

# FENOLOGIA DEL DESARROLLO DEL FRUTO DE VID, CV. PAIS, BAJO CONDICIONES DEL SECANO INTERIOR, EN CAUQUENES<sup>1</sup>

Phenology of berry development in unirrigated vines cv. Pais (Syn. Mission),  
at Cauquenes, Chile

Arturo Lavín A.<sup>2</sup>

## SUMMARY

During the 1977/78 growing season, at the Cauquenes Experiment Station (INIA), periodical samplings of grape bunches were performed in order to characterize the variation of the different berry growth and development parameters.

It was concluded that berry growth and development, for this cultivar, is characterized by three phases: from 0 to 45, 45 to 65, and 65 to 110 days after anthesis, respectively, followed by a phase of overripeness. All variables are represented by positive double sigmoid curves, except for acidity, which has a negative sigmoid curve.

Equations were calculated for the following relationships: diameters/fresh weight ( $y = a \cdot X^b$ ); diameters/dry weight ( $e^Y = a \cdot X^b$ ); dry weight/soluble solids ( $y = a + bx$ ) and acidity/soluble solids ( $y = a + b \cdot \ln X$ ).

## INTRODUCCION

Biológicamente, crecimiento considera dos aspectos: aumento de tamaño o volumen y aumento de complejidad o diferenciación, lo que puede ocurrir a nivel celular, tisular o de la planta completa (Salisbury y Parke, 1968).

Coombe (1960) y Winkler y otros (1974) describen el crecimiento de frutos semillados de vid, como un fenómeno caracterizado por una curva doble sigmoidea.

Winkler y otros (1974) dividen el crecimiento, caracterizado por la curva doble sigmoidea, en tres períodos. En el primero, el desarrollo del pericarpio se debe a una rápida división celular, que dura hasta 3 a 4 semanas después de anthesis, seguida por una rápida elongación de células. En el segundo, que dura 2 a 4 semanas, la tasa de crecimiento disminuye notablemente. En el tercero, llamado "aumento final de volumen", el crecimiento es acelerado, y sólo se debe a elongación celular, durando 5 a 8 semanas.

Según Galet (1973), dos meses después de anthesis, la baya pasa desde 1 ó 2 mm a 20 mm, en el momento de la madurez. El diámetro máximo se alcanzaría cuando la concentración de azúcar es máxima (Peynaud, 1976).

Temperaturas de 32° C o más, durante la floración o cuaja, reducirían el tamaño final de la baya, debido a un menor número de células por baya (Kliwer y Schultz, 1973). Si la baya sobrepasa un diámetro de 4 mm, adquiere cierta resistencia a la desecación, inducida por estrés hídrico (Hardie y Considine, 1976).

El peso fresco (P.F.) y el peso seco (P.S.) del fruto de vid tienen una curva de crecimiento doble sigmoidea. Incluso en el cv. partenocárpico Sultana, el P.S. y el volumen de la baya tienen el mismo patrón (Harris, Kriedeman y Possingham, 1968). Para los mismos autores, el máximo contenido de agua en la baya, expresado como porcentaje del P.F., se alcanza 3 a 4 semanas post-anthesis, declinando gradualmente hasta madurez. Hardy (1968) sostiene que la tasa más alta de incremento en P.F., se alcanza durante la novena y décima semana post-floración.

Hardie y Considine (1976) encontraron que el déficit hídrico impuesto durante las tres primeras semanas

<sup>1</sup> Recepción de originales: 16 de mayo de 1984.

<sup>2</sup> Subestación Experimental Cauquenes (INIA), Casilla 165, Cauquenes, Maule, Chile.

después de flor, causa las mayores pérdidas de cosecha, asociadas principalmente a tamaño reducido de bayas.

Poux, citado por Amerine, Berg y Cruess (1972), demostró que el aumento de peso de la baya es paralelo al de los azúcares y que la proporción azúcar-peso total fue constante para una variedad determinada, cuando el P.F. era máximo.

En la vid, como en otras especies, en el período de maduración, la baya acumula azúcar y disminuye su acidez (Galet, 1973; Peynaud, 1976; Winkler y otros, 1974).

Galet (1973) encontró que las curvas de aumentos de volumen y de azúcar, son diferentes; mientras la primera aumenta regularmente hasta la formación de semillas, la del azúcar lo hace bruscamente desde el enviro. Durante este período, los azúcares se acumulan rápidamente, mientras que la baya no aumenta su volumen.

Hardy (1968) encontró que la concentración de azúcar comienza a aumentar durante la séptima semana post-floración y la tasa de incremento es mayor durante la novena y décima semanas. La declinación de los ácidos orgánicos se hace notoria en la octava semana después de flor. Peynaud (1976) sostiene que la disminución se explica por el comportamiento de los ácidos orgánicos tártrico y málico, los cuales son utilizados en el proceso respiratorio. Ambos ácidos constituyen más del 90% del total de ácidos del fruto (Winkler y otros, 1974). El ácido málico desaparece más rápido que el tártrico (Peynaud, 1976; Galet, 1973; Winkler y otros, 1974).

En los viñedos del secano interior de la zona centro sur de Chile, la cepa País es la más importante, representando un 70% de la superficie plantada con variedades tintas y 50% del total de la superficie de vides. El 89% está plantado en secano y sólo el 11%, en riego (Chile-CORFO, 1980).

Para aumentar la producción es necesario eliminar o disminuir la carencia de agua, que es el factor más limitante. Ello puede realizarse aplicando el agua en aquellos estados fenológicos más sensibles al déficit hídrico, en relación a desarrollo y crecimiento del fruto.

El presente trabajo se realizó para caracterizar las diferentes fases de crecimiento del fruto y las variaciones físico-químicas que experimenta éste, bajo condiciones de secano.

### MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la Subestación Experimental Cauquenes (INIA), Provincia de Cauquenes, VII Re-

gión, en el período diciembre de 1977 a marzo de 1978. Se utilizó un viñedo de secano del cv. País, de más de 100 años, cultivado en "asiento de loma". De una población de 40 plantas uniformes, se sortearon 22 por el método de números al azar, considerando una planta por cada fecha de muestreo.

La caracterización del crecimiento de la baya en el tiempo se realizó por la evaluación de las variables: peso fresco (P.F.), peso seco (P.S.), diámetro polar (D.P.), diámetro ecuatorial (D.E.), concentración de azúcar y acidez total. Las evaluaciones se realizaron por medio de muestreos cada 6 días, considerando todo el período desde floración a madurez. Se consideró como floración cuando se había desprendido la casi totalidad de los pétalos.

Para el muestreo se procedió de la manera siguiente: En cada planta—por cada fecha de muestreo—se escogieron 4 racimos; en cada racimo se recolectaron dos submuestras de 10 bayas, que fueron utilizadas para obtener la información de P.F. y P.S. (g); mediciones de D.P. y D.E., mediante un pie de metro (mm); concentración de azúcar (%), mediante el refractómetro (Riberau-Gayon y otros, 1972); y acidez total del mosto, por el método volumétrico de la fenolftaleína, señalado por la AOAC (1955); los resultados de la acidez se expresaron en g/lit de acidez tártrica.

La información obtenida para las variables señaladas anteriormente, fue procesada para obtener los modelos matemáticos que definen mejor la variación de cada uno de ellos en el tiempo.

Mediante análisis de regresión, se determinó el grado de asociación entre las variables: P.S.—sólidos solubles (S.S.); acidez—S.S.; D.P.—P.F.; D.E.—P.F.; D.P.—P.S.; D.E.—P.S.

### RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados son discutidos en base a los períodos de desarrollo de la baya, definidos de acuerdo al criterio de Nitsch y otros (1960) y Winkler y otros (1974), quienes separan el crecimiento en tres períodos, de acuerdo a la tasa de aumento del P.F. de las bayas. Tomando en consideración esta variable, se establecieron los siguientes períodos de crecimiento (Figura 1A):

- Período I, comprendido desde 0 a 45 días después de antesis (es el período de mayor incremento en P.F.).
- Período II, 45 a 65 días después de antesis (en que se observa una clara disminución de la tasa de crecimiento del fruto).

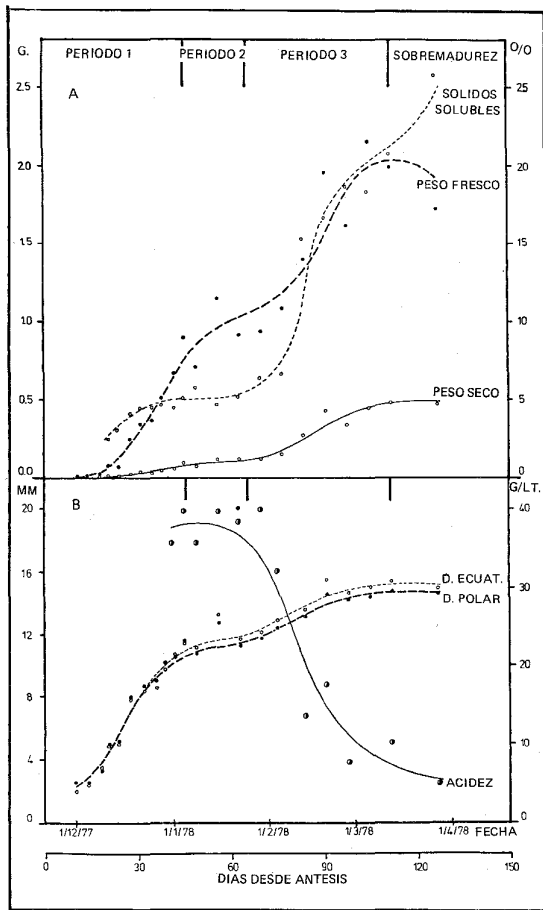


FIGURA 1. Evolución de P.F. y P.S. (g), S.S. (°/o), Ac. (g tártrico/lit) y diámetros de las bayas (mm).

FIGURE 1. Seasonal trends of fresh and dry weights (g), soluble solids (°/o) total acidity (tartaric ac. g/lit), and diameters (mm) of the grapes.

— Período III, desde 65 a 110 días después de antesis, cuando se alcanza la madurez (en que la tasa de crecimiento de la baya nuevamente aumenta). Posteriormente, a los 110 días post antesis, se observó los fenómenos característicos de la sobre madurez.

Los períodos señalados concuerdan, aproximadamente, con los descritos para el cv. Concord, por Nitsch y otros (1960), quienes establecieron 0—50, 50—60 y 60 días hasta madurez, para los períodos I, II y III respectivamente.

Durante el primer período de crecimiento de la baya, 6 a 7 semanas después de antesis, se pudo constatar que el comportamiento del D.E. y del D.P. fue similar (Figura 1B). El máximo incremento de crecimiento

ocurrió en el Período I, entre la cuarta y quinta semana (22 a 29 días) después de floración, lo cual es explicable, si se considera que es precisamente en este período donde ocurre la mayor división y elongación celular (Coombe, 1960). En el Período II, la tasa de aumento de los diámetros disminuye notablemente, hasta llegar al Período III en que éstos tienden a hacerse constantes.

Dado que ambos diámetros presentan aumentos prácticamente iguales a través de la temporada de crecimiento, se puede concluir que el cv. País tiene una baya de forma esférica.

En la Figura 1 se observa que sólo la variable P.F. presenta una curva claramente definida como doble sigmoidea, lo que concuerda con Harris y otros (1968), en el cv. Sultana. La curva correspondiente a P.S. también puede considerarse como doble sigmoidea, aunque no tan característica como la anterior.

Los incrementos de crecimiento máximos medidos en ambas variables, ocurren en tiempos diferentes. En el caso de P.F., éste ocurre entre la quinta y sexta semana (Período I, 31 a 37 días después de antesis) y para P.S., ocurre entre la 12a y 13a semana (Período III, 80 a 90 días después de antesis), correspondiendo este último al período entre pinta y madurez.

Además, se observa que la diferencia entre ambos pesos se hace mayor a través del tiempo, es decir, que el peso del agua de la baya aumenta notablemente, desde la formación del fruto hasta la madurez (figuras 1 y 2).

El máximo contenido relativo de agua en la baya (°/o) ocurrió al inicio de la formación del fruto (Figura 2; 20 a 35 días después de antesis), lo que concuerda con lo señalado por Harris y otros (1968), quienes establecieron el máximo contenido de agua, 3 a 4 semanas después de antesis. A medida que la baya continúa creciendo y se va acercando a la madurez, el contenido de agua, expresado como porcentaje de peso fresco, disminuye notablemente.

Las variaciones en el contenido de S.S. de la baya, en el cv. País, sigue una curva doble sigmoidea (Figura 1A), en la cual se observa que el mayor incremento en azúcar se alcanza entre la 12a y 13a semana (80—88 días) después de floración, Período III, comprendiendo al envero e inicio de la madurez, lo cual, aproximadamente, coincide con el máximo aumento de P.S.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo establecido por Galet (1973), quien dice que el azúcar aumenta bruscamente entre el inicio del envero y semanas siguientes. Posteriormente, tiende a disminuir, a medida que se acerca la cosecha. Cabe señalar que el inicio del envero ocurrió a los 85 días después de antesis, lo

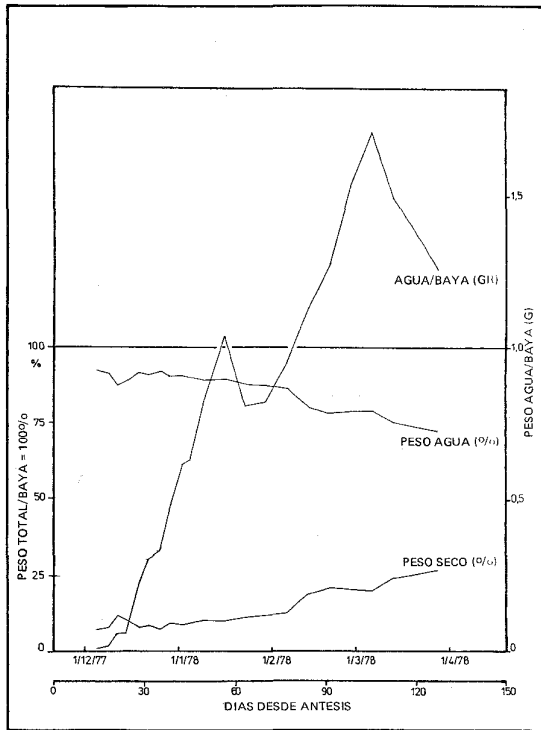


FIGURA 2. Contenidos absoluto (g) y relativo (%/o) de agua y relativo de sólidos (%/o), expresados como peso seco de las bayas.

FIGURE 2. Absolute (g) and relative (%/o) water contents and relative solids content (%/o), expressed as dry weight of the grapes.

cual no es coincidente con los resultados obtenidos por Peynaud (1977), para el cultivar Merlot. Ello puede explicarse dado que el cv. País es una variedad de ciclo más largo que el cv. Merlot.

En el transcurso de las primeras 8 semanas después de antesis, los incrementos en azúcar son bajos, desde 3 a 50/o, y posteriormente, los aumentos son mayores variando desde un 5 a un 160/o, en un período levemente superior a un mes (12 a 13 semanas después de antesis), lo que concuerda aproximadamente con Gallet (1973), quien señala que en el fruto de la vid el contenido de azúcar aumenta de 1 a 170/o, en el espacio de un mes. La diferencia en los resultados obtenidos puede deberse a factores endógenos o exógenos (varietales, clima, etc.).

Es interesante señalar que, en un período de aproximadamente 15 días (73 a 88 días después de antesis), el contenido de S.S. cambia desde 6,5 a un 15,50/o, correspondiendo este período aproximadamente a la pinta. Esto es importante, por cuanto las células de la

baya, para igualar el potencial osmótico, deberán absorber una gran cantidad de agua. Ello se ve claramente reflejado en el máximo aumento de la tasa de crecimiento del P.F., el cual ocurre justamente después del gran incremento en los contenidos de azúcar.

La acidez, como se observa en la Figura 1B, sigue una curva sigmoidea decreciente. Al comparar las variaciones en el contenido de azúcar y ácidos (Figura 1), se aprecia que a medida que aumenta el contenido de azúcar disminuye el contenido de ácido; incluso, coinciden en el tiempo los máximos incrementos en azúcar con las máximas disminuciones en ácido (Período III). Las mayores disminuciones en el contenido de ácidos ocurrieron entre la 12a y 13a semana (79 a 88 días) después de antesis (Período III), comprendiendo esta fase al envero e inicio de la madurez, lo cual aproximadamente, coincide con los máximos obtenidos de peso fresco y mayores incrementos en el contenido de azúcar (Figura 1A). El mayor nivel de ácido ocurre en el Período II, antes de la pinta, lo que no coincide con lo señalado por varios autores (Peynaud, 1976; Winkler y otros, 1974; Hardie y Considine, 1976), quienes establecen, en otros cultivares, que el máximo contenido de ácido ocurre durante la pinta o envero.

Comparando las variaciones de D.P. y D.E. con P.F. (Figura 3), se observa que la baya, inmediatamente después de la floración, experimenta un gran aumento en ambos diámetros (división mitótica), en relación a pequeñas variaciones en P.F. Posteriormente, los incrementos en los diámetros son menores y, por el contrario, el P.F. continúa aumentando, debido al aumento en el contenido de agua y P.S., hasta llegar a la sobre madurez, cuando se inicia una declinación de estos valores.

Cabe hacer notar que, en cuanto a la cantidad absoluta de agua por baya (Figura 2), ésta sufre una disminución en sus valores, coincidente con las disminuciones en las tasas de aumentos, tanto de P.F. como de D.P. y D.E., que caracterizan al período. El fenómeno similar, que se observa a fines de temporada, corresponde a la sobre madurez de los frutos (figuras 1 y 2).

Las curvas de la Figura 3 demuestran una alta correlación entre D.E. y D.P. con P.F., con coeficientes de determinación superiores a 0,99.

La relación entre dichos diámetros con peso seco (Figura 4) es muy estrecha ( $R^2 > 0,98$ ) y también mostró que, en un comienzo, la baya aumenta en sus diámetros como resultado de un proceso mitótico, frente a pequeñas variaciones de P.S. Posteriormente, los aumentos de los diámetros se hacen menores hasta estabilizarse, puesto, que se hace más importante la diferenciación celular. En cambio, el P.S. continúa au-

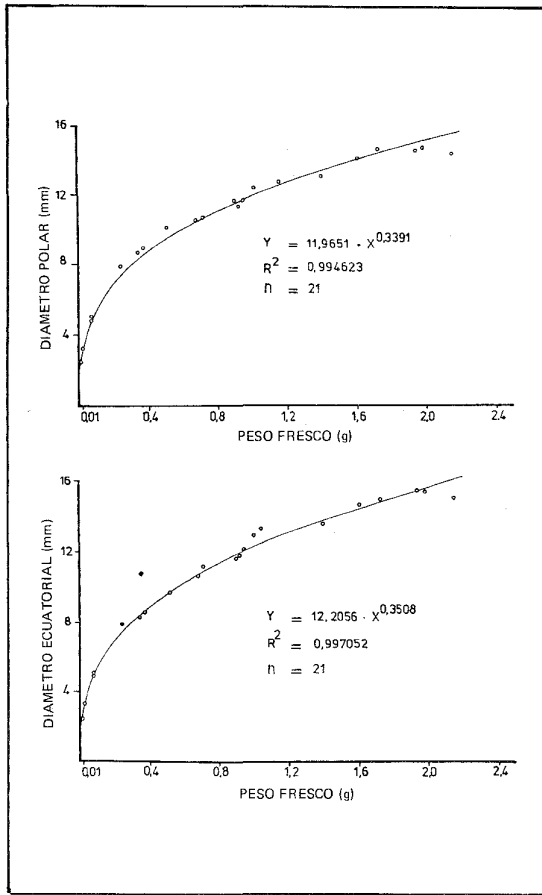


FIGURA 3. Relaciones entre P.F. y diámetros de las bayas.  
 FIGURE 3. Relationships between fresh weight and diameters of the grapes.

mentando, debido a que la baya, junto con adquirir el tamaño definitivo, sigue desarrollándose a través de las transformaciones bioquímicas y estructurales (Harris y otros, 1968), hasta que llega al período de sobre madurez.

La relación P.S./S.S. es muy directa, como era de esperar, y su mejor representación para el período medido, la constituyó una recta ( $R^2 = 0,947$ ), según se aprecia en la Figura 5. En ésta se incluye, además, una

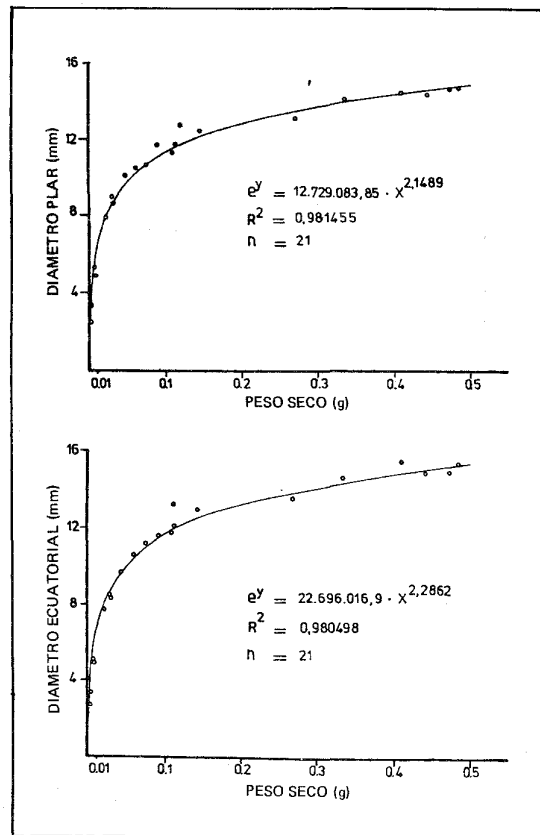


FIGURA 4. Relaciones entre P.S. y diámetros de las bayas.  
 FIGURE 4. Relationships between dry weight and diameters of the grapes.

curva que representa la asociación entre acidez y S.S., que indica que los ácidos disminuyen rápidamente en un comienzo, en relación al aumento de S.S., y posteriormente, al acercarse la madurez, esta disminución tiende a hacerse más lenta, pero no a estabilizarse; en la sobre madurez, aunque la síntesis y acumulación de sólidos se detiene, no ocurre lo mismo con los ácidos, que al ser metabolizados siguen disminuyendo, lo que lleva a una pobre relación azúcar/ácidos, de importancia cuando los frutos se destinan a vinificación.

## RESUMEN

Durante la temporada de crecimiento 1977–78, en la Subestación Experimental Cauquenes (INIA), se realizó muestreos de frutos de vides cv. País, bajo condiciones de secano, para caracterizar la variación de diferentes variables representativas de crecimiento y desarrollo de la baya.

De la variación de las diferentes variables en el tiempo y de las relaciones entre ellos, se concluyó que el crecimiento y desarrollo de la baya de este cultivar, está caracterizado por tres períodos, que van de 0 a 45, 45 a 65 y 65 a 110 días post anthesis, a los que sigue un período de sobre madurez. En general, todas las variables se representan con curvas doble sigmoideas crecientes, a excepción de la acidez, la cual tiene una representación sigmoidea decreciente.

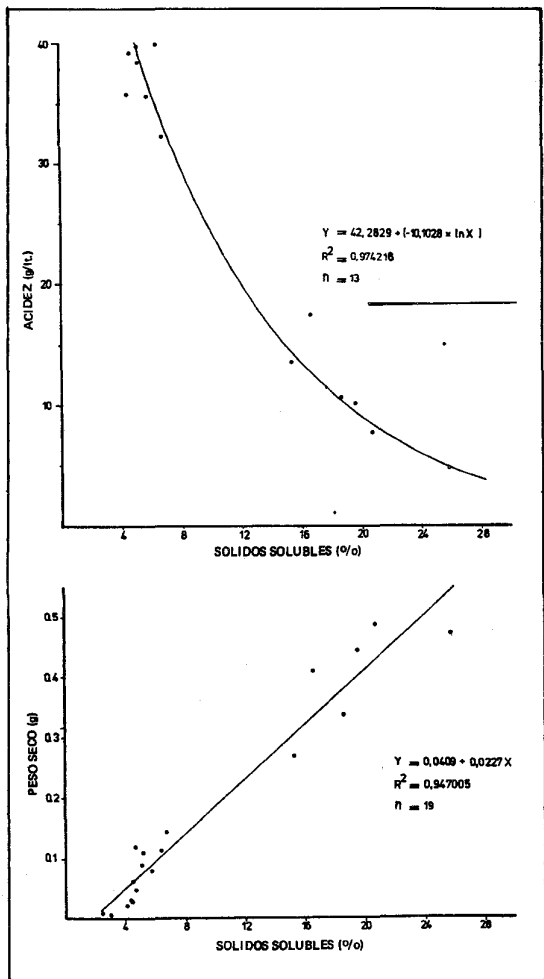


FIGURA 5. Relaciones entre S.S. y P.S. y ac. total en las bayas  
FIGURE 5. Relationships between soluble solids and dry weight and total acidity of the grapes.

## LITERATURA CITADA

- AMERINE, M.A.; BERG, H.W.; and CRUESS, W.V. 1972. The technology of wine making. Third Edition. Westport, Connecticut. AVI. 802 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC). 1955. Official methods of analysis of the Association of Agricultural Chemists. Eighth Edition. Washington D.C. 1008 p.
- CHILE. CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION (CORFO). 1980. Industrialización de la uva. Santiago, Chile. 10 p.
- COOMBE, B.G. 1960. Relationship of growth and development to changes in sugars, auxins and gibberellins in fruit of seeded and seedless varieties of *Vitis vinifera* L. Plant Physiology 35 (1): 241–250.
- GALET, P. 1973. *Precis de Viticulture*. 3e edition. Montpellier, France, Paul Déhan. 584 p.
- HARDIE, W.S. and CONSIDINE, J.A. 1976. Response of grapes to water-deficit stress in particular stages of development. Am. J. Enol. Vitic. 20 (2): 55–61.
- HARDY, P.J. 1968. Metabolism of sugars and organic acids in immature grapes berries. Plant Physiology 43 (2): 224–228.
- HARRIS, J.M.; KRIEDEMANN, P.E.; and POSSINGHAM, J.V. 1968. Anatomical aspects of grape berry development. Vitis 7 (2): 106–119.
- KLIEWER, W.M. and SCHULTZ, H.B. 1973. Effect of sprinkler cooling of grapevines on fruit growth and composition. Am. J. Enol. Vitic. 24 (1): 17–26.

NITSCH, J.P.; PRATT, C.; NITSCH, C. and SHAULIS, N. 1960. Natural growth substances in Concord and Concord seedless grapes in relation to berry development. *Am. Jour. Bot.* 47 (7): 566-576.

PEYNAUD, E. 1976. *Enología práctica: conocimiento y elaboración*. Versión española de Alfredo González Salguero. Madrid, España, Ediciones Mundi-Prensa. 414 p.

RIBERAU-GAYON, J.; PEYNAUD, E.; SUDRAUD, P.; et RIBERAU-GAYON P. 1972. *Traité d'oenologie*. Tomo 1. Dunod, Paris. 671 p.

SALISBURY, F.B. y PARKE, R.V. 1968. *Las plantas vasculares: forma y función*. México, D.F., Herrera Hermanos. 198 p.

WINKLER, A.J.; COOK, J.A.; KLIEWER, W.M.; and LIDER, L.A. 1974. *General Viticulture*. University of California Press. 710 p.