

RELACION ENTRE LOS REDUCTORES Y LA PUREZA DE LOS JUGOS DE CAÑA DE AZUCAR

R. ESPINOSA Y MIRIAM ALVAREZ
INSTITUTO DE CIENCIA AGRICOLA
GAVETA POSTAL No. 1
SAN JOSE DE LAS LAJAS, LA HABANA

La correlación entre la pureza de los guarapos y los azúcares reductores de los mismos fue calculada en 9 variedades de caña de azúcar: C.P. 5243, C. 8751, Ja. 60-5, My 5354, My 5357, My 53147, My 5514, Ja. 60-9 y B. 4362. Se utilizaron los datos obtenidos de los análisis efectuados durante el ciclo de la caña planta y los del primer retoño. Los análisis se realizaron de noviembre a marzo. En todos los casos, ambos factores presentaron correlación negativa, siendo las más altas las brindadas por los datos de caña planta. Se calcularon los coeficientes de correlación individualmente por variedad y ciclo de cosecha; asimismo, se calcularon dichos coeficientes para cada variedad de ambas cosechas conjuntamente. El cálculo del coeficiente de correlación de todas las variedades para planta y primer retoño ($r = -.82^{***}$) nos sugirió hacer el análisis de regresión, en el cual se obtuvo una ecuación general para todas las variedades que permite calcular los azúcares reductores a partir de los datos de pureza. Las ecuaciones de cada variedad, así como la tabla de los valores de azúcares reductores estimados a

partir de la ecuación general, correspondientes a las purzas de 70-90, son ofrecidos en este - - trabajo.

La determinación de los azúcares reductores en los jugos de la caña de azúcar brinda una valiosa información sobre la dinámica de la síntesis de la sacarosa. El total de estos azúcares reductores, expresados como índices de glucosa (I.G.) que se logra al dividir el % de los mismos entre el pol en jugo multiplicado por 100, se convierte en el indicador más efectivo para determinar el momento de la maduración en cualquier variedad de caña de azúcar (Rousselet, 1965).

Los valores de este índice, al ser representados gráficamente forman una curva, cuya tendencia es siempre contraria a la curva de la pureza del mismo jugo.

En un jugo dado, cuando la curva del índice de glucosa alcanza valores iguales o inferiores a 0,5, la curva de la pureza toma valores cercanos a su máximo, al igual que las curvas del pol/caña tm pol/ha. (Espinosa, Faure, Ibizate y Amaral, 1972). Dada la importancia de este indicador, ha sido adoptado como obligatorio en nuestras evaluaciones de variedades (Espinosa et al (1972).

La determinación de los azúcares reductores es generalmente realizado mediante el método de Lane & Eynon (1923), método oficial adaptado por la ICUMSA (1969).

El propósito del presente trabajo fue el de realizar el cálculo de los azúcares reductores sin el uso del método de Lane & Eynon, a partir de los valores obtenidos para la pureza del mismo jugo.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó con los datos de caña planta y primer retoño de nueve variedades de caña de azúcar: My 5354,

My 5357, My 53147, My 5514, Ja. 60-5, Ja. 60-9, C. 87-51, B. 4362 y C.P. 5243, plantados en dos experimentos comparativos de variedades en la estación experimental de Bauta.

Los análisis de azúcar se efectuaron de noviembre a - marzo, quincenalmente en cada período. Los datos de pureza se obtuvieron siguiendo el método de Horner (Spencer & Meade, 1945) y los de azúcares reductores por el método de Eynon & Lane (ICUMSA, 1969).

El modelo de regresión utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \beta x_{ij} + e_{ij}$$

RESULTADOS Y DISCUSION

Para efectuar los análisis de regresión nos basamos en análisis de pureza y reductores hechos a diferentes muestras de un grupo de variedades de caña, suponiendo que para cualquier valor de pureza los reductores correspondientes satisfagan las suposiciones básicas del modelo de la regresión lineal.

Primeramente, calculamos la ecuación para cada una de las variedades cosechadas en caña planta y primer retoño independientemente (Tabla N^o. I), después de obtener que los coeficientes de correlación en ambos casos eran negativos, altamente significativos y muy parecidos, aunque algo inferiores en el primer retoño. Esto se puede atribuir a la edad de la caña, ya que aunque se realizaron los análisis en épocas similares (nov-abril), los "retoños" difieren en edad con las "cañas plantas". Al calcular los S_b (errores standard del coeficiente de regresión) vemos que en la caña - planta se muestran todos en un rango de 0,005-0,0012, y en el primer retoño son algo superiores encontrándose entre 0,005-0,037. Por ello probamos de nuevo el modelo, pero para ambas cosechas conjuntamente, para probar la posible independencia de la relación pureza-reductores con la cepa -

utilizada (Tabla N^o. 2). Este último análisis (efectuado -- con 40 pares de datos) resulta ser muy semejante a los anteriores y, a su vez, con estimaciones de b muy parecidas en todas las variedades. Los errores standard de b fueron semejantes a los obtenidos en el análisis efectuado solamente a la caña planta moviéndose en un rango 0,004 - 0,012.

Al efectuar el análisis para todas las variedades conjuntamente, en la primera cosecha utilizamos 180 pares de -- valores. Vimos que se mantuvo la misma relación (Gráfico -- número I), siendo el E.S. de $b = 0,003$ y en la estimación -- para la segunda cosecha fue de 0,009 (Gráfico N^o. II).

A partir de este resultado efectuamos un análisis conjunto de todas las variedades y ambas cosechas (360 pares de datos), obteniéndose un coeficiente de correlación $r = 0,82^{***}$ y una ecuación general $y = 0,003$ (Gráfico N^o. III).

Para probar si a partir de esta ecuación podíamos hacer predicciones de reductores, efectuamos una prueba de X^2 con los valores de reductores obtenidos mediante el método de -- Lane & Eynon y los valores obtenidos mediante la aplicación de la ecuación hallada, (Tabla N^o. 3) no resultando significativa. Por eso consideramos que dicha ecuación es una buena estimación para los reductores a partir de la pureza de -- los jugos, pudiendo utilizarse como un estimador de la maduración de la caña, por lo que hicimos el cálculo de los valores de los reductores a partir de valores de pureza desde 70 - 90, que son los valores que normalmente se presentan en los análisis azucareros. Se consideró que a partir de este último valor (90) ya lógicamente la caña está madura (Tabla -- número IV).

A pesar de la utilidad que esta ecuación hallada representa, es necesario completar este trabajo con la comprobación de dichas ecuaciones en otras regiones del país y hacerlo extensivo a un grupo mayor de variedades, además de -- rectificarla para análisis azucareros de otros retoños.

RELATIONSHIP BETWEEN REDUCING SUGARS AND JUICE PURITY IN SUGAR CANE

Correlation between sugar cane juices purity and its reducing sugars was calculated in 9 sugar cane varieties: C.P. 5243, C. 8751, -- Ja. 60-5, My. 5354, My. 5357, My. 53147, My. 5514, Ja. 60-9 and B. 4362. Data gathered from analysis performed at plant cane cycle and from the first ratoon were used. These analysis were carried out from November to March. In every case, both factors showed negative correlation, the highest being the ones resulted from plant cane data. Correlation coefficients were individually estimated per variety and harvesting cycle; besides, such coefficients were also calculated for each variety of both harvests together. Estimate of the correlation coefficient of all varieties for the plant and first ratoon ($r = -.82^{***}$) advised us to conduct the regression analysis. There a general equation was obtained for all variety, which enables to calculate reducing sugars starting from purity data. Equations of each variety as well as the table of reducing sugar values estimated through the general equation, corresponding to purity from 70 to 90 are offered in this paper.

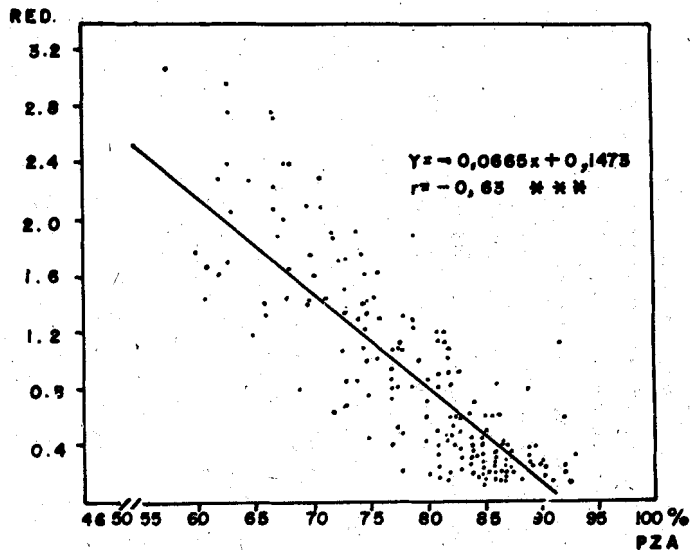


GRAFICO Nº 1. Pureza reducción (caña - -
 planta) B-4362 My-5354 C-8751 Ja-60-9 - -
 My-53147 My-5514 Ja-60-5 My-5357 CP-5253.

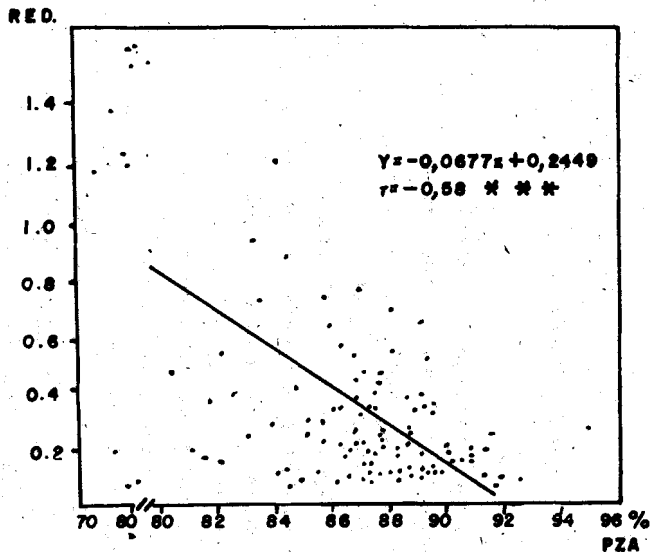


GRAFICO Nº 2. Pureza reducción (ler. re-
 toño) B-4362 My-5357 My-5354 C-8751 Ja-60-5
 Ja-60-9 My-53147 My-5514 CP-543.

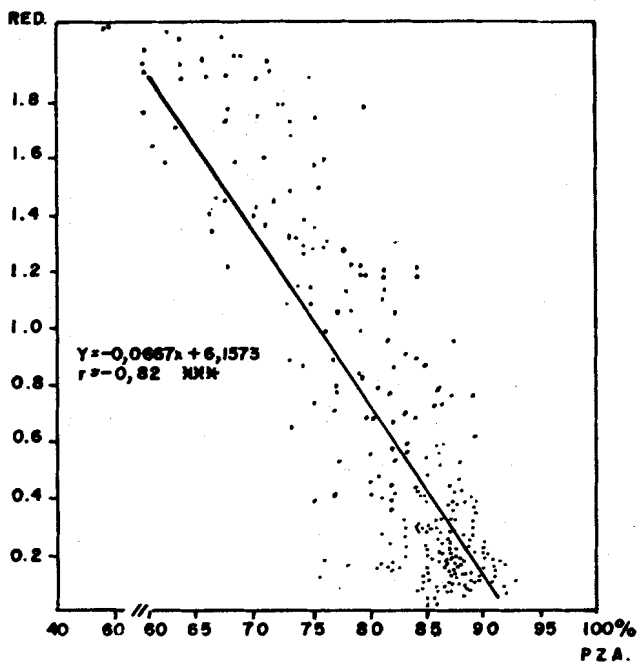


GRAFICO Nº 3. Pureza y reducción (planta y 1er. retoño) B-4362 My-5354 C-8751 Ja-60-9 CP-5243 My-53147 My-5514 Ja-60-5 My-5357.

TABLA Nº. 1. Regresiones Pureza - Reductores

Variedades	CAÑA PLANTA		PRIMER RETOÑO	
	ecuación	r	ecuación	r
B. 4362	$Y = -0,0788x + 7,215$	-0,84***	$Y = -0,1454x + 13,08$	-0,70*
C. 8751	$Y = -0,0615x + 5,664$	-0,92***	$Y = -0,085x + 7,614$	-0,81**
My. 53147	$Y = -0,584x + 5,321$	-0,82***	$Y = -0,092x + 8,481$	-0,66*
Ja. 60-9	$Y = -0,086x + 9,873$	-0,84***	$Y = -0,611x + 5,751$	-0,71***
My. 5354	$Y = -0,054x + 4,982$	-0,74***	$Y = -0,040x + 3,628$	-0,61*
Ja. 60-5	$Y = -0,077x + 6,934$	-0,82***	$Y = -0,0473x + 4,3366$	-0,93**
C. P. 5243	$Y = -0,069x + 6,769$	-0,80***	$Y = -0,1056x + 9,5623$	-0,90**
My. 5514	$Y = -0,041x + 3,951$	-0,98***	$Y = -0,073x + 6,69$	-0,81**
My. 5357	$Y = -0,099x + 8,935$	-0,94***	$Y = -0,0438x + 3,9336$	-0,73**
*-P < .05	** P < .01	*** P < .001		

TABLA N^o. 2. Regresiones Pureza - Reductores (C. planta y 1er. Retoño).

	Ecuaciones	r
B. 4362	$Y = -0,084x + 7,815$	-0,75 ***
C. 8751	$Y = -0,071x + 6,513$	-0,98 ***
My. 53147	$Y = -0,055x + 5,088$	-0,77 ***
Ja. 60-9	$Y = -0,082x + 7,590$	-0,88 ***
My. 5354	$Y = -0,057x + 5,200$	-0,60 ***
Ja. 60-5	$Y = -0,068x + 6,272$	-0,87 ***
C.P. 5243	$Y = -0,079x + 7,389$	-0,86 **
My. 5514	$Y = -0,041x + 3,942$	-0,91 ***
My. 5357	$Y = -0,098x + 8,851$	-0,93 ***

** - $P < .01$ *** - $P < .001$

TABLA NO. 3. Algunos datos utilizados para la prueba de χ^2 .

VARIEDAD	CEPA	P Z A	REDUCTORES POR LANE & HIRON	I.G.	REDUCTORES POR $Y=0,066x+6,1573$	I.G.
B.4362	Café planta	88,77	0,23	1,28	0,23	1,27
"	"	72,80	1,24	12,61	1,30	12,61
"	"	75,10	1,69	9,86	1,14	9,86
"	"	81,23	0,67	5,03	0,74	5,02
"	"	73,80	1,42	15,40	1,23	15,38
E.8751	"	88,80	0,23	1,28	0,23	1,27
"	"	90,31	0,17	0,96	0,13	0,96
"	"	82,90	0,63	2,78	0,62	2,77
"	"	78,40	0,75	6,42	0,92	6,41
"	"	79,40	0,59	4,84	0,86	4,83
C.F.5243	"	87,44	0,36	2,09	0,32	2,12
"	"	86,22	0,46	2,85	0,40	2,85
"	"	74,80	1,10	9,43	1,21	9,42
"	"	78,39	1,15	9,02	0,92	9,03
"	"	86,36	0,40	2,50	0,39	2,49
B.4362	1er. Retoño	90,31	0,19	0,98	0,13	0,98
"	"	83,30	0,63	3,33	0,60	3,32
"	"	88,43	0,13	0,68	0,26	0,67
"	"	89,46	0,14	0,76	0,18	0,76
"	"	88,64	0,27	0,63	0,24	0,64
C.8751	"	89,95	0,22	1,16	0,16	1,15
"	"	84,73	0,42	2,60	0,50	2,60
"	"	88,60	0,27	1,57	0,24	1,57
"	"	90,44	0,17	0,92	0,12	0,91
"	"	90,75	0,14	0,70	0,10	0,70
C.F.5243	"	87,38	0,38	2,09	0,32	2,09
"	"	87,01	0,34	1,69	0,35	1,68
"	"	88,37	0,19	0,97	0,26	0,97
"	"	90,78	0,18	0,45	0,10	0,45
"	"	87,50	0,31	1,84	0,32	1,84

TABLA NR. 4. Puresa. - reductores según $Y = -0,0667x + 6,1573$

X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
70	1,4883	1,4816	1,4749	1,4683	1,4616	1,4549	1,4483	1,4416	1,4349	1,4283
71	1,4216	1,4149	1,4083	1,4016	1,3949	1,3883	1,3816	1,3749	1,3682	1,3616
72	1,3549	1,3482	1,3416	1,3349	1,3282	1,3215	1,3149	1,3082	1,3015	1,2949
73	1,2882	1,2815	1,2749	1,2682	1,2615	1,2548	1,2482	1,2415	1,2348	1,2282
74	1,2216	1,2148	1,2082	1,2015	1,1948	1,1881	1,1815	1,1748	1,1681	1,1615
75	1,1549	1,1481	1,1415	1,1348	1,1281	1,1214	1,1148	1,1081	1,1014	1,0948
76	1,0881	1,0814	1,0748	1,0681	1,0614	1,0547	1,0481	1,0414	1,0347	1,0281
77	1,0214	1,0147	1,0081	1,0014	0,9947	0,9880	0,9814	0,9747	0,9680	0,9614
78	0,9547	0,9480	0,9414	0,9347	0,9280	0,9213	0,9147	0,9080	0,9013	0,8947
79	0,8880	0,8813	0,8747	0,8680	0,8613	0,8546	0,8480	0,8413	0,8346	0,8280
80	0,8213	0,8146	0,8080	0,8013	0,7946	0,7879	0,7813	0,7746	0,7679	0,7613
81	0,7546	0,7479	0,7413	0,7346	0,7279	0,7212	0,7146	0,7079	0,7012	0,6946
82	0,6879	0,6812	0,6746	0,6679	0,6612	0,6546	0,6479	0,6412	0,6345	0,6279
83	0,6212	0,6146	0,6079	0,6012	0,5945	0,5878	0,5812	0,5745	0,5678	0,5612
84	0,5545	0,5478	0,5412	0,5345	0,5278	0,5211	0,5145	0,5078	0,5011	0,4945
85	0,4878	0,4811	0,4745	0,4678	0,4611	0,4544	0,4478	0,4411	0,4344	0,4278
86	0,4211	0,4144	0,4078	0,4011	0,3944	0,3877	0,3811	0,3744	0,3677	0,3611
87	0,3544	0,3477	0,3411	0,3344	0,3277	0,3210	0,3144	0,3077	0,3010	0,2944
88	0,2877	0,2810	0,2744	0,2677	0,2610	0,2543	0,2477	0,2410	0,2343	0,2277
89	0,2210	0,2143	0,2077	0,2010	0,1943	0,1876	0,1810	0,1743	0,1676	0,1610
90	0,1543	0,1476	0,1410	0,1343	0,1276	0,1209	0,1143	0,1076	0,1009	0,0943

REFERENCIAS

- ESPINOSA, R., B. Faure, J. Ibizate, A. Amaral, (1972). Estudio del comportamiento de un grupo de variedades precomerciales con ciclos de corte prefijados. Memoria 40 Conf. ATAC. La Habana. Agosto 1972.
- LANE & EYNON. (1923). Método oficial para la determinación de los azúcares reductores en jugos de caña de azúcar. Métodos ICUMSA. International Sugar Journal: 25;143.
- ROUSSELET, G.R. (1965). Glucosa Ratio for maturity testing of sugar cane. Proc. 12th Cong. ISSCT. Puerto Rico. pág. 469-75.
- SPENCER & MEADE. (1944). Cane Sugar Handbook. John Wiley & Sons, INC New York. 8th. edition, 44 pág. 422-424. 431, 512, 519.