

CORRELACION ENTRE SUPERFICIE FOLIAR Y RENDIMIENTO COMO POSIBLE FUNDAMENTO DE UNA PODA RACIONAL EN VID (*VITIS VINIFERA L.*) ⁽¹⁾

por

JOSE VEGA ², AQUILES E. PIEDRABUENA ³ Y JUAN M. FOX ⁴

El presente trabajo es, en algunos aspectos, continuación de otro (x), en el que habíamos demostrado *la existencia de correlación entre las superficies total media de las hojas sextas de los brotes fructíferos primarios y la producción total de frutos, en peso, en una planta de vid; y que esta correlación se mantenía considerando las superficies medias totales de las hojas sextas, séptimas y octavas de brotes fructíferos principales, tomadas conjuntamente.*

Por otra parte, también habíamos logrado demostrar que *estaban correlacionadas inversamente la superficie total media de las hojas sextas de brotes fructíferos primarios de un cepaje y la graduación glucométrica del mosto de sus uvas, puesto que ambos factores —superficie foliar y concentración de azúcar— están conectados a otra variable: el rendimiento de uva, expresado en peso.*

Como era menester confirmar plenamente las conclusiones expuestas y dilucidar los efectos de la incidencia de ciertos fac-

- 1 Trabajo realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias y Estación Experimental Nacional Mendoza - Ministerio de Agricultura.
 - 2 Ingº Agrº Investigador del Instituto del Vino de la Univ. Nac. de Cuyo y Profesor de Viticultura del Liceo Agrícola y Enológico de la misma Universidad. Técnico de la Est. Exp. Mendoza.
 - 3 Ingº Agrº, Prof. de Elementos de Cálculo Estadístico y Biometría II, de la Facultad de Ciencias Agrarias.
 - 4 Alumno de la Facultad de Ciencias Agrarias y Ayudante técnico Est. Experimental.
- Se destaca y agradece la colaboración del Sr. Honorio Barraquero en la confección de los gráficos que se insertan.
- (x) VEGA, JOSE y JUAN MANUEL FOX: *Correlación entre superficie foliar y producción en vid.* Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias.- Tomo 2, Nº 2.- Año 1950.- Mendoza.

tores emergentes de prácticas culturales, se planeó y ejecutaron nuevas experiencias durante la campaña agrícola de 1950/51, introduciendo sensibles variantes al método de trabajo que se había seguido anteriormente, tendiendo a una mayor precisión de las conclusiones y en la consecución de un análisis exhaustivo de las mismas.

El presente trabajo involucra los últimos resultados que hemos obtenido.

MATERIAL Y METODO

Las experiencias se realizaron en el mismo viñedo del trabajo antes mencionado, de propiedad de la Estación Experimental Nacional de Mendoza (Central Luján de Cuyo), correspondiendo a la variedad *Malbeck*. Plantas tomadas al azar, pero en buenas condiciones vegetativas, se dispusieron en dos lotes, constituidos por quince y treinta y seis cepas cada uno.

Las cepas del primer lote (15 plantas) se podaron uniformemente, en cuanto al número total de yemas dejadas sobre las mismas, conduciéndolas en "*Guyot doble*", provisto de "*cargadores*" de siete yemas cada uno y sus correspondientes "*pitones*" de dos yemas, a manera de reemplazo.

Las plantas del segundo lote, en cambio, fueron distribuidas en seis grupos, ubicados en otras tantas hileras, con seis cepas cada uno. Las plantas de cada grupo se podaron con intensidad variable y en la siguiente proporción: dejando en los respectivos grupos y sobre cada planta un total de tres yemas francas, seis, doce, dieciocho, treinta y seis y sesenta yemas. Con posterioridad estas plantas tuvieron las mismas labores culturales que la totalidad del viñedo.

Durante el mes de Marzo de 1951 se determinó el rendimiento en frutos de las plantas pertenecientes a los diversos tratamientos; se registró la graduación glucométrica de los mostos, por método físico y se extrajeron las hojas 5ª y 6ª ubicadas sobre brotes fructíferos primarios y considerando su inserción sobre el nudo a contar desde la base del brote. Estas hojas fueron herborizadas convenientemente y con posterioridad calcados sus contornos sobre papel en forma prolija, para determinar sobre estos dibujos las respectivas superficies foliares, recurriendo para ello a un planímetro polar, con indicaciones de las medidas en decímetros cuadrados.

La poda invernal siguiente de las plantas de cada uno de los seis grupos enunciados, se realizó dejando el mismo número de yemas sobre cada cepa y se pesó el sarmiento removido con la poda en cada grupo.

Para efectuar las distintas determinaciones planeadas con

este material, se procedió a agrupar las superficies medias de las hojas quintas y sextas de cada planta en una serie (X) y las producciones correspondientes en otra serie (Y). Los datos obtenidos se analizaron aplicando la fórmula de "Correlación simple":

$$r = \frac{\sum(X \cdot Y) - (\sum X \cdot \sum Y) / N}{\sqrt{\sum X^2 - (\sum X)^2 / N \cdot \sum Y^2 - (\sum Y)^2 / N}}$$

Como puede observarse, en esta oportunidad se resolvió tomar como base de las determinaciones las hojas N° 6 en virtud de que su superficie media total se encuentra en estrecha correlación con la producción total de la planta, conforme a nuestras conclusiones anteriores, situación que es ratificada en esta oportunidad; y como una variante del método anterior, se introducen las hojas N° 5, a fin de observar sus comportamientos.

RESULTADOS PRINCIPALES

I. — En plantas con poda uniforme:

- a) Correlación entre superficie media de las hojas quintas y rendimiento total, en peso, de uva.

$\sum X$	= 1328	$\sum X^2$	= 120742
$(\sum Y)^2$	= 17635	$\sum Y^2$	= 1244383
$\sum Y$	= 3985	$\sum XY$	= 369098
$(\sum X)^2$	= 158802	$\sum X \cdot \sum Y$	= 5292080

$r = 0,6709$, altamente significativo para 13 grados de libertad.

- b) Correlación entre superficie media de las hojas sextas y el rendimiento total, en peso, de uva:

$\sum X$	= 13467	$\sum Y$	= 3985
$(\sum X)^2$	= 181360089	$(\sum Y)^2$	= 158802
$\sum X^2$	= 12336351	$\sum Y^2$	= 1244383
$\sum XY$	= 369473	$\sum X \cdot \sum Y$	= 53665995

$r = 0,6372$, valor significativo, con menos del 2% de excepciones debidas al azar.

- c) Promedio de los coeficientes de correlación de las hojas quintas y sextas, superficie foliar media y producción en peso:

Se promediaron los coeficientes de "r" obtenidos, mediante el valor "z", en la misma forma en que se procediera en el primer trabajo citado, obteniéndose $\bar{Z} = 0,785$, a este valor de "z" corresponde $\bar{r} = 0,6527$, que es altamente significativo para 25 grados de libertad.

d) Promedio de los coeficientes obtenidos en 1950 y 1951:

Años	"Z"	N-3	(N-3)z
1950	0,482	36	17,352
1951	0,785	24	18,840
Sumas		60	36,192

$$\bar{Z} = \frac{36,192}{60} = 0,6032$$

$r = 0,5370$, altamente significativo

e) Correlación entre superficie foliar y graduación alcohólica probable.

Hojas N° 5:

$\sum X$	= 1328	$\sum Y$	= 20199
$(\sum X)^2$	= 17635	$(\sum Y)^2$	= 407999601
$\sum X^2$	= 120742	$\sum Y^2$	= 27270827
$\sum XY$	= 17801818	$\sum X \sum Y$	= 26824272

$r = -0,4750$, no significativo para 13 grados de libertad.

Hojas N° 6:

$\sum X$	= 1,3467	$\sum Y$	= 201,99
$(\sum X)^2$	= 1,81360089	$(\sum Y)^2$	= 40799,9601
$\sum X^2$	= 1,2336351	$\sum Y^2$	= 272,70827
$\sum XY$	= 180,75151	$\sum X \sum Y$	= 272,019933

$r = -0,3420$, no significativo.

f) Promedio de los coeficientes de las hojas quintas y sextas:

$$\bar{Z} = -0,4400$$

$r = -0,4136$, significativo para 24 grados de libertad.

g) Promedio de los coeficientes de los años 1950 y 1951:

$$\bar{Z} = -0,417$$

$r = -0,3800$, valor significativo.

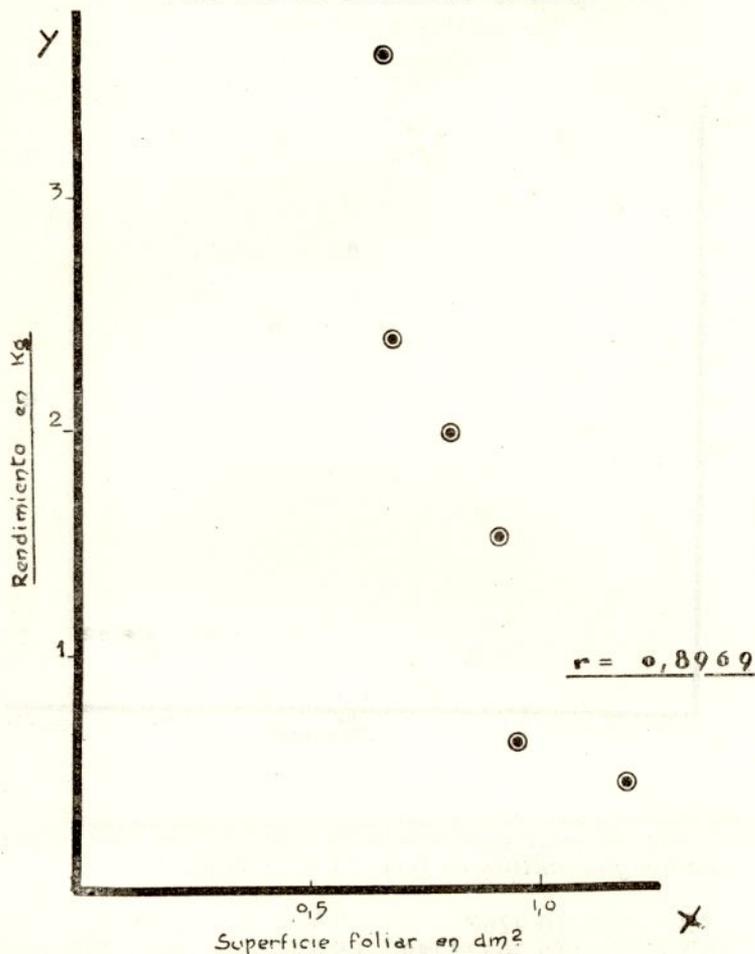
II. — En plantas con distintas intensidades de poda

En los grupos de plantas con distintas intensidades de poda se obtuvo:

Nº de yemas	Sup. foliar total	Sup. foliar media	Peso de frutos	BmÉ.	Peso de sarmiento
3	14,48 dm ²	1,203 dm ²	0,4758 gr.	13,463	1,320 kg.
6	20,40 „	0,971 „	0,8383 „	13,694	0,680 „
12	20,83 „	0,926 „	1,5583 „	13,693	0,720 „
18	26,20 „	0,818 „	1,9933 „	13,342	0,820 „
36	22,38 „	0,699 „	2,4160 „	13,114	0,760 „
60	34,10 „	0,688 „	3,6450 „	12,762	1,180 „

GRAFICO N° 1

Correlación entre sup. foliar media y rendimiento con distintas intensidades de poda.



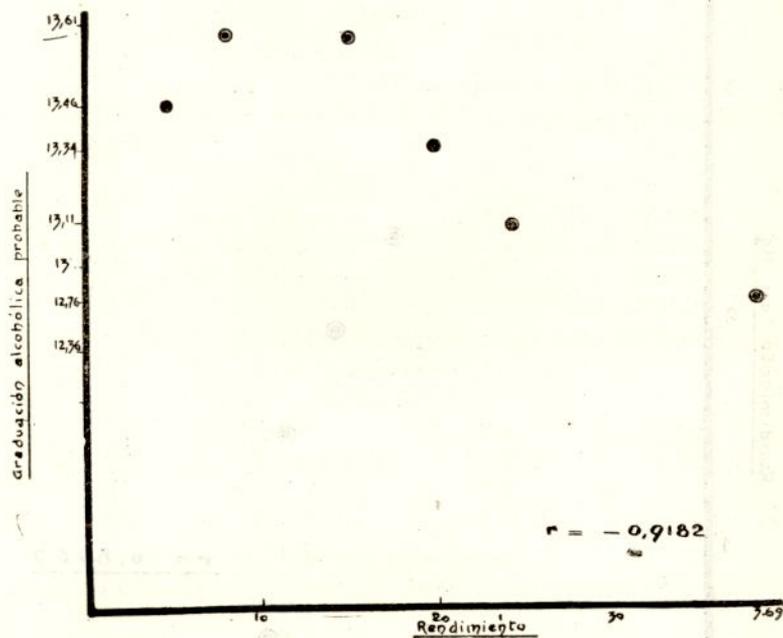
1) Correlación entre superficie hojas sextas y rendimientos con distintas intensidades de poda: (Gráfico 1).

$$\begin{array}{ll}
 \sum X & = 5,308 & \sum Y & = 10,9267 \\
 (\sum X)^2 & = 28,174864 & (\sum Y)^2 & = 119,39277289 \\
 \sum X^2 & = 4,8856 & \sum Y^2 & = 26,453754 \\
 \sum XY & = 8,657851 & \sum X \sum Y & = 57,9989236
 \end{array}$$

$r = -0,89695$, valor significativo con 2% de probabilidades debidas al azar para 4 grados de libertad.

GRAFICO N° 2

Correlación entre rendimiento y graduación
alcoholica probable.



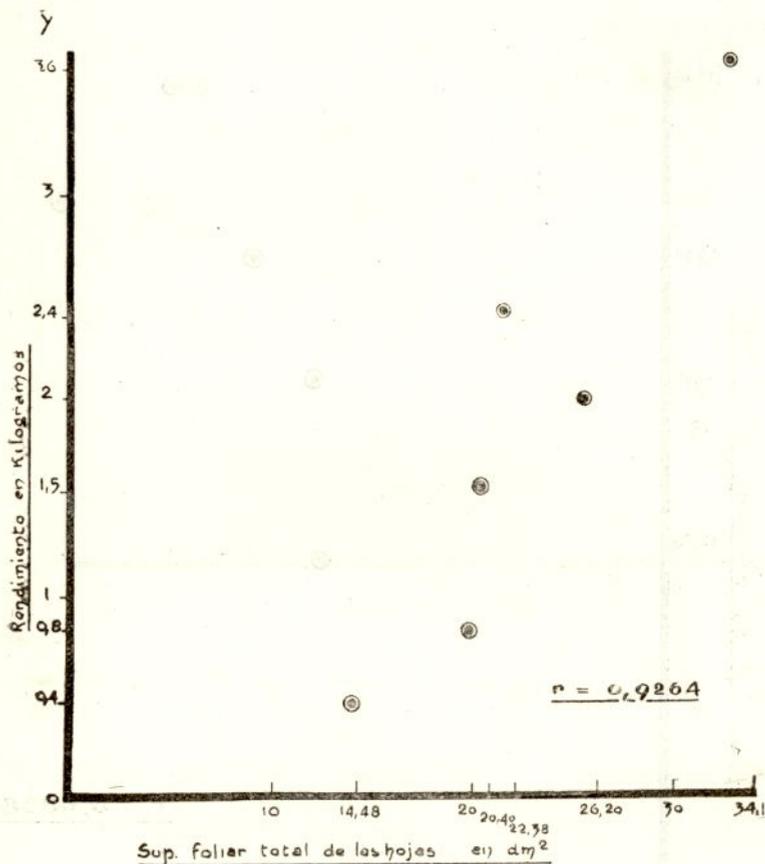
- 2) Correlación entre rendimiento de uva (X), en peso, y graduación glucométrica en Bme. (Y). (Gráfico 2).

$$\begin{array}{rcl}
 \leq X & = & 10,9267 \\
 (\geq X)^2 & = & 119,39277289 \\
 \geq X^2 & = & 26,453754 \\
 \geq XY & = & 143,923794 \\
 \leq Y & = & 80,0712 \\
 (\leq Y)^2 & = & 6411,39706944 \\
 \leq Y^2 & = & 1069,2165 \\
 \leq X \text{ w } Y & = & 874,91398114
 \end{array}$$

$r = -0,9182$, correlación inversa altamente significativa, para 4 grados de libertad.

GRAFICO N° 3

Superf. foliar total y rendimiento en kg.



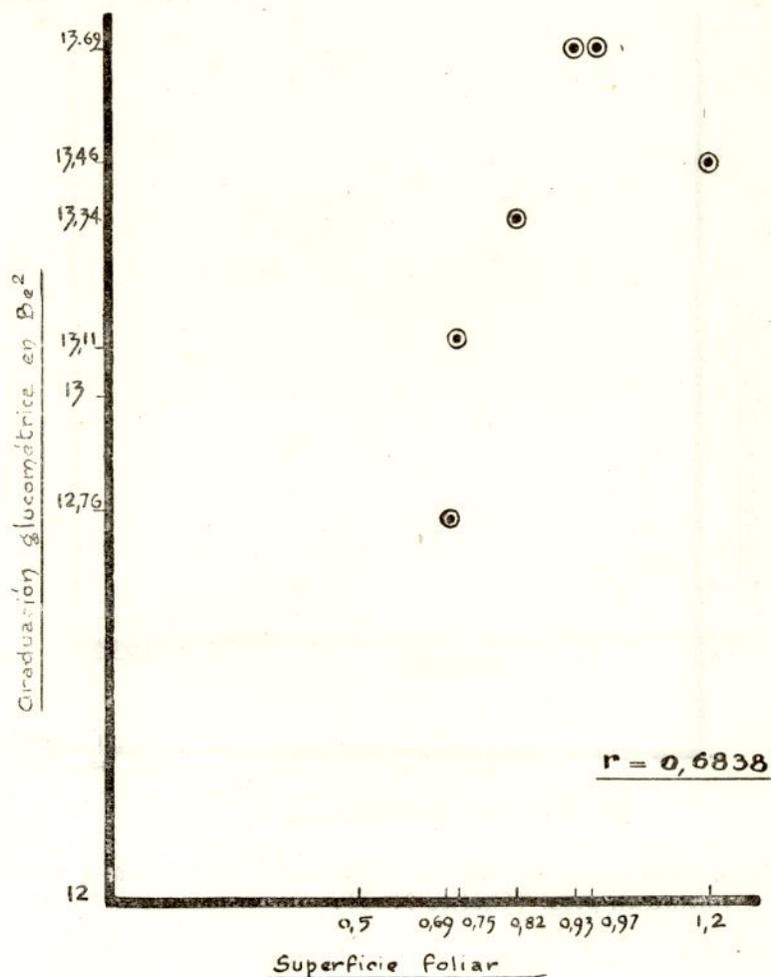
3) Correlación entre superficie total de las hojas sextas y rendimiento en peso. (Gráfico N° 3).

$\sum X$	= 138,39	$\sum Y$	= 10,9207
$(\sum X)^2$	= 9151,7921	$(\sum Y)^2$	= 119,3927
$\sum X^2$	= 3409,8337	$\sum Y^2$	= 26,4537
$\sum XY$	= 287,0393333	$\sum Y \sum X$	= 1512,146013

$r = 0,9264$, valor altamente significativo para cuatro grados de libertad.

GRAFICO N° 4

Correlación entre sup. foliar media y graduación
glumétrica

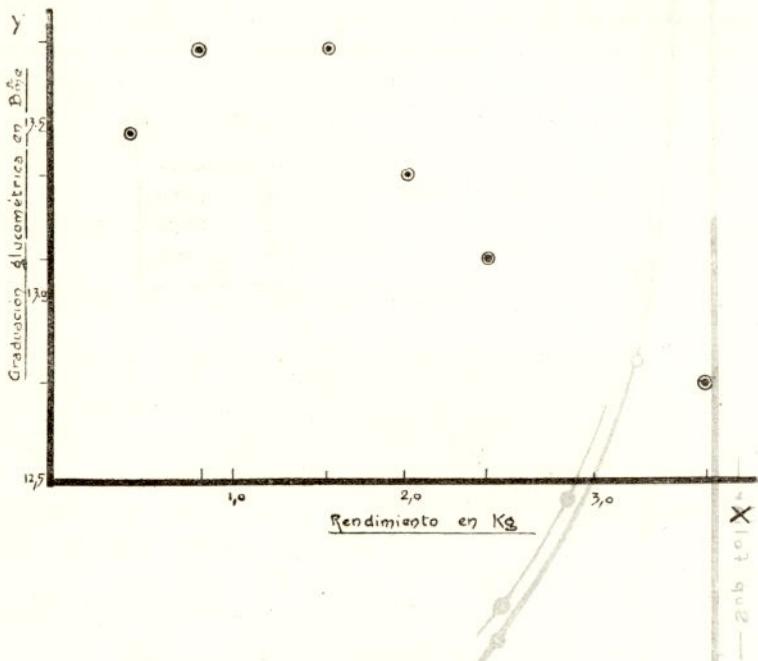


- 4) Correlación entre superficies medias hojas sextas y graduación glumétrica en Bm². (Gráfico N° 4).

$r = 0,6838$, no significativo.

GRAFICO N° 5

Rendimiento en fruto y graduación glucométrica en Bme⁹



- 5) *Relación entre rendimientos en frutos y graduación glucométrica en Bme.* (Gráfico N° 5).

La ecuación de los puntos descendentes es de:

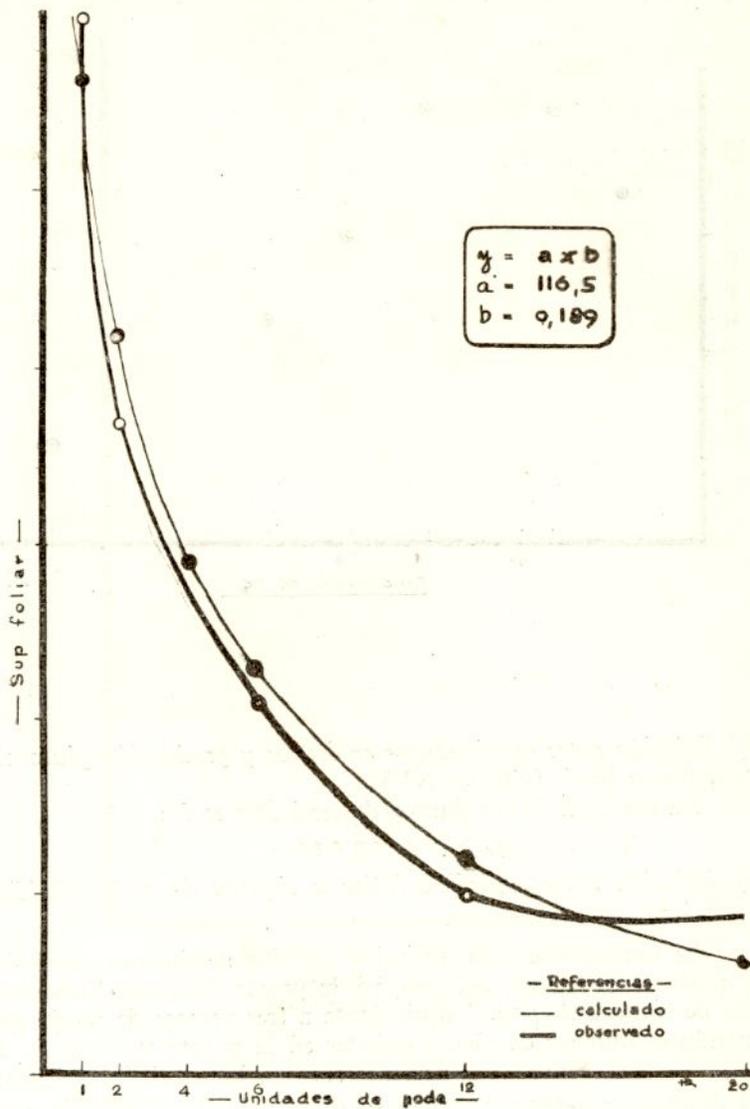
$$Y = -0,387 x + 22,049$$

- 6) *Relación entre superficie foliar y riqueza de poda* (Gráfico N° 6).

Se usa en este caso, para los cálculos pertinentes, unidades de poda en reemplazo del número de yemas, haciendo "una unidad de riqueza de poda" equivalente a tres yemas; de modo que cuando el número de yemas dejadas en la planta varía de 3, 6, 12 60, como en el presente ensayo, las unidades de riqueza de poda correspondientes serán de: 1, 2, 4 20. En consecuencia, puede aplicarse la siguiente ecuación para medir la relación que se sugiere:

GRAFICO N° 6

Influencia de la riqueza de poda sobre la superficie foliar
media de las hojas 6.



$$y = a x_i - b$$

De donde "y" es superficie foliar media; "x_i" unidades de riqueza de poda; "a" y "b" constantes características de cada cepaje (En nuestro caso "a" = 116,5 y "b" = 0.189). A continuación se indica la forma en que han sido determinados los valores de "a" y "b", para la variedad *Malbeck*.

Si se trabaja con los logaritmos de los valores de la ecuación anterior, la misma se transforma en: $\log y = \log a + b \cdot \log x_i$, haciendo:

$$\log y = F \quad x = Y;$$

$$\log a = A;$$

$\log x_i = X$, tenemos que la ecuación primitiva puede transformarse en:

$$F x = A + b X$$

Planteando las ecuaciones tenemos:

$$n A + b \leq X = \leq Y$$

$$A \leq X + b \leq X^2 = \leq X Y$$

Obtenemos que:

$$A = 2,066$$

$b = 0,189$, de donde "a" = 116,5, por lo tanto tendríamos que $y = 116,5 x_i - 0,189$. Para facilitar su resolución adoptaremos la forma logarítmica:

$\log y = \log 116,5 + (-0,189 \cdot \log x_i)$. Reemplazando los valores de x_i , se obtuvo:

Para	1	unidad de poda	:	116,50	cm ²
"	2	unidades de poda	:	102,19	"
"	4	"	"	89,64	"
"	6	"	"	83,03	"
"	12	"	"	72,84	"
"	20	"	"	66,13	"

7) *Relación entre rendimiento de frutos y riqueza de poda.*
(Gráfico N° 7).

La relación que guardan entre sí estas dos variables es la misma que en el caso anterior, sólo que aquí b es positiva:

$$y = a x^b$$

y = rendimiento de uva, expresado en gr.

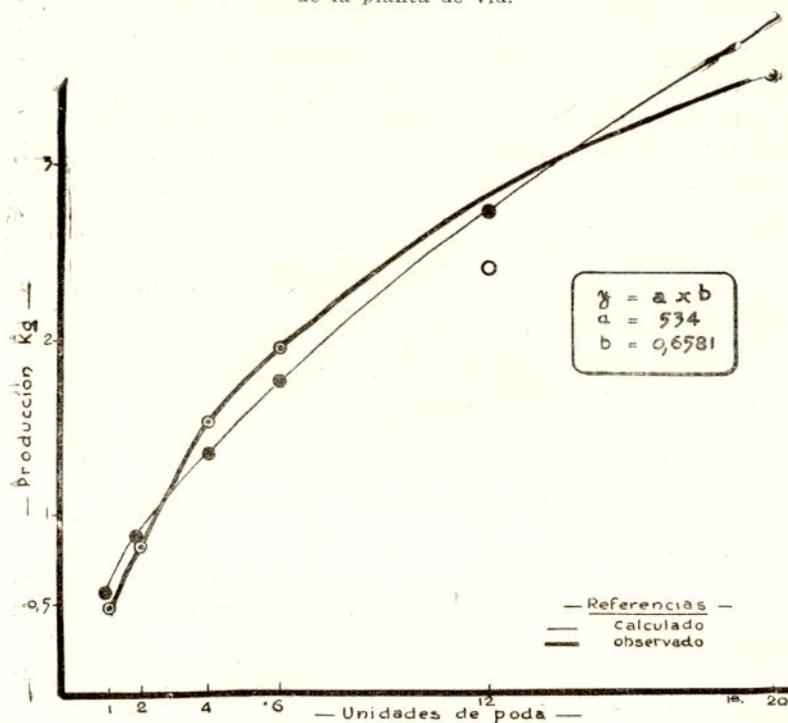
x = riqueza de poda en función de la cual se va a

predecir el rendimiento.

Procediendo en forma análoga que en el caso anterior, se

GRAFICO N° 7

Influencia de la riqueza de poda sobre la producción de la planta de vid.



determinaron los valores de a y b :

$$a = 534$$

$$b = 0,6581$$

$\log y = \log 534 + (0,6581 \cdot \log x)$. Reemplazando los valores de x se obtuvo:

Para	1	unidad de poda	:	534	grs.
„	2	unidades de poda	:	842,6	„
„	4	„ „ „	:	1325	„
„	6	„ „ „	:	1736	„
„	12	„ „ „	:	2740	„
„	20	„ „ „	:	3835	„

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:

Las determinaciones pre-insertas ratifican plenamente nuestras afirmaciones anteriores sobre la existencia de correlación

entre:

a) La superficie total media de las hojas sextas de brotes primarios fructíferos y el rendimiento de frutos, en peso, de una planta de vid, aun frente a riqueza variable de poda.

b) Lo mismo acontece si se considera la superficie total media de las hojas quintas. En consecuencia, puede adoptarse indistintamente las superficies totales medias de ambas hojas, o bien utilizarlas en conjunto, en las determinaciones, en razón de su íntima conexión con la producción de la planta, lo que mantiene al analizar sus respectivos promedios de correlación.

Es interesante observar la repercusión que tiene la intensidad de poda sobre la superficie foliar media de las hojas sextas, sobre la fructificación, riqueza azucarina y producción de madera. Haciendo oscilar la poda desde muy pobre a muy rica (de 3 a 60 yemas), se obtiene una correlación estrecha, si bien inversa, entre las superficies foliares consideradas y el rendimiento de uva y su concentración glucométrica. A medida que aumenta la riqueza de la poda se incrementa correlativamente la producción de frutos, pero disminuye el grado azucarino en las uvas, constituyendo ésta una de nuestras conclusiones, confirmando así resultados experimentales similares de otros autores.

En el Gráfico N° 1, puede apreciarse que la variación en la riqueza de la poda que se aplique a una planta de vid, no influye en la correlación existente entre la superficie foliar media de las hojas sextas y el rendimiento de frutos, en peso; y lo mismo acontece al considerar la superficie foliar total de las hojas sextas y el rendimiento de frutos (Gráfico N° 3). Es evidente que la superficie foliar media disminuye marcadamente al aumentar la riqueza de poda, y estas variables guardan entre sí una relación de tipo curvilínea.

El Gráfico N° 2 pone en evidencia un hecho en extremo interesante, que se confirma elocuentemente y en forma objetiva con los Gráficos Nos. 4, 5, 8 y 9, este último que agrupa conjuntamente las relaciones entre riqueza de poda, expresada en unidades, rendimiento de frutos y graduación glucométrica de los mismos. De ellos se desprende que al aumentar el número de yemas dejadas en la poda invernal sobre la planta, aumenta también la producción de uva y la riqueza azucarina de ésta, hasta cierto límite, describiendo estas relaciones una curva en la cual alcanzan un punto máximo, que constituiría el punto de equilibrio pleno entre el vigor de la planta o capacidad vegetativa, con la cantidad de producción de frutos y concentración de azúcar. Después de este punto de equilibrio de estas variables, el rendimiento de frutos sigue aumentando pero la riqueza azucarina de los mismos disminuye en forma progresiva, a medida que se in-

GRAFICO N° 8

Relación entre poda, peso de fruto y graduación
glucométrica en Be°

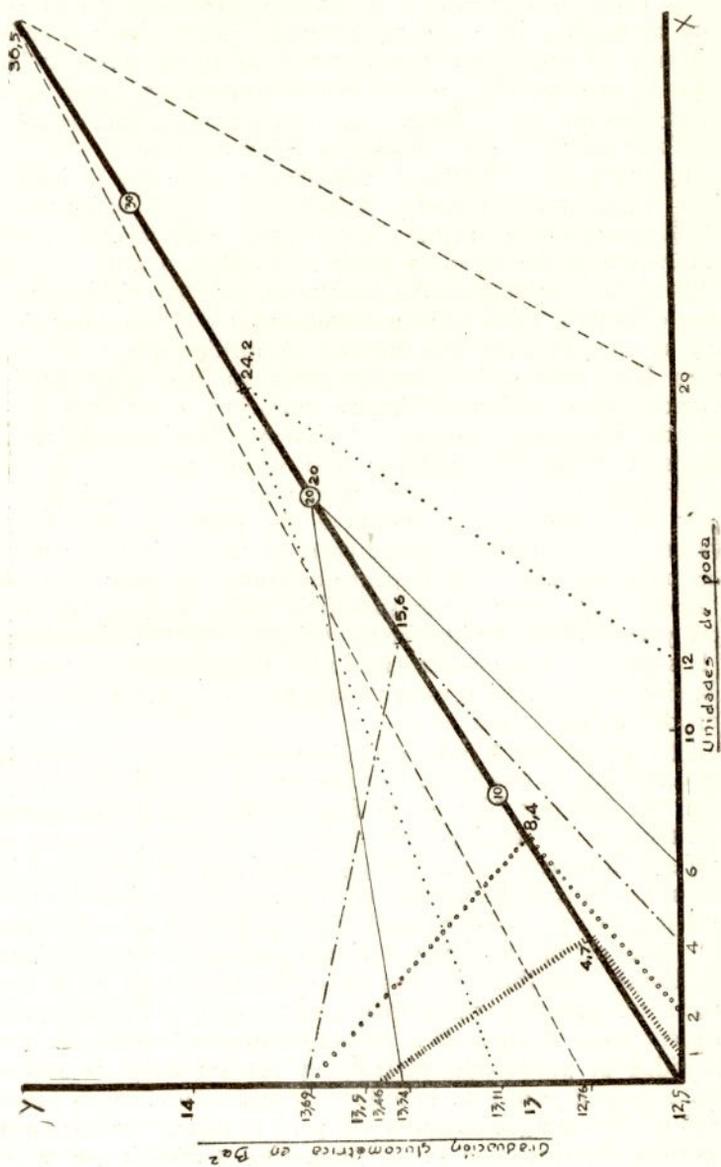
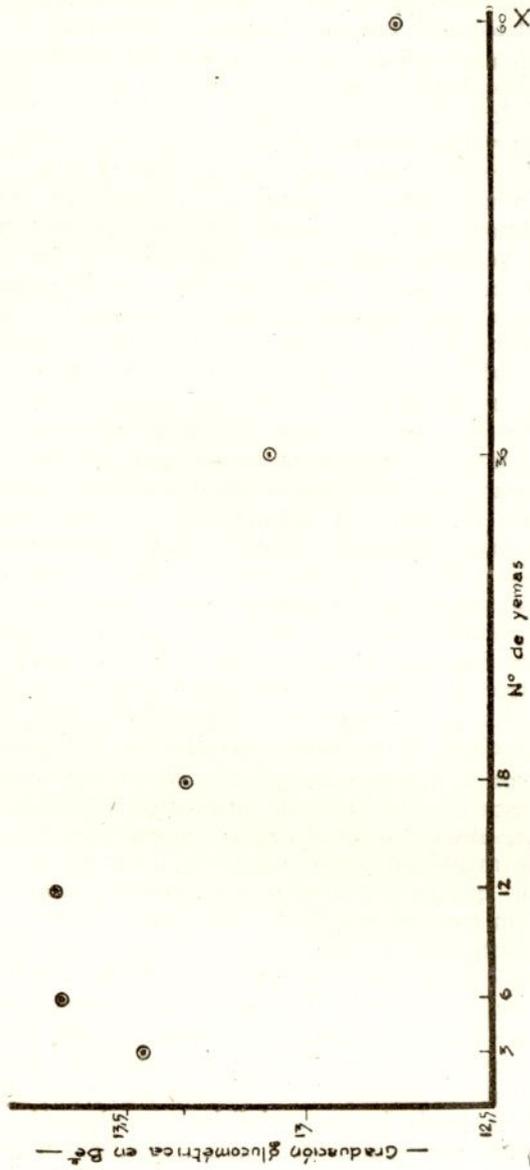


GRAFICO N° 9

Nº de yemas y graduación glucométrica en Beº.



crementa el número de yemas dejadas en la poda.

Creemos que en el logro de este punto de equilibrio de las variables consideradas, deberá fundarse la ejecución racional de la poda vitícola, ya que su observancia permitirá la consecución armónica de un buen rendimiento con la máxima calidad de frutos, requisitos imprescindibles para arribar a una tipificación regional vitivinícola. Los gráficos de referencia también nos indican cuántas yemas deberán dejarse en la poda para alcanzar un máximo de rendimiento, con una cantidad de azúcar aceptable a los fines industriales, a igualdad de otras condiciones culturales.

El aumento de rendimientos de frutos en proporción con el número de yemas se registra por lo menos hasta un total de cien yemas, conforme a las determinaciones y cálculos teóricos realizados, lo que se encuentra de acuerdo con los resultados obtenidos en plantas sin podar, cuya fructificación abundante se mantendría por algunos años (RAVAZ, DALMASSO), en relación con las podadas regularmente.

Si por otra parte consideramos que, lo mismo que la producción de uva, el vigor de la planta sigue el ritmo del número total de yemas que ella dispone, dentro de ciertos límites, podemos deducir sin entrar en detalles sobre los efectos de la poda larga o corta, rica o pobre, temas tratados en forma exhaustiva en la amplia bibliografía existente al respecto, que lo ideal en la poda de la vid sería, sin considerar la factibilidad económica, efectuarla siempre en forma muy leve, reduciendo luego el exceso de frutos con un raleo de ramilletes florales, para no comprometer el vigor de la planta, confirmando así las experiencias efectuadas en California por WINKLER y BIOLETTI; pues si bien las cepas podadas a tres yemas manifiestan una superficie foliar media mayor, con hojas más grandes y consecuentemente brotes más vigorosos y mayor peso de sarmientos removido por la poda como puede observarse en el cuadro inserto precedentemente, esta relación de magnitud no se mantiene al considerar la superficie foliar total, que en las plantas con sesenta yemas hay una evidente supremacía, pues si bien estas tienen hojas más pequeñas, son más numerosas que las anteriores y su número influye en el área total. Otro tanto acontece al considerar la fructificación aisladamente, cuando ésta disminuye, los racimos y sus bayas son más voluminosos y azucarados y recíprocamente.

El vegetal tiende, pues, hacia un equilibrio fisiológico y de la relación que exista entre los factores analizados dependerá, en última instancia, la buena o deficiente maduración de las uvas y sarmientos, por cuanto la graduación glucométrica tiene conexión con la producción de frutos y la superficie foliar total.

Por último aclararemos en lo referente a las ecuaciones su-

geridas para el análisis de las relaciones entre número de yemas y superficie foliar, que los valores obtenidos se consideran inherentes al medio vitícola en que se trabajó, y solamente por medio de futuras determinaciones podrá establecerse si las *constantes* calculadas pueden ser aplicadas a otras zonas y viñedos.

RESUMEN

En el presente trabajo se confirman conclusiones anteriores respecto a la correlación existente entre la superficie total media de las hojas sextas de brotes fructíferos primarios y el rendimiento, en peso, de uvas. Las conclusiones se hacen extensivas a las hojas quintas, con ubicación similar a las anteriores. En esta correlación no influye la riqueza de poda, manteniéndose inalterable al variar aquélla en intensidad.

Se realiza un estudio detenido de las relaciones entre intensidad de poda, producción de frutos, graduación glucométrica de éstos y superficie foliar, concluyendo que a medida que se incrementa el número de yemas dejadas sobre la planta en la poda, aumenta correlativamente el rendimiento de frutos y su concentración azucarina, pero esto último hasta un cierto límite, traducido gráficamente en el punto máximo de una curva, que sería el punto de equilibrio entre vigor de la planta, producción y calidad de ésta. Luego disminuye progresivamente la riqueza de azúcar de las uvas mientras aumenta el rendimiento de frutos. La superficie foliar total de las hojas sextas consideradas sigue el ritmo de la producción de uva.

Se sugiere considerar como base de la poda vitícola que tienda al logro de un producto de calidad, el punto de equilibrio establecido, por lo que será importante determinar para cada variedad vitícola el número de yemas dejadas en la poda con la que se concretará el máximo de rendimiento y concentración de azúcar, lo que se considera puede transformarse en el fundamento de la futura tipificación vitivinícola regional.