

ACIDEZ EN EL JUGO DE CULTIVARES TARDIOS DE CAÑA DE AZÚCAR A LO LARGO DE LA COSECHA 2009/2010

LUIZ CARLOS TASSO JÚNIOR¹, HÉLIO FRANCISCO SILVA NETO², FERNANDO ABACKERLI DE PAULI³, MARCOS OMIR MARQUES⁴

¹ Pós Doutorado, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal/SP – Unesp - campus de Jaboticabal, SP. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n., 14.884-900 Jaboticabal, SP - lctasso@yahoo.com.br;

² Doutorado, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal/SP – Unesp - campus de Jaboticabal, SP. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n., 14.884-900 Jaboticabal, SP heliopsn@hotmail.com;

³ Mestrando, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal/SP – Unesp campus de Jaboticabal, SP. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n., 14.884-900 Jaboticabal, SP fernandoabackerli@hotmail.com;

⁴ Professor Adjunto, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal/SP – Unesp - campus de Jaboticabal, SP. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n., 14.884-900 Jaboticabal, SP omir@fcav.unesp.br

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue cuantificar los valores de acidez fija, total y volátil de seis cultivares tardíos de caña de azúcar en el año 2009. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar en parcelas subdivididas con 3 repeticiones. Los tratamientos principales fueron los seis cultivares de caña con ciclo de maduración al final de la temporada (CTC2, CTC8, CTC6, RB72454, RB867515, IACSP94-2101) y los secundarios fueron las 7 épocas de análisis (0, 21, 56, 97, 130, 162 y 189 días después de la primera análisis). En cada parcela fueron colectados 3 grupos de caña, cada uno compuesto por 10 tallos que fueron encaminados al Laboratorio de Tecnología de Azúcar y Etanol de la FCAV/UNESP para determinación de la acidez total y volátil. Los resultados obtenidos fueron sometidos al análisis de variancia mediante la Prueba de F y los promedios fueron comparados por la Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad. Para la acidez fija y total el mayor valor encontrado fue para el cultivar RB72454, los cultivares tardíos mostraron cambios significativas en las concentraciones de acidez a lo largo de los análisis, con

excepción de CTC6 y CTC8. Los cultivares CTC6 y IACSP94-2101 presentaron los menores valores de acidez.

Palabras Claves: calidad, destilación, producción.

INTRODUCCIÓN

La determinación de la acidez presente en el jugo de caña de azúcar nos permite evaluar la calidad en que se encuentra y, a partir de allí, escoger el mejor manejo a ser aplicado en el proceso industrial, (Silva et al. 2011). La acidez presente en el jugo de caña es denominada acidez total y acidez volátil, a través del cálculo de esas variables es posible observar cual cultivar tendrá una mayor necesidad de corrección. Una eficiente producción de azúcar y etanol, con bajos costos y de elevada calidad está relacionada a niveles adecuados de acidez. Cuando se encuentran elevados valores de acidez en el jugo de caña innúmeros problemas podrán ocurrir, como la reducción de la calidad del producto final (Campos, 1999). En el proceso de destilación para producción de aguardiente es normal que una pequeña cantidad de ácidos sea considerada, principalmente los volátiles (Nobrega, 1994). Así, este trabajo tiene por objetivo cuantificar los valores de acidez en el jugo de seis cultivares tardíos de caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área experimental fue instalada en la Hacienda de Enseñanza e Investigación de la FCAV/UNESP, campus de Jaboticabal, localizada en el mismo municipio, estado de São Paulo, Brasil, a una altitud promedio de 575 metros sobre el nivel del mar, el clima es de tipo tropical con invierno seco, e clasificado, de acuerdo con el Sistema Internacional de Clasificación de Köppen, como Aw. La pluviometría promedio del área se caracteriza por una concentración de lluvias en el verano y seco en el invierno. El experimento es realizado en Latossolo Vermelho eutrófico (LVef), textura muy arcillosa a moderada, (Embrapa, 1999).

El diseño utilizado fue bloques completamente al azar, en parcelas subdivididas con seis tratamientos principales que fueron los cultivares de caña de azúcar con ciclo de maduración de final de temporada (CTC2, CTC8, CTC6, RB72454, RB867515, IACSP94-2101) y el secundario las 7 épocas de análisis (0, 21, 56, 97, 130, 162 y 189 días después del primer análisis) en que la época cero corresponde a la primera evaluación. Las parcelas experimentales fueron compuestas por 5 hileras de caña con 12 metros de largo, espaciadas a 1,5 m, totalizando 90 m², siendo considerada como área útil las 3 hileras centrales, descartando 1 metro en las extremidades, totalizando 45 m².

En cada parcela fue cosechado un grupo de caña con 10 tallos retirados en secuencia en la hilera de siembra. Los tallos fueron deshojados, despuntados y encaminados para el Laboratorio de Tecnología de Azúcar y Etanol de la FCAV/UNESP, campus de Jaboticabal. En el caldo extraído de los tallos se determinó la acidez total y volátil, y a

partir de estos resultados se calculó la acidez fija de acuerdo con Marques (1998). Los resultados obtenidos fueron sometidos al análisis de variancia por la prueba de F, y los promedios fueron comparados con la prueba de Tukey, al 5% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores obtenidos de total y volátil y los promedios de los tratamientos secundarios están presentados en el Cuadro 1. El mayor promedio de acidez total ($1,58\text{g H}_2\text{SO}_4\text{ L}^{-1}$) fue presentado por el cultivar RB72454. Tales valores son considerados elevados por Ripoli y Ripoli (2004) que estiman valores sobre $0,8\text{g(H}_2\text{SO}_4\text{ L}^{-1})$ como patrones ideales de calidad del jugo de caña de azúcar. El cultivar RB867515 presentó el menor valor de acidez total ($1,07\text{ g H}_2\text{SO}_4\text{ L}^{-1}$) En relación a las épocas analizadas, con excepción de la acidez volátil que no demuestra mayor importancia en la totalidad de la acidez, no hubo variaciones significativas en los valores promedios de los cultivares presentados, apenas una pequeña reducción.

Los resultados presentados no concuerdan con lo presentado por Silva et al. (2011), quienes encontraron un aumento progresivo en la acidez total en el transcurrir de las épocas de análisis, que supuestamente atribuyeron la reducción de la sacarosa y menor calidad de la materia prima (Amorim, 2005). Tasso Júnior et al. (2009), notaron el aumento de acidez y dextrana a una mayor contaminación del jugo provocado por el tiempo de almacenamiento de los tallos de caña.

En el Cuadro 2 están presentes los datos de desdoblamiento de la acidez total. Lo CTC2 presentó el mayor aumento en la concentración de acidez en el transcurrir de las épocas. Los cultivares CTC8 y CTC6 no presentaron, como en la acidez fija, cambios significativos en sus valores. En el Cuadro 3 se puede observar los datos de regresión de la acidez total que es semejante a los datos de la regresión de la acidez fija.

Cuadro 1. Valores promedios de acidez total (AT), acidez volátil (AV) y acidez fija (AF), obtenida por los seis cultivares tardíos de caña de azúcar en las diferentes épocas analizadas a lo largo de la cosecha 2007/2008.

Fuente de variación	AT (g H ₂ SO ₄ L ⁻¹)	AV g C ₂ H ₄ O ₂ L ⁻¹
Cultivares		
CTC 2	1,55ab	0,014b
CTC 8	1,35bc	0,014b
CTC 6	1,17cd	0,014b
RB72454	1,58a	0,013b
RB867515	1,07d	0,019a
IACSP94-2101	1,36bc	0,016ab
DMS	0,2089	0,0040
ÉPOCAS (días)		
0	1,33a	0,022a
21	1,35a	0,019b
56	1,45a	0,014c
97	1,37a	0,015c
130	1,34a	0,012cd
162	1,30a	0,012cd
189	1,29a	0,010d
DMS	0,2688	0,0033
PRUEBA F		
(C)	21,00**	8,04**
(E)	0,73NS	30,75**
(C X E)	4,74**	6,46**
COEFICIENTE DE VARIACIÓN		
C.V. PARCELAS	14,94	25,36
C.V. SUB-PARCELAS	19,66	21,60

¹ Comparaciones en la vertical para cada uno de los factores estudiados. Promedios seguidos de letras distintas difieren entre si según prueba de Tukey al 5 % de probabilidad. ** significativo al 1 % de probabilidad, por prueba de F. DMS – Diferencia mínima significativa.

Cuadro 2. Datos de acidez total (g H₂SO₄ L⁻¹) en el desdoblamiento de los cultivares por las épocas de estudio.

	CTC2	CTC8	CTC6	RB72454	RB867515	IACSP94-2101	Prueba F
0	0,96bC	1,21Ba	1,22b	2,09Aa	1,31bAB	1,19bAB	6,81**
21	1,15bcBC	1,48abcA	1,18bc	1,84aAB	1,55abA	0,89cB	5,14**
56	1,72abAB	1,43abcA	1,19bc	1,93aA	1,33abcAB	1,10cB	4,63**
97	1,76aAB	1,10bA	1,38ab	1,68abABC	1,12bABC	1,21abAB	3,65**
130	1,88aA	1,47abA	1,14b	1,12bC	0,91bABC	1,50abAB	5,58**
162	1,62abABC	1,37abA	1,064bc	1,19bcBC	0,75cBC	1,84aA	6,95**
189	1,75aAB	1,41abA	0,99bc	1,23abBC	0,54cC	1,81aA	10,37**
Prueba F	5,21**	0,86NS	0,64NS	6,70**	5,40**	5,62**	

Letras mayúsculas comparación en la vertical, letras minúsculas comparación en la horizontal.

Cuadro 3. Regresión de la acidez total de los 6 cultivares tardíos.

Cultivares	Prueba f	R²	Ecuación
CTC2	10,15**	0,9016	$y = 0,96686882 + 0,01395830x - 0,00005483x^2$
CTC8	-	-	$y = 1,35706667$
CTC6	-	-	$y = 1,17086667$
RB72454	33,83**	0,8420	$y = 2,06313552 - 0,00510700x$
RB867515	29,20**	0,9007	$y = 1,52225313 - 0,00474525x$
IACSP94-2101	27,47**	0,8146	$y = 0,93808356 + 0,00460236x$

* - Significativo al nivel de 5% de probabilidad, por Prueba de F, respectivamente.

En la comparación de la acidez volátil todos los cultivares presentaron reducción en sus valores promedio en el transcurrir de los análisis, el cultivar CTC2 presentó la mayor reducción, datos presentados en el Cuadro 4, pero tales resultados son inexpresivos ya que la acidez fija es predominante en el cálculo de la acidez total. En la regresión presentada en el Cuadro 5 demuestra la regresión de los seis cultivares tardíos, el cultivar CTC2 presenta la ecuación correspondiente a la disminución de su valor de acidez volátil.

Cuadro 4. Datos de acidez volátil (g C₂H₄O₂ L⁻¹) en el desdoblamiento de los cultivares por las épocas de estudio.

	CTC2	CTC8	CTC6	RB72454	RB867515	IACSP94-2101	Prueba F
0	0,02bA	0,01cB	0,02abA	0,03aA	0,02abA	0,02bA	13,05**
21	0,02bA	0,01bcAB	0,02aA	0,01cB	0,02bcAB	0,02bcAB	9,74**
56	0,01abAB	0,01abB	0,01abB	0,007Bb	0,01aAB	0,02aAB	6,01**
97	0,01aAB	0,01aB	0,01aB	0,01aB	0,01aAB	0,02aAB	2,95*
130	0,01abB	0,01abB	0,009bB	0,01abB	0,01aB	0,01abC	2,48*
162	0,009bcB	0,01abB	0,006cB	0,01bcB	0,02aB	0,01abcBC	5,77**
189	0,007bcB	0,01aB	0,005cB	0,005cB	0,01abB	0,008bcC	7,27**
Prueba F	8,24**	1,77NS	23,00**	19,57**	3,23**	7,23**	

Letras mayúsculas comparación en la vertical, letras minúsculas comparación en la horizontal.

Cuadro 5. Regresión de la acidez volátil de los 6 cultivares tardíos.

Cultivares	Prueba f	R ²	Ecuación
CTC2	46,29**	0,9369	$y = 0,02103356 - 0,00007413x$
CTC8	8,91**	0,8406	$y = 0,01105446 + 0,00003252x$
CTC6	6,69*	0,8727	$y = 0,02767866 - 0,00021920x + 0,00000055x^2$
RB72454	41,37**	0,9210	$y = 0,02924079 - 0,00080357x + 0,00000883x^2 - 0,00000003x^3$
RB867515	4,73*	0,8861	$y = 0,02567891 - 0,00026169x + 0,00000287x^2 - 9,4096E-09x^3$
IACSP94-2101	35,91**	0,8276	$y = 0,02243638 - 0,00006528x$

Letras mayúsculas comparación en la vertical, letras minúsculas comparación en la horizontal.

CONCLUSIONES

- Se concluye en este estudio que el cultivar RB72454 que inicialmente presentaba los mayores valores promedios de acidez total no sufrió un aumento gradual de la acidez como el cultivar CTC2, demostrando diferencias en la variación de acidez entre los cultivares con el pasar de las épocas, exigiendo mayor atención para el momento de la cosecha en cada cultivar.

- El cultivar RB867515 presentó los menores valores promedios de acidez gracias a una disminución en cada análisis, marcando una buena calidad en el jugo, en que los menores valores son en el final del ciclo, coincidiendo así con la época de cosecha recomendada para este cultivar.

BIBLIOGRAFÍA

- Amorim, H. V. 2005. Fermentação alcoólica: Ciência; tecnologia. Fermentec. Piracicaba. 448 p:.
- Campos, G. A.;Cardoso, M. G.;; Silva, R. A.; Santos, C. D; Pinto, A. P. S.; Silva, C. F. 1999. Cachaça: qualidade e produção. Boletim Técnico Série Extensão, Lavras, v.8, n.53, p. 1-26.
- Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos 1999. 1999. Sistema brasileiro de classificação de solos. Embrapa. Produção de Informação. Brasília. 412p.
- Marques, M. O. 1998. Determinação da acidez total, acidez volátil e cálculo da acidez fixa em caldo de cana-de-açúcar. FCAV/UNESP, Jaboticabal/SP, Brasil. 3p. (Roteiro de aula prática)
- Nóbrega, I.C.C. 1994. Características de qualidade de aguardentes de cana comerciais e comparação entre dois processos de fermentação. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa/MG, Brasil. 67 p.
- Ripoli, T.C.C.; Ripoli, M.L.C. 2004. Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente. Barros & Marques Ed. Eletrônica. Piracicaba. 302p.
- Silva, J. D.R.; Silva Neto,H.F.; Tasso Junior,L.C.; Marques,D. Marques, M.O. 2011. teores de acidez no caldo de cultivares tardios de cana-de-açúcar. Nucleus. v.8, n.1, abril, p. 413-420
- Tasso júnior, L. C. Silva Neto, H. F.; Marques, M. O.; Nogueira, G. A.; Roman, R. A. A. 2009. Calidad química em el almacenamiento de la caña de azúcar. p. 771-779. In: Tecnicaña – Congreso de la asociación colombiana de técnicos de lacaña de azúcar, 8. Tecnicaña. Cali, Colombia. Impresora Feriva, Cali, Colombia.