vasos conductores, la cual permite la nutrición de las células que

dan oportunidad a la aparición de los brotes o yemas y establecen el principio de un nuevo ciclo anual (Mullins *et al.*, 1992). En esa época brotan sobre los sarmientos los pámpanos (brotes o tallos nuevos, verdes, tiernos y delgados) que crecerán hasta ser hojas (Hellman *et al.*, 2003).

En la foliación aparecen las hojas en los meses de marzo y abril. Las hojas son una parte muy importante de la vid, pues transforman la savia bruta en elaborada y ejecutan las funciones vitales de la planta: transpiración, respiración y fotosíntesis (Pötter *et al.*, 2010). Además, es en las hojas donde, con el oxígeno y el agua, se forman las moléculas de los ácidos y azúcares que se acumularán en el grano condicionando su sabor, a partir de una sustancia verdosa –clorofila– que capta de los rayos del sol la energía suficiente para realizar estos procesos (Gil Cortiella, 2013).

Durante la floración aparecen los embriones de las flores y ocurre a principios de abril (Lúquez, 2002). La climatología es decisiva en esta época para el crecimiento de la flor, y el mayor temor es la lluvia, ya que la vid necesita de sol. El desnietado consiste en eliminar los brotes axilares de las hojas, desde la base del sarmiento hasta el racimo. Esta floración marca el volumen de la cosecha y la fecha de comienzo de la vendimia (Blouin, 2004).

La fecundación y fructificación se presenta a principios de mayo; las flores comienzan a dar pequeños frutos muy verdes, ya que están cargados de clorofila (Fiola, 2020; Kliever, 1977; Liu *et al.*, 2018). En esta etapa se limpia la vid podando los vástagos más largos, que son tallos nuevos que brotan al pie del tronco (cepa), y si la planta está cargada, se ejecutan las llamadas vendimias en verde o aclareos y se elimina una parte de los racimos jóvenes (Blouin, 2004).

Martínez Barba (2015) indica que la etapa del envero es el momento cuando la uva cambia de color y ocurre a lo largo del verano. En viñedos donde la producción de uva es alta, un mes antes de la cosecha se lleva a cabo de nuevo el aclareo (retirar racimos) para que el número y el reparto de los demás sean compatibles con el nivel de maduración deseado de cara a la vendimia (Guzmán-Casado *et al.*, 2008).

La maduración de la vid ocurre de junio a julio y hasta la llegada de la vendimia se sitúa el proceso de maduración. En su transcurso, los ácidos se van reduciendo y empiezan a aparecer los azúcares procedentes de una acelerada actividad ejercida por las hojas, gracias a la fotosíntesis (Fischer, 2000; Ibar, 2020). Los troncos de las cepas también contribuyen al dulzor de la uva, puesto que actúan como acumuladores de azúcares. Por ese motivo, algunos creen que las vides viejas son capaces de proporcionar un fruto más regular y una calidad más constante.

La uva debe estar bien madura para recolectarse, y aunque su contenido en azúcares no es el único criterio que se sigue a la hora de la vendimia, se busca que contenga más azúcar *versus* menos acidez, lo que influirá en el tipo de vino a conseguir (Colana y Royci, 2017).

Después de que se realizó la vendimia, la vid sufre estrés, por lo que necesita de cuidado y reposo, y es hasta finales de noviembre cuando inicia el proceso de parada vegetativa y de producción, y entra en la fase de latencia, que de acuerdo con González-Antivilo (2018), es una fase de aclimatación a inicios de otoño, cuando la duración de los días es más corta y las temperaturas son más frías (Vitasse *et al.*, 2014). Durante los meses de enero y parte de febrero, el viticultor hace una poda de los sarmientos de la campaña anterior y da forma u orienta la vid al sistema de plantación.

Según Almanza *et al.* (2010), la latencia en el invierno se clasifica en dos tipos: a) Endodormancia, la cual es la fase donde los reguladores del crecimiento de los brotes evitan que la planta se congele. Esto se debe a que la planta mantiene una relación de los tiempos con las temperaturas bajas que ocurran, lo que evita que los brotes aparezcan antes de tiempo; y b) Ecodormancia, que es la fase cuando la vid ha cumplido con los requisitos de enfriamiento, y las temperaturas son más cálidas.

Por lo anterior, esta investigación plantea la hipótesis de que es factible la producción de uva en regiones con climas cálidos, por lo que su objetivo es determinar la variabilidad de la producción y calidad de la uva cuando las temperaturas están por arriba de las horas frío necesarias en la etapa de endodormancia y horas calor en verano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El viñedo se localiza en Centro de Investigación en Producción Agropecuaria “CIPA-UANL”, con coordenadas geográficas: Latitud 24°47'42.45” N y Longitud 99°31'49.68” O, localizado en el municipio de Linares, N.L., como se muestra en la Figura 1, donde el clima es semicálido, subhúmedo, con lluvias de verano. Se construirá la gráfica de dormancia invernal de la vid, tal como se muestra en la Figura 2, para presentar el periodo de inactividad, y cómo la vid va adquiriendo la resistencia al frío. Una brotación retrasada o irregular ocasiona un desarrollo reducido de brotes y racimos, así como un desarrollo deficiente de la fruta que, por consecuencia, afecta en la calidad de la uva.

Calcular el número de horas frío puede prevenir una escasa brotación y brotes irregulares debido a un enfriamiento insuficiente, lo cual puede remediarse con el uso de reguladores de crecimiento o con los ajustes en las prácticas de manejo de viñedos, los cuales pueden ser:



Figura 1. Ubicación del Viñedo CIPA (INEGI).

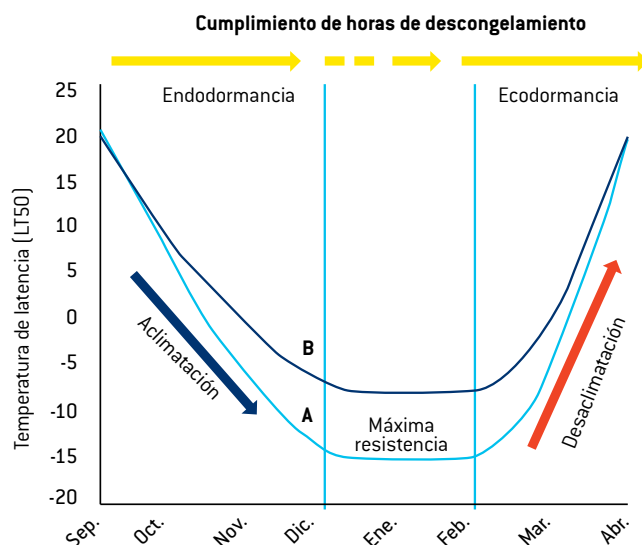


Figura 2. Dormancia invernal en la vid (Viticultura y enología de Cornell).

- Aplicar cianamida hidrogenada: es un compensador de horas frío, que se aplica en febrero, cuando se realiza la poda.
- Aplicar fertilizante de Sulfato de amonio (nitrógeno y azufre) antes de la brotación.

Para obtener los SST del área del cultivo se eligieron 40 plantas y sus racimos de una línea, de los cuales se tomaron dos uvas: una de la parte alta y la segunda de la parte baja del racimo, para dar un total de 80 uvas. Estas uvas se molieron, y al jugo obtenido se le midieron los SST en °Brix con un refractómetro de la marca ATAGO (0-53%). Como rango de aceptación para levantar la cosecha se estableció que las uvas estén entre 21° y 25° Brix, de acuerdo con los responsables del viñedo experimental.

El primer riego pesado se realizó en febrero, durante ocho horas, un par de semanas antes de la brotación. Para el desarrollo de la planta y maduración de la uva se aplicaron 4 Lh<sup>-1</sup> de agua a través de un sistema de riego por goteo: seis horas de operación durante diez días continuos aproximadamente, para un total de 60 horas. El fertilizante se aplicó durante el mes de febrero como P (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), el cual contiene Nitrógeno (8%) y Fósforo (24%), y ácidos orgánicos, y esta fertilización se realizó junto con el riego.

Al agua de riego se agregó sulfato de amonio ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) en tres etapas: la primera fue un par de semanas antes de la brotación, la segunda se realizó dos semanas después de la brotación y la última, un mes después de la segunda aplicación. La dosis aplicada fue de 100 kg de ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) por hectárea. Además, se apli-

caron ocho litros por hectárea de un fertilizante NPK (8-24-0) en dos etapas: la primera, dos semanas antes de la brotación, y la última, al mes y medio.

Adicionalmente, se suministró un fertilizante foliar a base de Hierro (Fe al 10%) y otro que contiene Hierro (Fe al 6%), Manganeseo (Mn al 6%), Zinc (Zn al 6%), Boro (B al 2%), Cobre (Cu al 3%), L-aminoácidos (al 3%) y extractos de origen orgánico (2%) en dos momentos: al principio y al final de mayo.

Para evitar los problemas fúngicos en el tronco de la vid y en los frutos provocados por el exceso de humedad, se aplicó un tratamiento preventivo en los meses de abril, mayo y principios de junio a base de oxiclورو de cobre y azufre, en proporción de 100 g de cada producto por 100 L de agua por aspersión, con una máquina fumigadora. En los meses de abril y mayo se agregaron micronutrientes al agua de riego.

También, para prevenir el ataque del Mildiu (*Plasmopara viticola*) y el Oídio (*Uncinula necator*), se aplicaron de manera preventiva cobre y azufre, y de manera correctiva el Benomylo empleado para combatir la cenicilla moho gris (ocasionado por varios hongos), pudrición negra (*Guignardia bidwellii*) y pudrición suava (*Monilinia laxa*).

También se aplicó insecticida que contiene imidacloprid para el control de gusanos verde y gris, chicharrita de la vid y chapulín, considerados como vector de enfermedades para la vid.

Para eliminar las malas hierbas, en el mes de abril, de acuerdo con observaciones en campo, se aplicó un herbicida que contiene Glufosinato de amonio 13.45 por ciento.

El periodo de medición de frío se estableció desde los primeros días de noviembre hasta el mes de marzo.

Para saber qué tan efectivo ha sido el frío del invierno en el viñedo, se puede calcular el frío invernal. El modelo más antiguo es el modelo horas frío (*Chilling hours*), que calcula el número de horas entre 7.2° C y 0° C, ya que las temperaturas por debajo del punto de congelación no contribuyen a la acumulación de frío invernal (Novello *et al.*, 2019).

También existe reversibilidad entre el estado de latencia debido a rachas de temperaturas calurosas, lo que representa una interrupción de la fase de endodormancia a la fase de ecodormancia (Huglin *et al.*, 1998), por lo que el conteo de horas frío se interrumpe y el estado fisiológico de las yemas vuelve a la condición inicial.

De acuerdo con Reyes (2015), la acumulación del número de horas calor depende de la variedad del viñedo. El periodo vegetativo se cumple cuando la suma de temperaturas en su ciclo agrícola del viñedo está entre los 2,500 a 3,500° C (Cara, 2009).

En el Cuadro 1 se muestran las variedades de uvas producidas por lote, en el viñedo CIPA-UANL.

Los datos de temperaturas y precipitación del 2004 al 2020 se obtuvieron de la estación meteorológica Vantage Pro2, Davis, de la Facultad de Ciencias Forestales (FCF) que está ubicada cerca del viñedo experimental.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de su letargo invernal, desde el mes de noviembre hasta finales de febrero, se presentaron las fases de brotación, foliación, floración, fecundación, envero y maduración. El tiempo que transcurrió desde la brotación hasta el final del envero se estimó de 120 a 130 días, dependiendo de la variedad, las horas frío, horas calor y lluvias. La brotación inició del 1 al 14 de marzo, cuando aparece el brote de la uva, y cuando terminó el envero, que fue entre el 10 y 20 julio, se estaba levantando la cosecha. La producción anual de uva se presenta en el Cuadro 2.

A finales de mayo, la coloración de la uva tinta empieza a tomar un poco de color, tal como ocurrió en los lotes de las variedades de Cabernet Sauvignon y Merlot.

**Cuadro 1.** Lotes experimentales con sus variedades de uva.

Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Merlot	Merlot	Shiraz	Chenin Blanc
Cabernet Sauvignon	Cabernet Sauvignon	Malbec	Cabernet Sauvignon
Chenin Blanc	Malbec	Chenin Blanc	
Tempranillo		Chardonnay	

**Cuadro 2.** Resultados de la producción de uva de diferentes variedades del 2014 al 2020, en el Centro de Investigación en Producción Agropecuaria, UANL.

Variedad	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Chardonnay	100	130	20	20	S/P	S/P
Cabernet Sauvignon	3,000	784	240	1,231	1,056	288
Merlot	1,300	328	80	899	1,144	176
Malbec	1,335.5	1,125	420	2,100	1,320	144
Shiraz	500	152	20	232	152	40
Chenin Blanc	447.5	302	220	659	440	206
<b>Producción (kg)</b>	<b>6,683</b>	<b>2,821</b>	<b>1,000</b>	<b>5,141</b>	<b>4,112</b>	<b>854</b>

**Nota:** S/P (Sin producción).

**Cuadro 3.** Concentración de SST en °Brix de la última toma de muestra de las cosechas de uva del 2015 al 2020 en el viñedo CIPA-UANL.

Variedad	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Chardonnay	24.0	23.9	22.8	24.4	0.0	0.0
Cabernet Sauvignon	22.6	20.1	21.8	23.1	21.6	19.7
Merlot	19.2	22.3	22.9	21.5	22.3	18.3
Malbec	24.1	24.8	22.5	24.9	22.4	21.7
Shiraz	21.2	22.1	24.6	22.4	23.2	18.1
Chenin Blanc	23.4	24.4	22.8	24.7	21.8	21.1

Se observó en campo la relación del color de la uva y el color de la semilla, ya que al estar verde la semilla, la uva no está en condición de cosecharse porque no está madura. Si la semilla es de tono café, el sabor de la uva es más dulce.

Los datos de los SST del último muestreo fueron tomados de las uvas en la segunda semana de julio, al final de la cosecha (Cuadro 3). Se obtuvieron valores entre 21 y 25 °Brix, los cuales son adecuados para levantar la cosecha.

Por otro lado, en el viñedo se obtuvo la precipitación acumulada, así como las curvas de dormancia invernal para cada periodo de cosecha (Figura 3 y Cuadro 4).

Las curvas de dormancia invernal del viñedo reflejan una tendencia semejante al modelo planteado en la Figura 2, por lo que se realizó un análisis de regresión para ajustar modelos a cada una de las gráficas de dis-

persión (Figura 4), y de estas se obtuvieron las ecuaciones correspondientes, que aparecen en el Cuadro 5.

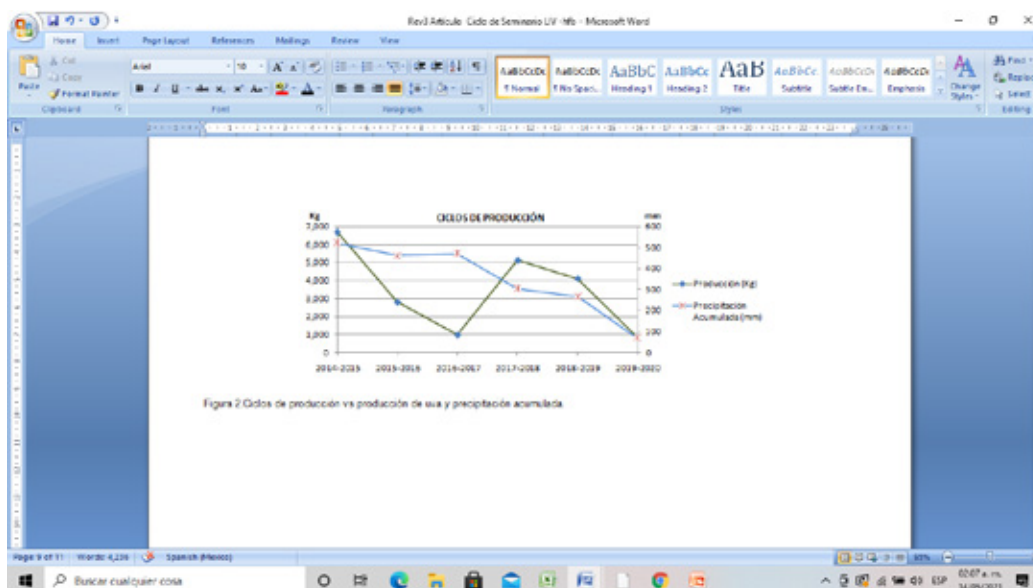
El índice de Winkler y Amerine (1944) se emplea para obtener la suma de grados-día para la vid, necesaria para su crecimiento y concentración de azúcar (Barber & Canziani, 2008). En el Cuadro 6 se obtuvieron los grados-día y grados mes, de acuerdo con la información meteorológica. El índice climático se obtuvo con la fórmula siguiente:

$$\text{Índice climático} = (10^\circ - \text{TpD}) * \text{días del mes}$$

Donde:

Tpd = Temperatura promedio diaria

Nota: Para la resta se podrá usar también la temperatura media mensual.



**Figura 3.** Ciclos de producción contra producción de uva y precipitación acumulada.



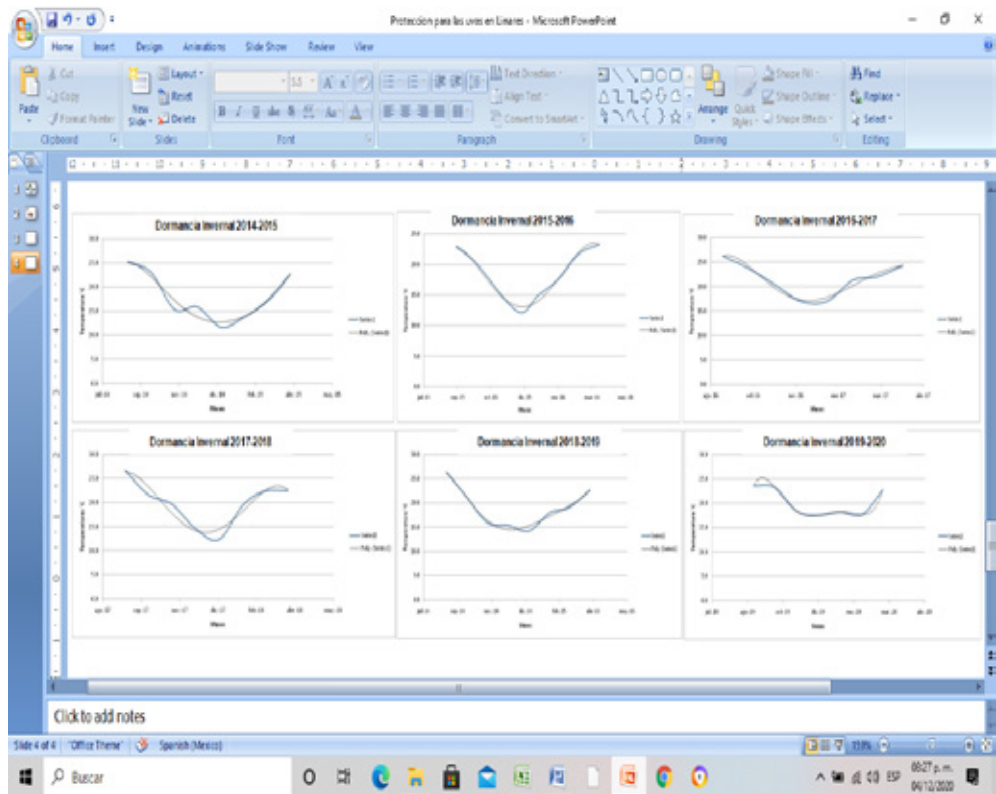
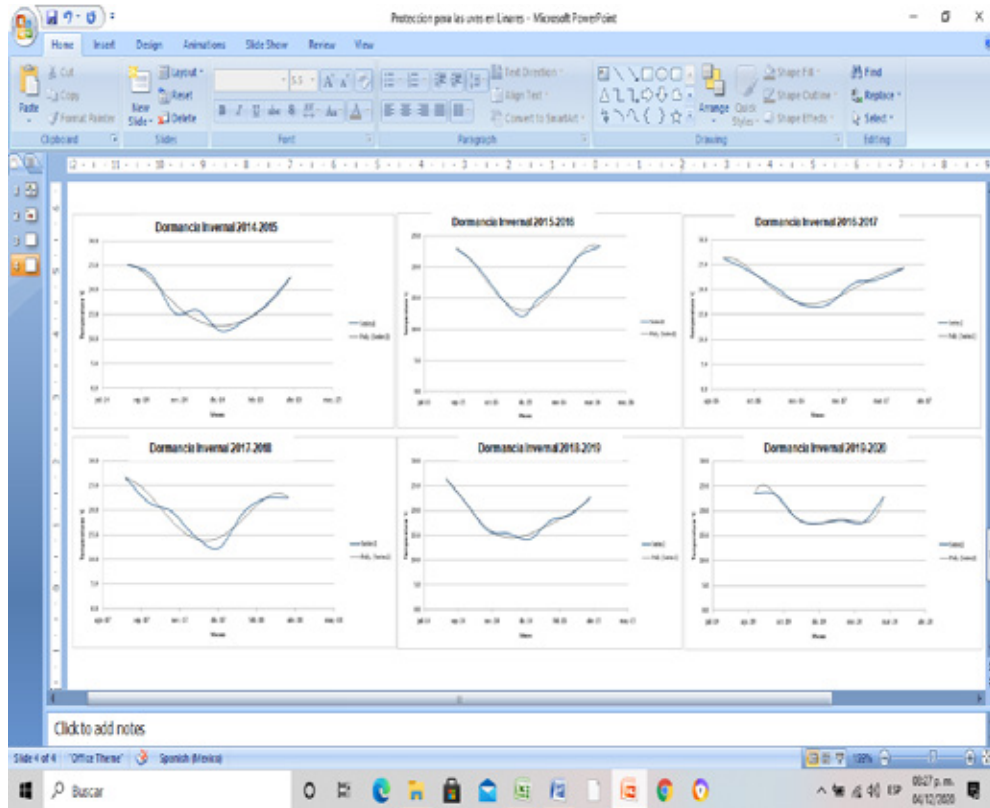


Figura 4. Gráficas de dormancia invernal con su modelo matemático para los ciclos de cosecha del viñedo.

**Cuadro 4.** Precipitación anual por cada ciclo de producción del viñedo

Año de producción	2014			2015			2015			2016			2016			2017		
Mes	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar			
Precipitación promedio (mm)	54.13	45.95	45.21	39.9	90.38	S/D	S/D	119.7	1.0	55.29	40.46	18.63	16.65	8.83	57.61			

Año de producción	20147			2018			2018			2019			2019			2020		
Mes	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar			
Precipitación promedio (mm)	0.05	12.57	13.94	11.41	0.51	8.29	3.02	10.86	2.27	42.05	5.57	5.55	0.51	1.5	7.84			

**Cuadro 5.** Ecuaciones de predicción de dormancia invernal para cada ciclo de producción del viñedo.

Dormancia invernal	Modelo de ajuste	R <sup>2</sup>
2014-2015	$y = 3E-10x^5 - 7E-05x^4 + 6.075x^3 - 25522x^2 + 5E+09x - 5E + 13$	0.941
	$y = -8E-08x^4 + 0.014x^3 - 899.1x^2 + 3E+07x - 3E+11$	0.983
	$y = 4E-10x^5 - 8E-05x^4 + 7.149x^3 - 30566x^2 + 7E+09x - 6E + 13$	0.962
	$y = -1E-07x^4 + 0.019x^3 - 1281.x^2 + 4E+07x - 4E+11$	0.913
	$y = 5E-10x^5 - 1E-04x^4 + 7.984x^3 - 33533x^2 + 7E+09x - 6E + 13$	0.977
	$y = 3E-09x^5 - 0.000x^4 + 62.60x^3 - 3E+06x^2 + 6E+10x - 5E + 14$	0.999

Nota: y representa la temperatura en °C y la x representa el mes.

**Cuadro 6.** Relación de grados-día y grados calor en el ciclo agrícola para el área del viñedo.

Ciclo agrícola	Total de grados-día	Suma de temperaturas
2014	1,203.90	2,403.90
2015	1,173.40	2,373.40
2016	1,572.11	2,772.11
2017	1,624.44	2,824.44
2018	1,519.32	2,719.32
2019	1,365.95	2,565.95
2020	1,444.16	2,644.16

Dependiendo del total de los grados-día que reciba la uva, esto se reflejará en la producción de vinos secos (Rodríguez *et al.*, 2010). De acuerdo con los resultados obtenidos para la suma de temperaturas en el viñedo, este se encuentra en un índice inferior de temperaturas que es 2,500° C.

## CONCLUSIONES

Los cultivares de uva para vinos de mesa están iniciando su producción en zonas donde las temperaturas no son las más adecuadas para su maduración, así como donde se espera que se logren las mínimas horas frío. En caso de no alcanzarlas, se aplicarán las técnicas para el manejo del cultivo.

La climatología del área del viñedo del CIPA-UANL no aporta los rangos de temperatura establecidos por el modelo horas frío (*Chilling hours*), debido a que el promedio diario de temperatura en los meses de endodormancia está por arriba de los 15° C.

El parámetro de grados-día (índice climático) promueve en la uva un aumento en su contenido de azúcar y reduce la acidez.

La suma de temperaturas del periodo vegetativo del viñedo se encuentra cerca del límite inferior de temperaturas que es 2,500° C. Se observó que la temperatura influyó en la producción debido a que en la cosecha de 2016-2017 se obtuvieron sólo 1000 kg de uvas, con un promedio de temperaturas de 18° C y lluvias de 471 milímetros.

En cuanto a los SST necesarios para cosechar las uvas, se alcanzaron entre el 10 y 20 de junio con valores entre 21 y 25 °Brix.

En cuanto al ajuste de curvas realizado a las gráficas de dormancia invernal, en su mayoría fueron polinomiales de orden 5, con una R<sup>2</sup> por encima de 0.91.

## AGRADECIMIENTOS

Por todas las facilidades para la realización de esta investigación, a las dependencias de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), como son:

- Facultad de Agronomía,
- Centro de Investigación en Producción Agropecuaria (CIPA), y
- Facultad de Ciencias Forestales.

## LITERATURA CITADA

- AMERINE, M., A. J. Winkler. 1944. Composition and quality of musts and wines of California grapes, *Hilgardia*. 15: 493-675.
- BARBERO, N., C. Rössler, P. Canziani. 2008. Cambio climático y viticultura: variabilidad climática presente y futura y aptitud vitícola en 3 localidades de la Patagonia. *Revista Enología* N° 2, 5.
- BLOUIN, J. 2004. Maduración y madurez de la uva. Mundi-PrensaLibros.
- CARA GARCÍA, J. A. D. 2009. Características agroclimáticas de la vid (*Vitis vinifera* L. subsp. *vinifera*).
- COLANA, S., y C. Royci. 2017. Determinación de la madurez de uva (*Vitis vinifera*) de las variedades moscatel, negra criolla y quebranta, mediante análisis del color en imagen de uva, contenido de azúcar y acidez total.
- DEL BARRIO, R. A., S. L. Gallo, D. M. Martín. 2016. Bio and agro-climatic aspects of vine cultivation for wine production in Valle Inferior del Río Negro. *RIA, Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 42(3), 283-290.
- DIAGO, M. P., J. Tardáguila. 2010. Estudio y desarrollo del deshojado precoz como técnica para el control del rendimiento productivo de la vid (*Vitis vinifera* L.). Efectos sobre el desarrollo vegetativo, los componentes de la producción, así como sobre la composición y la calidad de la uva y del vino.
- FIOLA, J. 2020. Nitrogen Fertilization in the Vineyard. University of Maryland Extension.
- FISCHER, G. 2000. Ecofisiología en frutales de clima frío moderado.
- GIL Cortiella, M. 2013. Influencia de la madurez de la uva y de ciertas prácticas vitivinícolas sobre el color, los compuestos fenólicos y los polisacáridos del vino tinto (Doctoral dissertation, Universitat Rovira i Virgili).
- GONZÁLEZ Antivilo, F. A. 2018. Caracterización de la respuesta anatómica y efecto de la modulación de la temperatura sobre la resistencia al frío de *Vitis vinifera* durante la estación de dormición. Tesis. Universidad Nacional de Cuyo, Argentina. pp(1-203).
- GUZMÁN Casado, G. I., A. M. Alonso Mielgo. 2008. Buenas prácticas en producción ecológica: asociaciones y rotaciones (No. 631.582 G993b). Madrid, ES: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2008.
- HELLMAN, E. W. 2003. Grapevine structure and function. Oregon Viticulture. Hellman, EW (Ed.). Oregon State University Press, Corvallis, 5-19.
- HUGLIN, P., C. Schneider. 1998. Biology and ecology of the grapevine. *Biology and ecology of the grapevine* (Ed. 2).
- IBAR, L. 2020. El libro del vino. Ed. De Vecchi, S.A. México, D.F.
- ISIDRO, O. M. C., José, V. L., Javier, O. R. Y., Julio, R. C., Omar, R. P. E., & Cesar, R. J. 2019, April. Análisis Climatológico del Ciclo 2017-2018 de la vid en la costa de Hermosillo. En *Compendio Científico en Ciencias Agrícolas y Biotecnología* (Vol. 2): XXI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas (Vol. 2, p. 99). OmniaScience.
- KLIEWER, W. M. 1977. Effect of high temperatures during the bloom-set period on fruit-set, ovule fertility, and berry growth of several grape cultivars. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28(4), 215-222.
- LIU, S., X. Li, H. Wu, B. Xin, J. Tang, P. R. Petrie, M. Whitty. 2018. A robust automated flower estimation system for grape vines. *biosystems engineering*, 172, 110-123.
- LÚQUEZ Bibiloni, C. V., J. C. Formento. 2002. Flor y fruto de vid [*Vitis vinifera* L.]. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 34(1).
- MACÍAS, V. M. P., E. N. Sanz, L. P. Rodríguez. 1997. Aplicación de análisis estadísticos multivariantes al estudio del proceso de maduración de la uva en el marco del jerez. Servicio-Publicaciones UCA.
- MARTÍNEZ Barba, M. C. 2015. Estudio comparativo de las relaciones hídricas y producción en uva de mesa bajo riego deficitario (RD) y desecación parcial de raíces (DPR). Efecto del déficit continuo y controlado.
- MOHAMED, A. K., A. M. El-Sese. 2009. Chilling and heat requirements of some grape cultivars (*Vitis vinifera* L.). *International Journal of Applied Agricultural Research*, 4(3), 193-202.



- MULLINS, M. G., A. Bouquet, L. E. Williams. 1992. *Biology of the grapevine*. Cambridge University Press.
- NOVELLO, V., E. Avenant, P. Hayes, L. Peres de Sousa. 2019. Alternatives of dormancy breaking and other production agents for table grapes.
- PÖTTER, G. H., C. E. Daudt, A. Brackamnn, T. T. Leite, N. G. Penna. 2010. Partial de foliation on vines and its effects on Cabernet Sauvignon grapes and wines from the southwest of Rio Grande do Sul, Brazil. *Ciência Rural*, 40(9), 2011-2016.
- REGINATO, G. H., R. H. Callejas, R. A. Sapiaín, V. García-de-Cortázar. 2007, October. Rest completion and growth of 'thompson seedless' grapes as a function of temperatures. In VIII International Symposium on Temperate Zone Fruits in the Tropics and Subtropics 872 (pp. 427-430).
- REYES, M. 2015. Cambio climático en zonas vitivinícolas del secano. Comportamiento de la temperatura. Ficha Técnica INIA Raihuen.
- REYNIER, A. 2002. *Manual de viticultura: guía técnica de viticultura*. Mundi-PrensaLibros.
- RODRÍGUEZ-PÉREZ, C., J. J. Muros Molina, H. López García de la Serrana. 2010. Relación entre las temperaturas máximas y los distintos parámetros de calidad en vinos.
- SUCA Colana, C.R. 2017. Determinación de la madurez de uva (*Vitis vinifera*) de las variedades moscatel, negra criolla y quebranta, mediante análisis del color en imagen de uva, contenido de azúcar y acidez total. Universidad Nacional de Moquegua, Perú.
- TRIANA Medina, M. A., J. C. Roldan Useche. 2019. Propuesta productiva y comercial vinícola a partir del estudio caso Chile.
- VIDAURRE, J. M. M. 2017. Influencia del tipo de suelo en el estado nutricional de la vid, el desarrollo vegetativo, la producción, la composición de la uva y de los vinos de la variedad Tempranillo tinto (*Vitis vinifera* L.) en el ámbito de la DO Ca Rioja (Doctoral dissertation, Universidad de La Rioja).
- VITASSE, Y., A. Lenz, C. Körner. 2014. The interaction between freezing tolerance and phenology in temperate deciduous trees. *Frontiers in Plant Science*, 5, 541.