

ESTUDIO COMPARATIVO
DEL MÉTODO REFRACTOMÉTRICO
APLICADO AL
ANÁLISIS GLUCOMÉTRICO
DE JUGO DE UVA

POR

GUALBERTO BERGERET, HUMBERTO TOMEIO IBARRA,
PASCUAL CAMPIGLIA y PEDRO W. BERGERET

FACULTAD DE AGRONOMÍA DE MONTEVIDEO, URUGUAY

ESTUDIO COMPARATIVO DEL MÉTODO REFRACTOMÉTRICO APLICADO AL ANÁLISIS GLUCOMÉTRICO DE JUGO DE UVA

por

*Ing. Agr. GUALBERTO BERGERET*¹

*Ing. Agr. HUMBERTO TOMEIO IBARRA*²

*Ing. Agr. PASCUAL CAMPIGLIA*³

*Ing. Agr. PEDRO W. BERGERET*⁴

El problema de la determinación del grado de madurez de las uvas, ha ocupado desde hace tiempo la atención de numerosos investigadores, ya sea con miras a la comercialización de la uva de mesa, ya para la de uva destinada a la industria enológica.

En el primer caso se busca de fijar el momento propicio en que la uva tiene buenas condiciones organolépticas y de conservación. En el caso de la materia prima para la producción de vino, interesa la adecuada relación de sus componentes y, en especial, el contenido glucométrico del cual resulta posteriormente el grado alcohólico del vino.

En nuestro país, ya R. Saccone y H. Tobler,¹ se han ocupado del problema.

Por su parte, investigadores extranjeros, también han analizado diversos aspectos del problema, preconizando varios métodos ya químicos o ya densimétricos.

Así H. E. Jacob y J. R. Herman,² han propuesto el uso del densímetro Balling, indicando que el mismo permite determinar con bastante precisión el contenido de azúcar en el mosto, pues admitían que la materia sólida soluble en las uvas, está constituida principalmente por azúcar.

Esta opinión fue reforzada por Bioletti,³ quien en su trabajo llegaba a la conclusión que el grado Balling es el medio más simple y más digno de confianza para la determinación de la madurez de la uva.

1. Director del Instituto de Industrias Agrícolas.

2. Profesor de Lechería del Instituto de Industrias Agrícolas.

3. Ayudante Técnico del Instituto de Industrias Agrícolas.

4. Ayudante Técnico del Instituto de Industrias Agrícolas.

A. J. Winkler⁴ por su parte, utilizó en su trabajo tres métodos: a) Balling; b) método químico Schaffer-Harrman y c) refractómetro ABBE, llegando a la conclusión que los resultados obtenidos con los mismos están de perfecto acuerdo y pueden ser utilizados con vías a una standardización, aunque admite que el método densimétrico Balling es el más práctico sin ninguna objeción y sobre todo recomendable para el productor.

En cambio, Bustos Merlo,⁵ descarta el método densimétrico por considerarlo inexacto, sugiriendo la utilización del método polarimétrico, que permite determinar con toda facilidad y exactitud el grado de madurez de las uvas.

Por nuestra parte compartimos esta última opinión, pues los métodos densimétricos, aunque aparentemente sencillos, conducen frecuentemente a errores a veces grandes, por mala técnica operatorio.

En efecto, la buena técnica requiere:

- 1º) Filtración del jugo.
- 2º) Uso de probetas suficientemente anchas para permitir buena flotabilidad del densímetro.
- 3º) Llenado de la probeta hasta derramar para eliminar la espuma.
- 4º) Enjuagar y secar prolijamente el densímetro, si las determinaciones se realizan espaciadamente.

Además hay que considerar que los resultados obtenidos con los métodos densimétricos están afectados por algunos elementos solubles que interfieren en la lectura, por lo que la cifra obtenida no corresponde exactamente al contenido glucométrico.

Por estas razones, estimamos que el método refractométrico, por su rapidez, sencillez y exactitud, podría ser implantado entre los procedimientos prácticos en la determinación de la riqueza glucométrica de los mostos.

J. A. Passalacqua⁶ que ha aplicado el método en el análisis de sacarosa en jugo de remolacha azucarera, concluye que se puede determinar valores de sacarosa en dicho jugo corrigiendo los datos obtenidos con el refractómetro mediante la sustracción de un valor 3,3 ó para mayor exactitud de 4,19.

El mismo, en dicho trabajo ha encontrado que las diferencias observadas no están ligadas al factor suelo, pero en cambio sí, lo están con el valor variedad.

Sin embargo, no se nos escapa que el método tiene también sus problemas, pues como sabemos, la lectura nos da la cantidad de sólidos solubles totales, que si bien están muy cerca de la riqueza en azúcar de la uva, dicho valor está influenciado por algunos componentes que modifican siempre en más la cifra obtenida.

En ese sentido este trabajo tuvo por finalidad realizar una investigación exhaustiva, a los fines de poder establecer con exactitud los siguientes puntos:

- 1) Amplitud de la diferencia entre el método refractométrico y el método químico.
- 2) Correlación entre uno y otro método.
- 3) Determinación de un factor de corrección, establecido por la
relación $\frac{\text{Azúcar}}{\text{Refractómetro}}$.
- 4) Influencia varietal sobre estos tres puntos.

El trabajo se realizó sobre la base de cinco variedades de uvas de vino, ya que el interés primordial del trabajo es ver la posibilidad de aplicar en la bodega, un método más rápido y preciso en la determinación del contenido de azúcar en el mosto.

Esto concuerda con el deseo de muchos viticultores e industriales de establecer precios diferenciales basados en la riqueza glucométrica de la uva, con la finalidad de estimular la buena producción y mejorar la calidad del producto resultante, práctica que ya ha sido puesta en uso por la Administración N. de Combustibles, Alcohol y Portland y por algunos elaboradores.

Por ello se tomaron las cinco variedades más comunes, a saber: *Harriague*, *Frutilla*, *Semillón*, *Trebbiano* y *Moscatel negra*, las que fueron cosechadas del viñedo de la Sección Campos de Práctica y Experimentación (Sayago) de la Facultad de Agronomía.

Las muestras fueron sacadas en distintos períodos de madurez y asimismo tomándolas al azar de varias partes del viñedo para que las mismas fueran un promedio aproximado del estado de madurez en el momento de cosecha.

Luego las muestras eran molidas, prensadas y el jugo extraído era filtrado rápidamente para extraer las impurezas groseras.

A propósito no se hizo ni una defecación ni una filtración a fondo, para ponerse en las mismas condiciones de los análisis practicados en las plantas elaboradoras y poder determinar la diferencia que puede existir en un análisis práctico y rápido.

Las muestras así obtenidas eran analizadas, determinándose los siguientes elementos:

- 1) Densidad a 15° (Mustímetro Salleron Dujardin).
- 2) Azúcares reductores (Método Lane y Eynon).
- 3) Azúcar refractométrico.

Esta última determinación se realizó con dos tipos de refractómetro:

A) Refractómetro de mano Tokyo (origen japonés), adquirido en los Estados Unidos de N. América y cuyas características son similares al Seitz, de origen alemán, como puede verse en la figura 1.

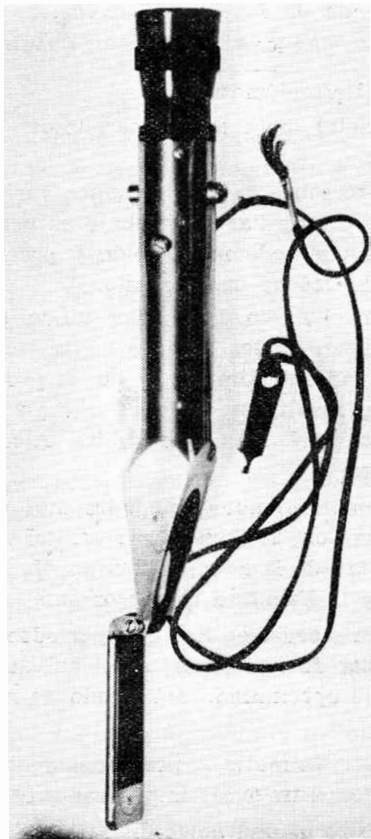


FIG. 1.

B) Refractómetro de mano DB (origen italiano) adquirido en plaza y cuyas características se aprecian en la figura 2.

En ambos casos el método operatorio es el mismo. Se toma la muestra y se extrae jugo cuidando de que el mismo salga lo más limpio posible pero sin exigir una filtración muy prolija. En el caso de

la uva hasta estrujar un grano haciendo caer una gota sobre el cristal previamente abierto. Luego se cierra y se observa a la luz natural o artificial, ajustando el anteojo al foco del operador hasta ver la zona oscura perfectamente nítida. Entonces se realiza la lectura sobre esa línea y se toma la temperatura de la observación para corregirla a 20° C. con las tablas que a ese efecto trae el aparato.

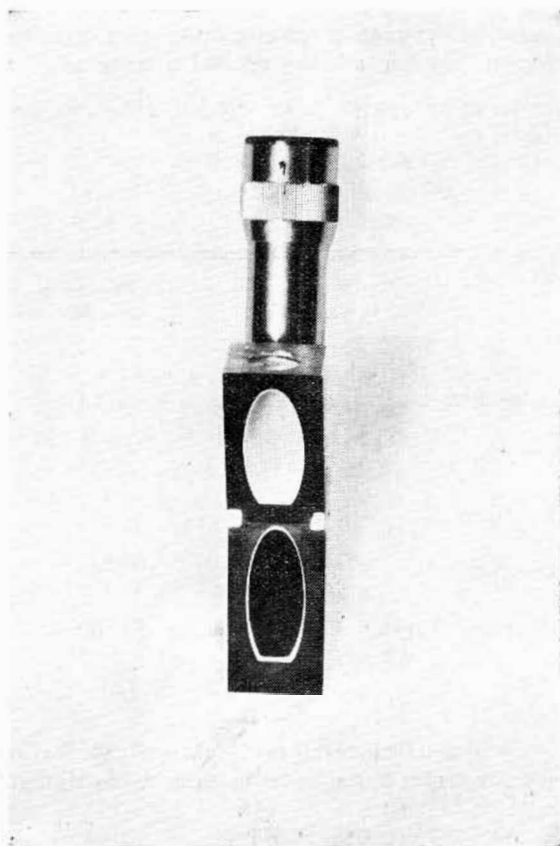


FIG. 2.

En los casos en que el producto tenga muchas sustancias en suspensión, es suficiente tomar una pequeña cantidad, colocarla en una gasa fina y exprimirla sobre el cristal del refractómetro.

De los resultados obtenidos en este primer trabajo, hemos comparado solamente los siguientes valores:

- 1) azúcar químico (a),
- 2) azúcar refractométrico (r),

los que a su vez fueron analizados en dos series:

- A) serie general,
- B) serie por variedad.

En la primera se agruparon todas las observaciones realizadas con las cinco variedades, las que totalizaron 284 muestras.

En la segunda, se agruparon por variedad, obteniéndose las siguientes observaciones:

Variedad	Número de observaciones
Harriague	61
Frutilla	52
Semillón	61
Trebbiano	60
Moscatel Negra	50

Tanto en la serie general, como en la varietal, se realizó un estudio estadístico de los datos obtenidos, determinándose los siguientes valores:

- 1) DT_r , DT_a , $DT_{a/r}$.
- 2) EM_r , EM_a , $EM_{a/r}$.
- 3) EM de la diferencia (a y r).
- 4) Correlación azúcar-refractómetro.
- 5) Estudio de la regresión.

A continuación, damos los datos obtenidos en las distintas series.

VARIEDAD: HARRIAGUE

Refract.	Azúcar %	Azúcar refract.	Dif. media refract.	Dif. media azúcar	Dif. media azúc./refract.
18.20	17.898	0.983	-2.01	-0.257	+0.085
18.20	16.242	0.892	-2.01	-1.913	-0.006
19.20	17.832	0.929	-1.01	-0.323	+0.031
21.00	18.889	0.899	+0.79	+0.734	+0.001
21.00	18.750	0.893	+0.79	+0.595	-0.005
21.60	19.767	0.915	+1.39	+1.612	+0.017
19.40	17.114	0.882	-0.81	-1.041	-0.016
22.80	20.079	0.881	+2.59	+1.924	-0.017
20.80	19.031	0.915	+0.59	+0.876	+0.017
22.00	19.922	0.905	+1.79	+1.767	+0.007
21.00	19.173	0.913	+0.79	+1.018	+0.015
15.20	13.636	0.897	-5.01	-4.519	-0.001
19.20	17.958	0.935	-1.01	-0.197	+0.037
17.00	15.361	0.903	-3.21	-2.794	+0.005
17.20	15.937	0.926	-3.01	-2.218	+0.028
17.80	16.558	0.930	-2.41	-1.597	+0.032
20.60	19.031	0.924	+0.39	+0.876	+0.026
17.20	15.361	0.893	-3.01	-2.794	-0.005
17.20	15.179	0.882	-3.01	-2.976	-0.016
19.20	17.230	0.897	-1.01	-0.925	-0.001
16.20	14.407	0.889	-4.01	-3.748	-0.009
19.82	17.832	0.900	-0.39	-0.323	+0.002
20.22	18.613	0.920	+0.01	+0.458	+0.022
20.82	18.889	0.907	+0.61	+0.734	+0.009
19.62	17.708	0.902	-0.59	-0.447	+0.004
20.82	18.750	0.900	+0.61	+0.595	+0.002
20.62	18.478	0.896	+0.41	+0.323	-0.002
20.62	18.613	0.903	+0.41	+0.458	+0.005
20.22	18.478	0.914	+0.01	+0.323	+0.016
20.22	18.613	0.920	+0.01	+0.458	+0.022
22.42	21.428	0.956	+2.21	+3.273	+0.058
21.74	19.380	0.891	+1.53	+1.225	-0.007
21.74	19.238	0.885	+1.53	+1.083	-0.013
19.94	17.178	0.861	-0.27	-0.977	-0.037
20.42	18.150	0.889	+0.21	-0.005	-0.009
21.82	19.238	0.882	+1.61	+1.083	-0.016
20.22	17.410	0.861	+0.01	-0.745	-0.037
21.62	19.096	0.883	+1.41	+0.941	-0.015

Refract.	Azúcar %	Azúcar refract.	Dif. media refract.	Dif. media azúcar	Dif. media azúc./refract.
20.22	17.654	0.873	+ 0.01	- 0.501	- 0.025
21.42	18.670	0.872	+ 1.21	+ 0.515	- 0.026
19.62	17.062	0.870	- 0.59	- 1.093	- 0.028
21.10	18.812	0.891	+ 0.89	+ 0.657	- 0.007
20.90	18.410	0.881	+ 0.69	+ 0.255	- 0.017
20.50	18.280	0.892	+ 0.29	+ 0.125	- 0.006
20.10	17.776	0.884	- 0.11	- 0.379	- 0.014
20.70	18.812	0.909	+ 0.49	+ 0.657	+ 0.011
21.50	19.692	0.916	+ 1.29	+ 1.537	+ 0.018
21.70	20.160	0.929	+ 1.49	+ 2.005	+ 0.031
21.10	19.096	0.905	+ 0.89	+ 0.941	+ 0.007
21.70	19.380	0.893	+ 1.49	+ 1.225	- 0.005
21.50	18.812	0.875	+ 1.29	+ 0.657	- 0.023
21.98	19.692	0.896	+ 1.77	+ 1.537	- 0.002
21.78	19.380	0.890	+ 1.57	+ 1.225	- 0.008
17.78	14.978	0.842	- 2.43	- 3.177	- 0.056
21.38	19.380	0.906	+ 1.17	+ 1.225	+ 0.008
20.98	19.096	0.910	+ 0.77	+ 0.941	+ 0.012
20.18	17.410	0.863	- 0.03	- 0.745	- 0.035
19.98	17.898	0.896	- 0.23	- 0.257	- 0.002
20.38	18.020	0.884	+ 0.17	- 0.135	- 0.014
19.78	17.294	0.874	- 0.43	- 0.861	- 0.024
21.58	19.238	0.891	+ 1.37	+ 1.083	- 0.007
M=20.21	M=18.155	M=0.898			

n = 61

$DT_r = 1.5884.$

$DT_a = 1.4876.$

$DT_{a/r} = 0.022993.$

$EM_r = 0.2034.$

$EM_a = 0.1905.$

$EM_{a/r} = 0.002943.$

$EM_{di.} = 0.2787.$

$r = 0.9522.$

$t = 7.37.$

$\gamma = 1.71 + 1.019x.$

VARIEDAD: FRUTILLA

Refract.	Azúcar %	Azúcar refract.	Dif. media refract.	Dif. media azúcar	Dif. media azúc./refract.
17.60	16.452	0.935	- 2.07	- 1.103	+ 0.043
18.00	16.558	0.920	- 1.67	- 0.997	+ 0.028
17.82	15.937	0.894	- 1.85	- 1.618	+ 0.002
19.82	16.830	0.849	+ 0.15	- 0.725	- 0.043
19.42	17.410	0.896	- 0.25	- 0.145	+ 0.004
19.22	16.946	0.882	- 0.45	- 0.609	- 0.010
19.22	16.724	0.870	- 0.45	- 0.831	- 0.022
19.02	16.830	0.885	- 0.65	- 0.725	- 0.007
19.22	17.178	0.894	- 0.45	- 0.377	+ 0.002
18.62	16.210	0.870	- 1.05	- 1.345	- 0.022
16.42	14.470	0.881	- 3.25	- 3.085	- 0.011
18.82	16.830	0.894	- 0.85	- 0.725	+ 0.002
18.70	15.810	0.845	- 0.97	- 1.745	- 0.047
19.50	17.532	0.899	- 0.17	- 0.023	+ 0.007
19.30	17.410	0.902	- 0.37	- 0.145	+ 0.010
19.10	17.294	0.905	- 0.57	- 0.261	+ 0.013
19.30	16.946	0.878	- 0.37	- 0.609	- 0.014
18.50	16.010	0.865	- 1.17	- 1.545	- 0.027
19.90	17.410	0.875	+ 0.23	- 0.145	- 0.017
19.30	17.062	0.884	- 0.37	- 0.493	- 0.008
20.70	18.670	0.902	+ 1.03	+ 1.115	+ 0.010
18.30	16.010	0.875	- 1.37	- 1.545	- 0.017
20.78	18.670	0.898	+ 1.11	+ 1.115	+ 0.006
20.78	19.096	0.919	+ 1.11	+ 1.541	+ 0.027
20.78	19.238	0.926	+ 1.11	+ 1.683	+ 0.034
20.78	18.670	0.898	+ 1.11	+ 1.115	+ 0.006
20.78	18.670	0.898	+ 1.11	+ 1.115	+ 0.006
20.78	18.670	0.898	+ 1.11	+ 1.115	+ 0.006
20.78	18.670	0.898	+ 1.11	+ 1.115	+ 0.006
20.78	18.670	0.898	+ 1.11	+ 1.115	+ 0.006
20.98	19.096	0.910	+ 1.31	+ 1.541	+ 0.018
20.78	18.540	0.892	+ 1.11	+ 0.985	0.000
20.78	18.540	0.892	+ 1.11	+ 0.985	0.000
20.06	18.020	0.898	+ 0.39	+ 0.465	+ 0.006

Refract.	Azúcar %	<u>Azúcar</u> refract.	Dif. media refract.	Dif. media azúcar	Dif. media azúc./refract.
20.26	18.280	0.902	+ 0.59	+ 0.725	+ 0.010
20.06	17.898	0.892	+ 0.39	+ 0.343	0.000
20.06	18.150	0.905	+ 0.39	+ 0.595	+ 0.013
20.06	17.654	0.880	+ 0.39	+ 0.099	- 0.012
20.26	18.280	0.902	+ 0.59	+ 0.725	+ 0.010
19.86	17.654	0.889	+ 0.19	+ 0.099	0.003
20.06	17.776	0.886	+ 0.39	+ 0.221	- 0.006
20.26	18.280	0.902	+ 0.59	+ 0.725	+ 0.010
20.06	17.898	0.892	+ 0.39	+ 0.343	0.000
20.13	18.280	0.908	+ 0.46	+ 0.725	+ 0.016
19.80	17.410	0.879	+ 0.13	- 0.145	- 0.013
19.33	16.946	0.877	- 0.34	- 0.609	- 0.015
19.60	17.294	0.882	- 0.07	- 0.261	- 0.010
19.60	17.294	0.882	- 0.07	- 0.261	- 0.010
19.60	17.410	0.888	- 0.07	- 0.145	- 0.004
19.87	17.532	0.882	+ 0.20	- 0.023	- 0.010
20.07	17.776	0.886	+ 0.40	+ 0.221	- 0.006
20.20	18.020	0.892	+ 0.53	+ 0.465	0.000
20.07	18.670	0.930	+ 0.40	+ 1.115	+ 0.038

M=19.67 M=17.555 M=0.892

$$DT_r = 0.9391.$$

$$DT_a = 0.9758.$$

$$DT_{a/r} = 0.01725.$$

$$EM_r = 0.1302.$$

$$EM_a = 0.1353.$$

$$EM_{a/r} = 0.002392.$$

$$EM \text{ dif.} = 0.1878.$$

$$r = 0.9439.$$

$$t = 11.3.$$

$$\gamma = 3.73 + 0.9083x.$$

VARIEDAD: MOSCATEL NEGRA

Refract.	Azúcar %	Azúcar refract.	Dif. media refract.	Dif. media azúcar	Dif. media azúc./refract.
15.30	14.011	0.916	— 2.90	— 2.737	— 0.003
17.10	15.178	0.888	— 1.10	— 1.570	— 0.031
18.10	16.667	0.921	— 0.10	— 0.081	+ 0.002
17.10	15.000	0.877	— 1.10	— 1.748	— 0.042
16.90	15.454	0.914	— 1.30	— 1.294	— 0.007
18.30	17.000	0.929	+ 0.10	+ 0.252	+ 0.010
16.50	14.912	0.904	— 1.70	— 1.836	— 0.015
16.10	14.088	0.875	— 2.10	— 2.660	— 0.044
16.90	15.269	0.903	— 1.30	— 1.479	— 0.016
15.70	14.049	0.895	— 2.50	— 2.699	— 0.024
17.90	16.776	0.937	— 0.30	+ 0.028	+ 0.018
17.30	15.838	0.915	— 0.90	— 0.910	— 0.004
16.90	15.644	0.926	— 1.30	— 1.104	+ 0.007
17.90	16.139	0.902	— 0.30	— 0.609	— 0.017
16.80	14.571	0.867	— 1.40	— 2.177	— 0.052
17.70	16.346	0.923	— 0.50	— 0.402	+ 0.004
16.90	15.454	0.914	— 1.30	— 1.294	— 0.005
16.80	14.655	0.872	— 1.40	— 2.093	— 0.047
17.00	15.278	0.899	— 1.20	— 1.470	— 0.020
18.30	16.346	0.893	+ 0.10	— 0.402	— 0.026
19.40	18.085	0.932	+ 1.20	+ 1.337	+ 0.013
19.10	17.958	0.940	+ 0.90	+ 1.210	+ 0.021
16.60	15.454	0.931	— 1.60	— 1.294	+ 0.012
17.80	16.887	0.949	— 0.40	+ 0.139	+ 0.030
18.00	16.558	0.920	— 0.20	— 0.190	+ 0.001
18.00	16.887	0.938	— 0.20	+ 0.139	+ 0.019
16.60	15.549	0.937	— 1.60	— 1.199	+ 0.018
18.20	17.347	0.953	0.00	+ 0.599	+ 0.034
16.60	15.000	0.904	— 1.60	— 1.748	— 0.015
17.60	16.346	0.929	— 0.60	— 0.402	+ 0.010
20.02	19.031	0.950	+ 1.82	+ 2.283	+ 0.031
19.60	18.613	0.950	+ 1.40	+ 1.865	+ 0.031
19.20	17.586	0.916	+ 1.00	+ 0.838	— 0.003
19.40	18.085	0.932	+ 1.20	+ 1.337	+ 0.013

Refract.	Azúcar %	Azúcar refract.	Dif. media refract.	Dif. media azúcar	Dif. media azúc./refract.
18.40	17.347	0.943	+ 0.20	+ 0.599	+ 0.024
20.20	18.750	0.928	+ 2.00	+ 2.002	+ 0.009
18.60	17.586	0.945	+ 0.40	+ 0.838	+ 0.026
19.20	18.345	0.955	+ 1.00	+ 1.597	+ 0.036
18.40	17.466	0.949	+ 0.20	+ 0.718	+ 0.030
19.80	18.750	0.947	+ 1.60	+ 2.002	+ 0.028
20.14	18.345	0.911	+ 1.94	+ 1.597	— 0.008
19.74	17.466	0.885	+ 1.54	+ 0.718	— 0.034
19.62	17.832	0.909	+ 1.42	+ 1.084	— 0.010
18.62	16.776	0.901	+ 0.42	+ 0.028	— 0.018
19.62	18.214	0.928	+ 1.42	+ 1.466	+ 0.009
19.82	17.832	0.900	+ 1.62	+ 1.084	— 0.019
19.82	18.085	0.912	+ 1.62	+ 1.337	— 0.007
20.22	18.889	0.934	+ 2.02	+ 2.141	+ 0.015
20.42	19.173	0.939	+ 2.22	+ 2.425	+ 0.020
19.82	18.478	0.932	+ 1.62	+ 1.730	+ 0.013
M=18.20	M=16.748	M=0.919			

$$DT_r = 1.3582$$

$$DT_a = 1.4596.$$

$$DT_{a/r} = 0.022694.$$

$$EM_r = 0.1921.$$

$$EM_a = 0.2064.$$

$$EM_{a/r} = 0.003209.$$

$$EM \text{ dif.} = 0.2819.$$

$$r = 0.956.$$

$$t = 5.15.$$

$$\gamma = 3.31 + 0.889x.$$

VARIEDAD: TREBBIANO

Refract.	Azúcar %	Azúcar refract.	Dif. media refract.	Dif. media azúcar	Dif. media azúc./refract.
16.00	14.246	0.890	— 1.64	— 1.435	+ 0.002
17.40	16.242	0.933	— 0.24	+ 0.561	+ 0.045
17.60	16.346	0.929	— 0.04	+ 0.665	+ 0.041
16.40	15.000	0.915	— 1.24	— 0.681	+ 0.027
17.00	15.179	0.893	— 0.64	— 0.502	+ 0.005
16.80	15.000	0.893	— 0.84	— 0.681	+ 0.005
14.00	12.260	0.876	— 3.64	— 3.421	— 0.012
16.80	14.826	0.882	— 0.84	— 0.855	— 0.006
15.20	13.144	0.865	— 2.44	— 2.537	— 0.023
17.20	15.269	0.888	— 0.44	— 0.412	0.000
17.20	15.644	0.909	— 0.44	— 0.037	+ 0.021
17.00	15.361	0.903	— 0.64	— 0.320	+ 0.015
18.20	16.776	0.922	+ 0.56	+ 1.095	+ 0.034
17.00	15.179	0.893	— 0.64	— 0.502	+ 0.005
16.40	15.090	0.920	— 1.24	— 0.591	+ 0.032
16.60	15.454	0.931	— 1.04	— 0.227	+ 0.043
17.80	16.776	0.942	+ 0.16	+ 1.095	+ 0.054
17.60	16.242	0.923	— 0.04	+ 0.561	+ 0.035
16.20	15.000	0.926	— 1.44	— 0.681	+ 0.038
17.60	15.839	0.900	— 0.04	+ 0.158	+ 0.012
18.42	16.667	0.905	+ 0.78	+ 0.986	+ 0.017
16.42	14.655	0.892	— 1.22	— 1.026	+ 0.004
19.22	17.708	0.921	+ 1.58	+ 2.027	+ 0.033
18.62	17.114	0.919	+ 0.98	+ 1.433	+ 0.031
19.62	18.085	0.922	+ 1.98	+ 2.404	+ 0.034
18.82	17.586	0.934	+ 1.18	+ 1.905	+ 0.046
18.82	17.230	0.915	+ 1.18	+ 1.549	+ 0.027
18.22	16.776	0.921	+ 0.58	+ 1.095	+ 0.033
16.02	14.088	0.879	— 1.62	— 1.593	— 0.009
19.82	18.478	0.932	+ 2.18	+ 2.797	+ 0.044
16.02	13.218	0.825	— 1.62	— 2.463	— 0.063
16.02	12.956	0.809	— 1.62	— 2.725	— 0.079
17.22	14.638	0.850	— 0.42	— 1.043	— 0.038
16.62	13.922	0.838	— 1.02	— 1.759	— 0.050
17.02	14.230	0.836	— 0.62	— 1.451	— 0.052
17.82	15.154	0.850	+ 0.18	— 0.527	— 0.038
17.62	15.154	0.860	— 0.02	— 0.525	— 0.028
15.62	13.560	0.868	— 2.02	— 2.121	— 0.020

Refract.	Azúcar %	Azúcar refract.	Dif. media refract.	Dif. media azúcar	Dif. media azúc./refract.
18.42	15.714	0.853	+ 0.78	+ 0.033	— 0.035
16.62	13.700	0.824	— 1.02	— 1.981	— 0.064
20.40	18.954	0.929	+ 2.76	+ 3.273	+ 0.041
18.30	16.110	0.880	+ 0.66	+ 0.429	— 0.008
18.90	16.518	0.874	+ 1.26	+ 0.837	— 0.014
17.90	15.910	0.889	+ 0.26	+ 0.229	+ 0.001
19.50	17.410	0.893	+ 1.86	+ 1.729	+ 0.005
16.30	13.996	0.859	— 1.34	— 1.685	— 0.029
20.50	18.670	0.911	+ 2.86	+ 2.989	+ 0.023
17.70	15.330	0.866	+ 0.06	— 0.351	— 0.022
20.90	18.954	0.907	+ 3.26	+ 3.273	+ 0.019
17.70	15.522	0.877	+ 0.06	— 0.159	— 0.011
18.38	16.110	0.876	+ 0.74	+ 0.429	— 0.012
19.58	17.062	0.871	+ 1.94	+ 1.381	— 0.017
17.57	15.066	0.857	— 0.07	— 0.615	— 0.031
19.38	16.724	0.863	+ 1.74	+ 1.043	— 0.025
16.77	14.890	0.888	— 0.87	— 0.791	0.000
17.97	15.618	0.869	+ 0.33	— 0.063	— 0.019
16.77	14.470	0.863	— 0.87	— 1.211	— 0.025
18.78	16.310	0.868	+ 1.14	+ 0.629	— 0.020
17.77	15.810	0.890	+ 0.13	+ 0.129	+ 0.002
18.38	15.910	0.866	+ 0.74	+ 0.229	— 0.022
M=17.64	M=15.681	M=0.888			

$$n = 60$$

$$DT_r = 1.3463.$$

$$DT_n = 1.4759.$$

$$DT_{n/r} = 0.031121.$$

$$EM_r = 0.1738.$$

$$EM_n = 0.1905.$$

$$EM_{n/r} = 0.004018.$$

$$EM \text{ dif.} = 0.2579.$$

$$r = 0.9382.$$

$$t = 7.59.$$

$$\gamma = 4.22 + 0.8558x.$$

VARIEDAD: SEMILLÓN

Refract.	Azúcar %	Azúcar refract.	Dif. media refract.	Dif. media azúcar	Dif. media azúc./refract.
16.80	16.622	0.989	— 2.21	— 0.618	+ 0.083
18.00	16.038	0.891	— 1.01	— 1.202	— 0.015
17.20	15.839	0.921	— 1.81	— 1.401	+ 0.015
19.40	17.708	0.913	+ 0.39	+ 0.468	+ 0.007
19.40	17.466	0.900	+ 0.39	+ 0.226	— 0.006
17.20	15.454	0.898	— 1.81	— 1.786	— 0.008
17.60	16.038	0.911	— 1.41	— 1.202	+ 0.005
18.40	17.000	0.924	— 0.61	— 0.240	+ 0.018
18.40	16.346	0.888	— 0.61	— 0.894	— 0.018
18.20	16.558	0.910	— 0.81	— 0.682	+ 0.004
18.60	17.347	0.933	— 0.41	+ 0.107	+ 0.027
20.00	18.750	0.937	+ 0.99	+ 1.510	+ 0.031
17.80	16.452	0.924	— 1.21	— 0.788	+ 0.018
17.80	16.452	0.924	— 1.21	— 0.788	+ 0.018
18.20	16.667	0.916	— 0.81	— 0.573	+ 0.010
18.40	17.586	0.956	— 0.61	+ 0.346	+ 0.050
18.20	16.887	0.928	— 0.81	— 0.353	+ 0.022
17.20	16.139	0.938	— 1.81	— 1.101	+ 0.032
18.40	17.347	0.943	— 0.61	+ 0.107	+ 0.037
19.20	17.708	0.922	+ 0.19	+ 0.468	+ 0.016
19.60	18.214	0.929	+ 0.59	+ 0.974	+ 0.023
18.22	16.139	0.886	— 0.79	— 1.101	— 0.020
17.82	15.741	0.883	— 1.19	— 1.499	— 0.023
18.02	15.644	0.868	— 0.99	— 1.596	0.038
18.22	16.242	0.891	0.79	0.998	— 0.015
17.42	15.000	0.861	— 1.59	2.240	— 0.045
17.62	15.741	0.893	— 1.39	1.499	— 0.013
17.42	14.912	0.856	— 1.59	— 2.328	— 0.050
17.82	15.644	0.878	— 1.19	— 1.596	— 0.028
16.42	14.167	0.863	— 2.59	— 3.073	— 0.043
16.62	14.825	0.892	— 2.39	— 2.415	— 0.014
18.22	16.010	0.879	— 0.79	1.230	— 0.027
18.22	16.110	0.884	— 0.79	— 1.130	— 0.022
18.82	16.622	0.883	— 0.19	— 0.618	— 0.023
18.82	16.724	0.889	— 0.19	— 0.516	— 0.017
19.82	17.898	0.903	+ 0.81	+ 0.658	— 0.003
18.62	16.518	0.887	— 0.39	— 0.722	— 0.019
19.42	17.410	0.896	+ 0.41	+ 0.170	— 0.010

Refract.	Azúcar %	<u>Azúcar</u> refract.	Dif. media refract.	Dif. media azúcar	Dif. media azúc./refract.
19.62	17.776	0.906	+ 0.61	+ 0.536	0.000
20.22	17.898	0.885	+ 1.21	+ 0.658	- 0.021
19.82	17.410	0.878	+ 0.81	+ 0.170	- 0.028
22.50	20.488	0.910	+ 3.49	+ 3.248	+ 0.004
21.30	19.848	0.932	+ 2.29	+ 2.608	+ 0.026
18.90	17.410	0.921	- 0.11	+ 0.170	+ 0.015
20.10	18.670	0.929	+ 1.09	+ 1.430	+ 0.023
19.90	18.020	0.905	+ 0.89	+ 0.780	- 0.001
20.50	18.812	0.918	+ 1.49	+ 1.572	+ 0.012
20.30	18.280	0.900	+ 1.29	+ 1.040	- 0.006
21.30	20.004	0.939	+ 2.29	+ 2.764	+ 0.033
19.70	15.330	0.778	+ 0.69	- 1.910	- 0.128
21.30	19.536	0.917	+ 2.29	+ 2.296	+ 0.011
19.18	17.532	0.914	+ 0.17	+ 0.292	+ 0.008
21.38	19.536	0.914	+ 2.37	+ 2.296	+ 0.008
21.38	19.380	0.906	+ 2.37	+ 2.140	0.000
19.78	18.280	0.924	+ 0.77	+ 1.040	+ 0.018
19.98	18.670	0.934	+ 0.97	+ 1.430	+ 0.028
19.78	18.150	0.917	+ 0.77	+ 0.910	+ 0.011
21.38	20.004	0.936	+ 2.37	+ 2.764	+ 0.030
19.78	18.280	0.924	+ 0.77	+ 1.040	+ 0.018
18.78	17.294	0.921	- 0.23	+ 0.054	+ 0.015
21.18	19.096	0.902	+ 2.17	+ 1.856	- 0.004
M=19.01	M=17.240	M=0.906			

n = 61

$DT_r = 1.3660.$

$DT_a = 1.4337.$

$DT_{a/r} = 0.029384.$

$EM_r = 0.1749.$

$EM_a = 0.1836.$

$EM_{a/r} = 0.003762.$

$EM \text{ dif.} = 0.2536.$

$r = 0.9256.$

$t = 6.98.$

$\gamma = 3.81 + 0.8818x.$

El total de las observaciones de las distintas variedades se analizaron estadísticamente en una serie general, obteniéndose los siguientes resultados:

M refractómetro = 18.97.

M azúcar = 17.095.

M azúcar/refract. = 0.901.

$DT_r = 1.635$.

$DT_a = 1.6245$.

$DT_{a/r} = 0.028089$.

$EM_r = 0.09754$.

$EM_a = 0.09691$.

$EM_{a/r} = 0.001676$.

EM dif. = 0.13749.

$r = 0.948$.

$t = 13.6$.

$\gamma = 2.661 + 0.954x$.

De las cifras expuestas en la serie general, surge:

1º) Que en todos los casos el análisis refractométrico acusa una cifra algo mayor que la obtenida por el análisis químico. Esta diferencia ha fluctuado entre límites de 4.370 (máximo) y 0.178 (mínimo), con un promedio general de 1.875.

2º) El valor "t" 13.6 mayor que 2.33, acusa más de 99 % de seguridad, resultando, por tanto, que tiene un alto significado estadístico.

3º) El coeficiente de correlación hallado (0.948) es muy significativo, pues acusa una seguridad mayor del 99 %.

4º) La relación azúcar/refractómetro, acusa variaciones entre 0,989 (Semillón) máximo y 0,778 (Semillón) mínimo, con un promedio general de 0,901.

5º) El Error Medio de esta relación fue de 0,001676.

Este mismo análisis practicado en la serie varietal, nos evidencia las siguientes conclusiones:

1º) Las diferencias analíticas por variedad han oscilado entre los siguientes valores:

V a r i e d a d	Diferencia máxima	Diferencia mínima	Diferencia promedio
Harriague	2,810	0,302	2,055
Frutilla	2,990	1,148	2,115
Semillón	4,370	0,178	1,770
Trebbiano	3,064	1,024	1,959
Moscatel negra	2,274	0,853	1,452

2º) Que el valor "t" acusa las siguientes cifras:

V a r i e d a d	Valor t	% de seguridad
Harriague	7,37	Más de 99.
Frutilla	11,30	" " "
Semillón	6,98	" " "
Moscatel negra	5,15	" " "
Trebbiano	7,59	" " "

Se desprende, pues, que en todos los casos los valores "t", son mayores que los tabulados, lo que representa un valor significativo estadístico muy alto.

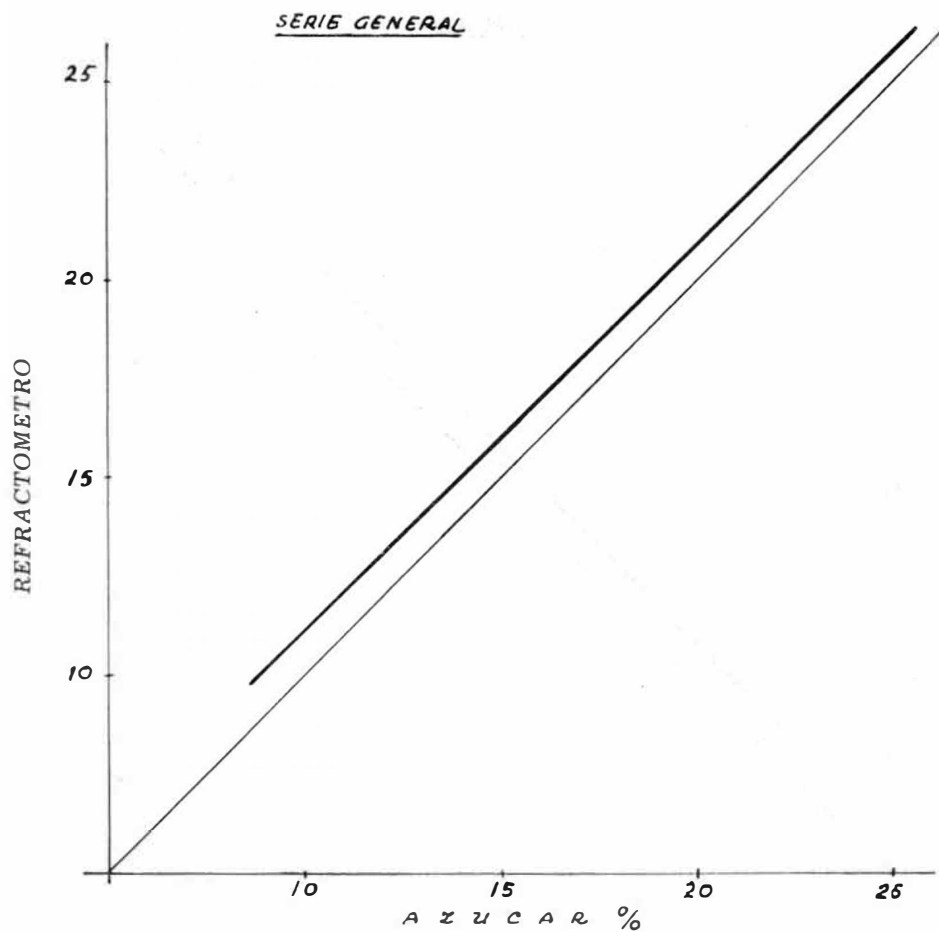
3º) El coeficiente de correlación para las distintas variedades fue de:

V a r i e d a d	Coefficiente correlación	% de seguridad
Harriague	0,9522	Más de 99.
Frutilla	0,9439	" " "
Semillón	0,9256	" " "
Trebbiano	0,9382	" " "
Moscatel negra	0,9560	" " "

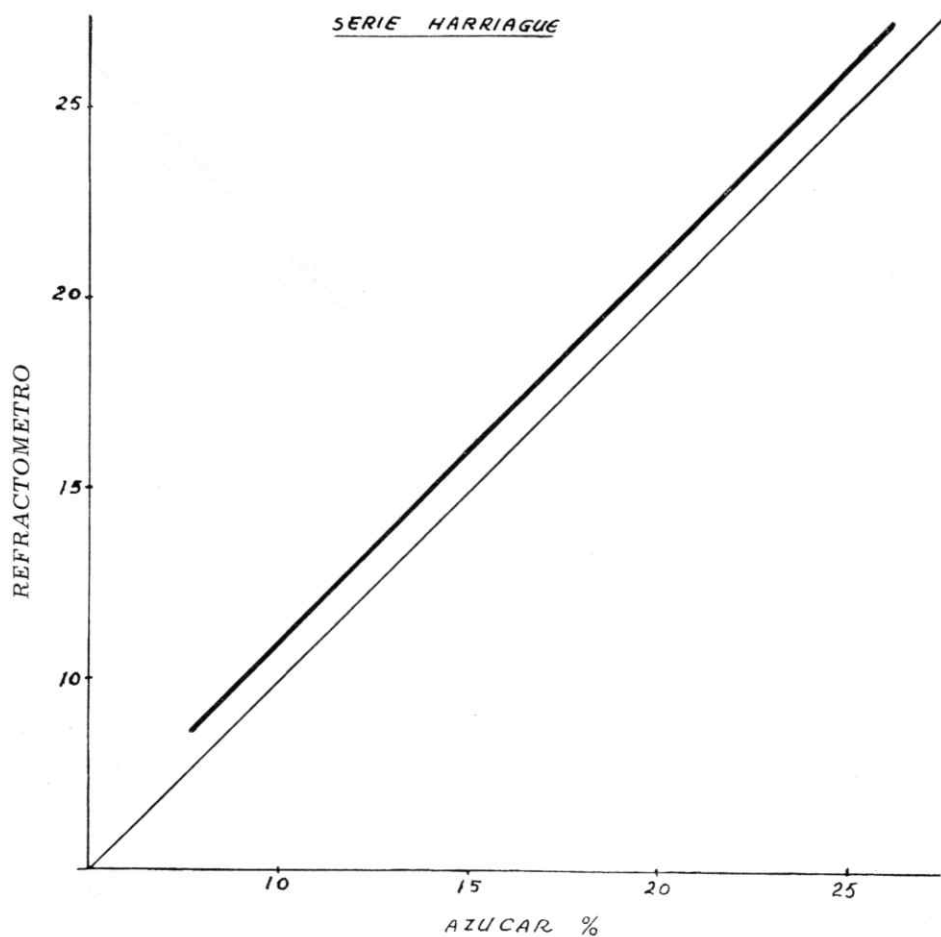
4º) La relación azúcar/refractómetro, acusa los siguientes valores por variedad:

V a r i e d a d	Máxima	Minima	Promedio	Error medio
Harriague	0,983	0,842	0,898	0,0029
Frutilla	0,935	0,845	0,892	0,0023
Semillón	0,989	0,778	0,906	0,0037
Trebbiano	0,942	0,809	0,888	0,0040
Moscatel negra	0,955	0,872	0,919	0,0032

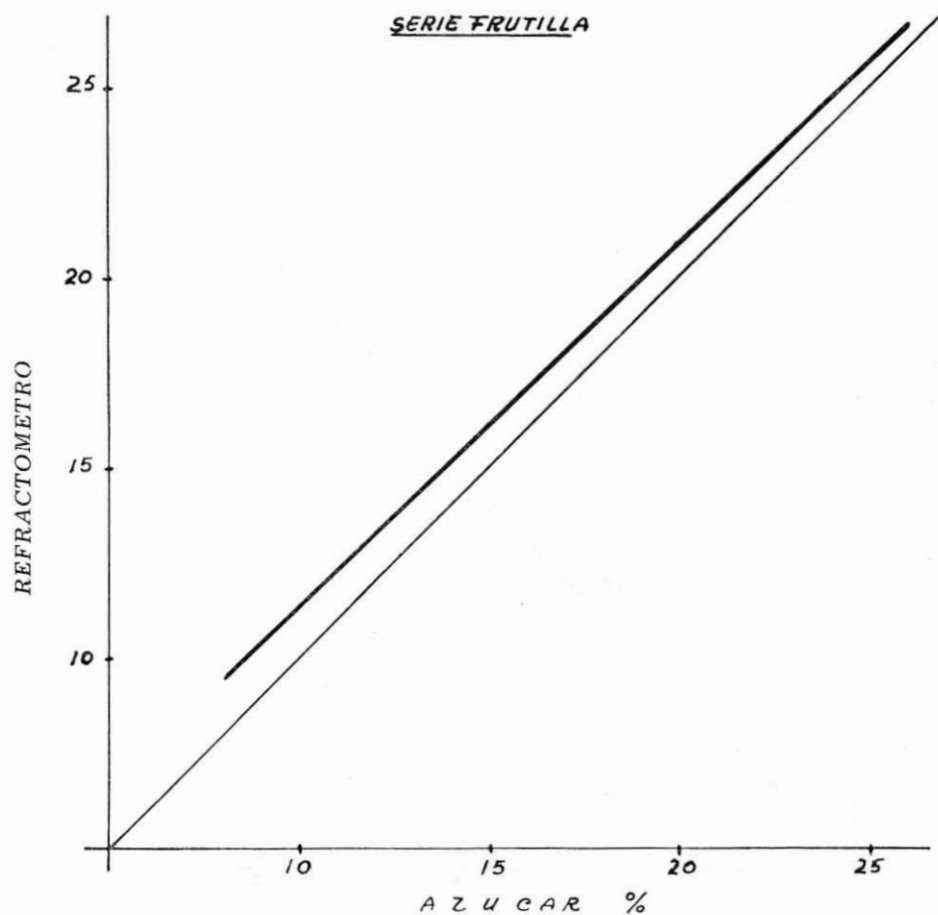
En función de los resultados obtenidos, hemos calculado la recta de regresión correspondiente para cada serie, resultando los diagramas que exponemos a continuación, donde hemos dado al azúcar determinado por método químico, valores de 10, 15, 20 y 25 gramos por ciento.



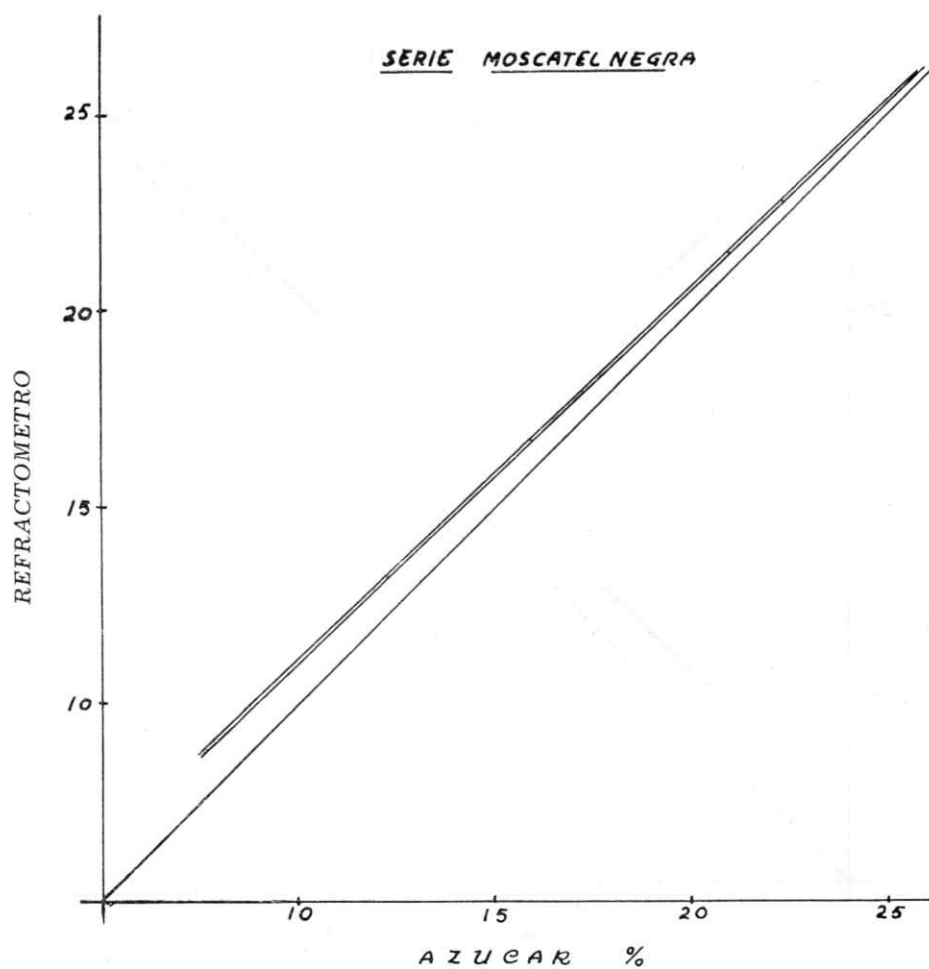
Azúcar %	Refractómetro
10	12.201
15	16.971
20	21.741
25	26.511



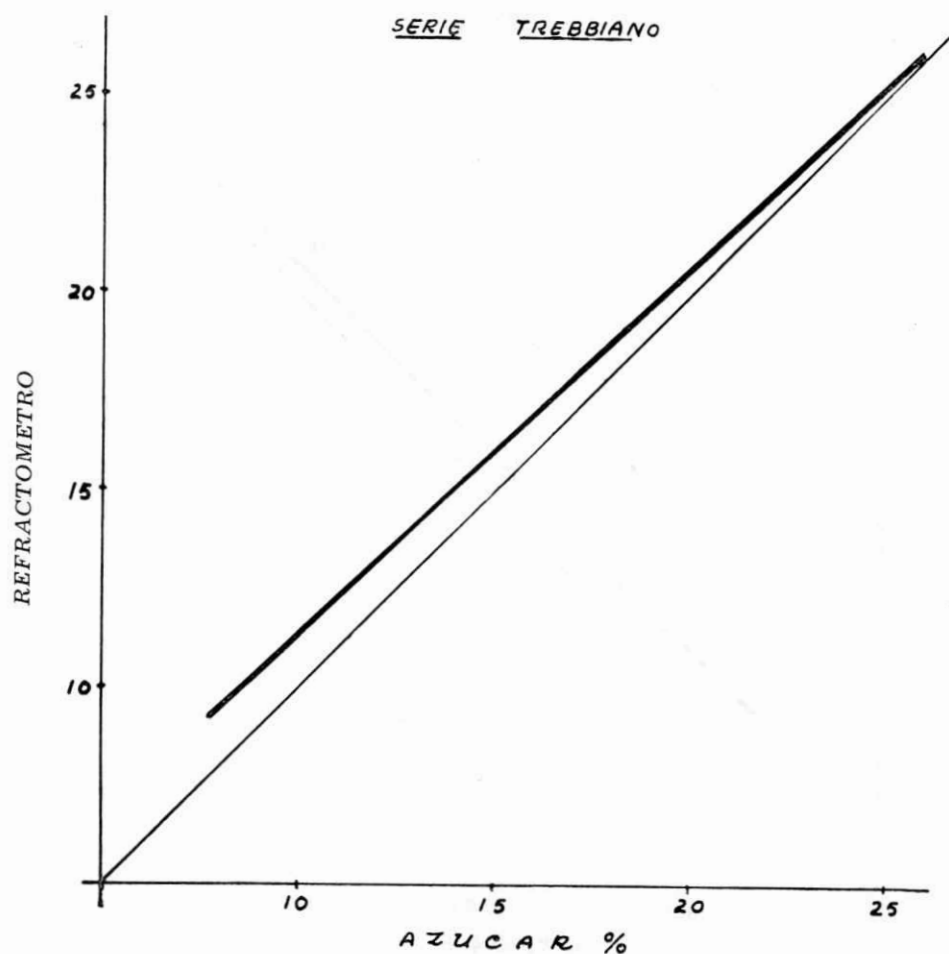
Azúcar %	Refractómetro
10	11.900
15	16.995
20	22.090
25	27.185



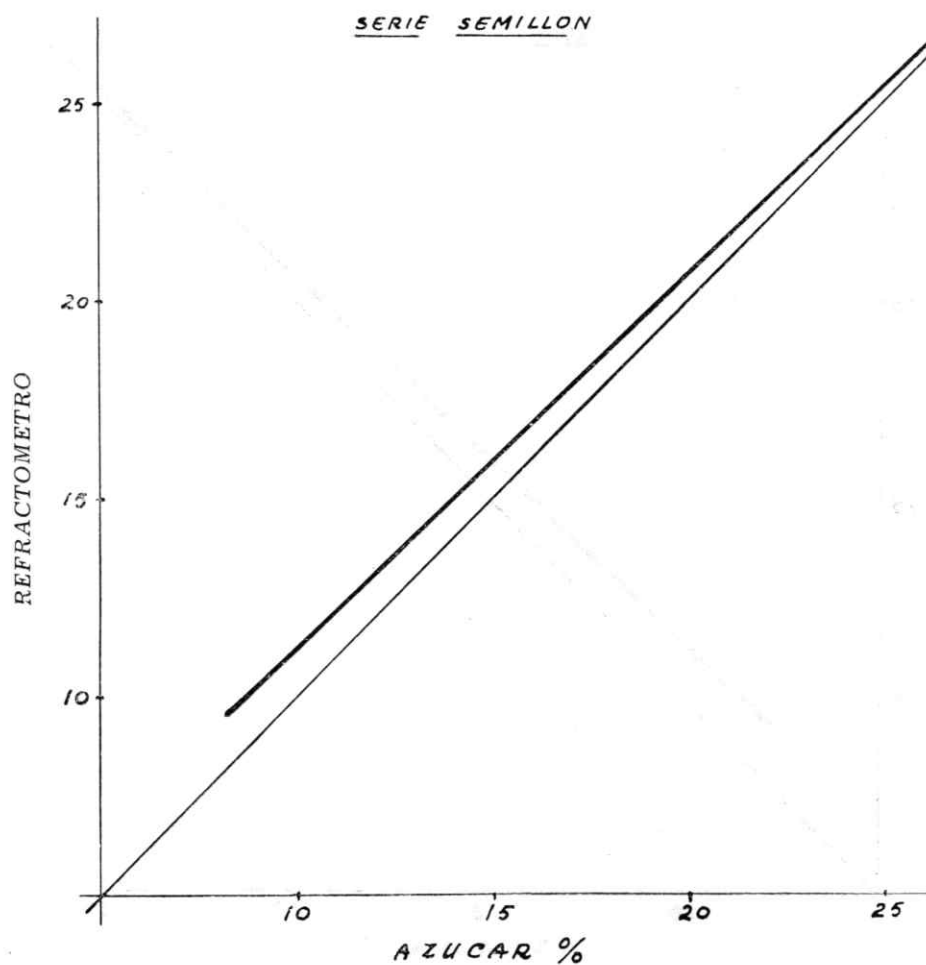
Azúcar %	Refractómetro
10	12.813
15	17.354
20	21.896
25	26.437



Azúcar %	Refractómetro
10	12.200
15	16.645
20	21.090
25	25.535



Azúcar %	Refractómetro
10	12.778
15	17.057
20	21.336
25	25.615



Azúcar %	Refractómetro
10	12.628
15	17.037
20	21.446
25	25.855

Del análisis total de los resultados, surgen las siguientes conclusiones:

1º) Existe una correlación muy estrecha entre el análisis químico y el refractométrico, que acusa más de 99 % de seguridad.

2º) Las diferencias promedios entre los dos métodos, son muy pequeñas, a saber:

Serie general	1,875 %
Serie Harriague	2,055 "
Serie Frutilla	2,115 "
Serie Semillón	1,770 "
Serie Trebbiano	1,959 "
Serie Moscatel negra....	1,452 "

Esto representa diferencias teóricas en alcohol que van de 1°24 (máxima) a 0°85 (mínima), con un promedio de 1°10.

3º) No se ha encontrado que exista influencia por el factor varietal.

4º) Se ha establecido una relación azúcar/refractómetro, que oscila entre 0,888 y 0,919, con un promedio general de 0,901.

En la práctica se podría aplicar en forma general el factor de corrección 0,9 con el cual se multiplicaría la cifra obtenida en el refractómetro, transformándola así en azúcar verdadero.

Esto equivaldría también a restar del valor refractométrico, 1/10 del mismo.

Ejemplo:

Valor refractométrico	18
Azúcar	$18 - 1,8 = 16,2$
Azúcar	$18 \times 0,9 = 16,2$

De todo lo expuesto, surge que es posible aplicar con ventajas en la determinación del contenido de azúcar en la uva, el refractómetro, obteniendo rápidamente con la aplicación del factor citado, una cifra equiparable a la del método químico.

BIBLIOGRAFÍA

1. SACCONI, R. y TOBLER, H. D.— Antecedentes para el estudio del problema de la madurez de las uvas. *Rev. de la F. de Agronomía* N° 23, febrero de 1941, pág. 97.
2. JACOB, H. E. and HERMAN, J. H.— Harvesting and Packing Grapes in California. *Bull.* N° 390, junio 1925.

3. BIOLETTI, F. T.— The basis of grapes standardization.
4. WINKLER, A. J.— Maturity Testes for Table Grapes. *Agricultural Experiments Station, California. Bull. Nº 529, junio 1932.*
5. BUSTOS MERLO, W.— Necesidad de un nuevo método para la determinación de la madurez comercial de las uvas de mesa. *IV Congreso de Fruticultura de San Juan, Rep. Argentina, año 1939.*
6. PASSALACQUA, J. A.— Análisis estadístico de diferencias entre lecturas refractométricas y análisis de sacarosa en jugo de remolacha azucarera e incidencia varietal y edafológica sobre los mismos. *Ministerio de Industrias y Comercio de la Nación. Combustibles Vegetales y Derivados (E. N. D. E.), Rep. Argentina, año 1953.*

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

Rector: Dr. MARIO A. CASSINONI

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Decano: Ing. Agr. B. ROSENGURTT

DELEGADOS DOCENTES AL CONSEJO DIRECTIVO:

Profesores Ingenieros Agrónomos: Gualberto Bergeret.
Gabriel Caldevilla.
Julio Echevarría.
Carlos A. Fynn.
Julio C. Laffitte.
Gastón Navarro.

DELEGADOS PROFESIONALES AL CONSEJO DIRECTIVO:

Ingenieros Agrónomos: Luis Pérez Castells.
Ernesto Riet.
Gonzalo de Salterain.

DELEGADO ESTUDIANTIL:

Osvaldo del Puerto.

PERSONAL DOCENTE:

Acosta y Lara, Guzmán, Ing. Agr. Ayud. Téc. de Maquinaria Agrícola.
Alaggia, Hugo, Ing. Agr. Ayud. Téc. de Hidráulica.
Arturo, César, Ing. Agr. Ayud. Téc. de Zootecnia.
Arrillaga, Blanca, Quím. Farm. Ayud. Téc. de Botánica.
Azzarini, Alvaro, Ing. Agr. Ayud. Téc. de Bromatología.
Babuglia, Washington, Ing. Agr. Prof. de Fruticultura y Viticultura.
Bentaneur, Manuel O., Ing. Agr. Ayud. Téc. de Agricultura.
Bergeret, Gualberto, Ing. Agr. Director de Industrias Agrícolas.
Bergeret, Pedro, Ing. Agr. Ayud. Téc. de Industrias Agrícolas.
Berta, José, Ing. Agr., Prof. Agdo. de Horticultura.
Boasso, Celio, Ing. Agr. Ayud. Téc. de Fitopatología.
Cagnoli Lansot, Marx, Dr. Prof. de Veterinaria.
Cal, Darío, Ing. Agr. Prof. Agdo. de Economía Rural.
Caldevilla, Gabriel, Ing. Agr. Prof. de Silvicultura.
Camiou, Héctor, Quím. Ind. Ayud. Téc. de Química.
Campiglia, Pascual, Ing. Agr. Ayud. Téc. de Industrias Agrícolas.
Carbonell, A. Secondi de, Quím. Ind. Prof. Agdo. de Química.
Carbonell, Arturo, Ing. Agr. Prof. Agdo. de Hidráulica.
Carbonell, Carlos, Ing. Agr. Encargado de Insectario.
Castelli, Luis A., Ing. Agr. Prof. Agdo. de Bromatología.
Cayssials, Alberto, Ing. Agr. Prof. de Ovinotecnia y Equinotecnia.
Costa Montiel, Violeta, Ayud. Téc. de Meteorología.
Darre, Eduardo, Ing. Agr. Ayud. Téc. de Topografía Agrícola.
Detomasi, Ariel, Ing. Agr. Ayud. Téc. del Seminario de Economía.
Durañona, Elbio, Ing. Agr. Ayud. Téc. de Horticultura.
Echevarría, Julio, Ing. Agr. Prof. de Avicultura y Animales de Granja.
Ficlitz, Hermann, Ing. Agr. Ayud. Téc. de Fruticultura y Viticultura.
Fischer, Gustavo H., Ing. Agr. Prof. de Horticultura.
Fresnedo Siri, Román, Arq. Prof. de Construcciones Rurales.
Fynn, Carlos, Ing. Agr. Prof. de Topografía Agrícola.
Ghiggia, Rubens, Ing. Agr. Prof. de Hidráulica.
Giovannini, José, Ing. Agr. Ayud. Téc. de Agricultura.
Goñi, Juan Carlos, Quím. Ind. Prof. de Geología, Mineralogía y Agrología.

Granato Grondona, Julio, Agrim. Prof. Agdo. de Topografía Agrícola.
 Ibarra, Raimundo V., Ing. Agr. Prof. Agdo. de Construcciones Rurales.
 Irazábal, Mario C., Ing. Agr. Prof. de Bovinotecnia y Suinotecnia.
 Koninck, Carlos Mistler, Ing. Agr. Prof. de Maquinaria Agrícola.
 Laffitte, Julio C., Ing. Agr. Prof. Agdo. de Silvicultura.
 Lezama, Julio H., Ing. Agr. Prof. Agdo. de Industrias Agrícolas.
 Mezzotoni, Carlos A., Ing. Agr. Ayud. Téc. de Silvicultura.
 Mezzotoni, Rubens J., Ing. Agr. Prof. Agdo. de Práctica Agrícola.
 Mosquera, Francisco, Ing. Agr. Prof. Agdo. de Avicultura y Animales de Granja.
 Navarro, Gastón, Ing. Agr. Prof. de Fitotecnia Gral. y Prof. Agdo. de Genética.
 Parietti, Enrique, Dr. Prof. Agdo. de Veterinaria.
 Piacenza, César, Ing. Agr. Prof. Agdo. de Meteorología.
 Pintos, Aníbal, Ing. Agr. Prof. de Meteorología.
 Ramón y Acosta, Domingo, Ing. Agr. Director y Prof. Agdo. de Fitopatología y Ayud. Téc. de Botánica.
 Rolfo, Federico, Ing. Agr. Inspector de Escuelas.
 Rosengurt, Bernardo, Ing. Agr. Prof. de Botánica.
 Ruffinelli, Agustín, Ing. Agr. Ayud. Téc. de Entomología.
 Saccone, Roberto, Ing. Agr. Prof. Agdo. de Maquinaria Agrícola.
 Santoro Vecino, Ricardo, Ing. Agr. Prof. de Bromatología.
 Saralegui, Walter, Ing. Agr. Ayud. Téc. de Práctica Agrícola.
 Silveira Guido, Aquiles, Ing. Agr. Prof. de Entomología.
 Spangenberg, Jorge, Ing. Agr. Director y Prof. Agdo. de Agricultura y Prof. de Genética.
 Stella, José L., Dr. Ayud. Téc. de Microbiología Agrícola.
 Suzacq, José B., Ing. Agr. Prof. de Práctica Agrícola y Ayud. Téc. de Zootecnia.
 Szifres, Boris, Dr. Prof. Agdo. de Microbiología Agrícola.
 Tobler, Hermann, Ing. Agr. Prof. de Química.
 Tomeo Ibarra, Humberto, Ing. Agr. Prof. de Lechería.
 Trenchi, Hebert, Dr. Prof. de Microbiología Agrícola.
 Vidiella, Jorge, Ing. Agr. Director y Prof. Agdo. de Zootecnia.
 Weiss, Alfredo, Ing. Agr. Prof. de Economía Rural y Jefe del Seminario de Economía.

SECCIÓN CAMPOS DE PRÁCTICA Y EXPERIMENTACIÓN - SAYAGO:

Director: Ing. Agr. Orestes Riera Durán.
 Suzacq, José B., Ing. Agr. Ayud. Téc.

ESCUELAS DE PRÁCTICA Y CAMPOS EXPERIMENTALES DE AGRONOMÍA:

Cerro Largo:

Director: Ing. Agr. José María del Campo Gamio.
 Castro, Oscar, Ing. Agr. Ayud. Téc.
 Krall, José, Ing. Agr. Ayud. Téc.
 Pino, Eloy, Ing. Agr. Ayud. Téc.

Paysandú:

Director: Ing. Agr. Juan S. Hatchondo.
 Mastrascusa, Luis, Ing. Agr. Ayud. Téc.
 Odiozábal, Omar, Ing. Agr. Ayud. Téc.
 Picos, Willard, Ing. Agr. Ayud. Téc.
 Rovira, Jaime, Ing. Agr. Ayud. Téc.

Salto:

Director: Ing. Agr. Julio A. Reyes.
 Aguirre, Rolando, Ayudante Maestro.
 Dias, Jorge, Ing. Agr. Ayud. Téc.
 Firpo, Nicola R., Dr. Prof. de Veterinaria.
 García, Diomedes, Ing. Agr. Ayud. Téc.
 Quintela, Ruben, Ing. Agr. Ayud. Téc.