

FÓSFORO INORGÁNICO EN EL JUGO DE DIFERENTES PARTES DEL TALLO DE LOS CULTIVARES CTC9, CTC15 Y CTC16 DE CAÑA DE AZÚCAR

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. E-mail: 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. E-mail: heliofsn@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. E-mail: 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. E-mail: omir@fcav.unesp.br

RESUMEN

Este trabajo tuvo por objetivo cuantificar las concentraciones de fósforo inorgánico presente en el jugo extraído del nudo y entrenudo de tres cultivares de caña de azúcar. Se utilizó un diseño de bloques completas al azar, en arreglo factorial 3x2. Los tratamientos principales fueron los tres cultivares de caña de azúcar y los secundarios las dos partes del tallo (nudo y entrenudo). Fue determinada la concentración de fósforo inorgánico para cada tratamiento. Los resultados obtenidos fueron sometidos al análisis de variancia por la prueba de F, y cuando significativo, los promedios fueron comparados por la prueba de Tukey, al nivel de 5% de probabilidad. Concluimos que los tres cultivares (CTC9, CTC16 y CTC15) presentaron valores semejantes en cuanto a la concentración de fosfatos inorgánicos presentes en el jugo, valores considerados adecuados para una buena eficiencia en su clarificación. Para las diferentes partes del tallo fue observada diferencia en la concentración del nutriente estudiado, encontrando una mayor concentración en el nudo en relación al entrenudo.

Palabras Claves: entrenudo, fósforo, nudo, variedades

INTRODUCCIÓN

En relación a los procesos de industrialización, la producción de azúcar y etanol, de forma cuantitativa y cualitativa, está relacionada a la calidad de la materia prima entregada en la industria. Con el correcto manejo de los cultivares de caña de azúcar es posible obtener incremento en productividad agroindustrial (Landell y Vasconcelos, 2006) y en la calidad del producto final. La calidad del jugo extraído está relacionada a las características intrínsecas de cada cultivar, destacando dentro de los procesos de industrialización, el elemento fósforo. Para producción de azúcar, la calidad de la materia prima (caña de azúcar) entregada en las unidades industriales ejerce fundamental importancia. Dentro de las variables que influyen estas características se destaca la concentración de fósforo inorgánico presente en el jugo de caña (Silva Neto, 2010).

La importancia de la concentración de P_2O_5 en el jugo de caña esta evidenciada en la literatura azucarera, orientada a la fabricación de azúcar, más específicamente en la fase de clarificación del jugo de caña. Siendo así, el principal objetivo de la clarificación o purificación del jugo es la remoción de la mayor cantidad de impurezas del líquido extraído (Eggleston et al., 2002). El nivel de clarificación está directamente relacionado a la concentración de fosfatos inorgánicos encontrados en el jugo (Ragghianti et al., 2009). Concentraciones inadecuadas de fósforo inorgánico comprometen el proceso de clarificación del jugo, pudiendo ocurrir decantación incompleta de las impurezas, resultando en mayor índice de color del jugo (Delgado et al., 1973)

Delgado y César, (1984) relataron una variación de 70 a 800 mg de P_2O_5 por litro de jugo. Según Honig, (1969) concentraciones de fosfato (P_2O_5) menores a 150 mg L^{-1} son consideradas bajas, niveles entre 150 y 500 mg L^{-1} son considerados normales y

concentraciones mayores a 500 mg L^{-1} son consideradas altas. Casagrande (1991) menciona que concentraciones de P_2O_5 , superiores a 300 mg L^{-1} , facilitan el proceso de clarificación del jugo en la industria.

Analizando las concentraciones de fosfato inorgánico en el jugo del tallo entero de los cultivares SP82-3530, SP83-5073 y RB835486, Martins (2004) encontró las siguientes concentraciones respectivamente: $345,5 \text{ mg L}^{-1}$, $540,4 \text{ mg L}^{-1}$ y $889,5 \text{ mg L}^{-1}$.

Lebre et al. (2010) estudiaron diferentes cultivares en cuanto a la concentración del elemento en su jugo, y observó los mayores promedios para los cultivares CTC2 (310,61 ppm) y IACSP94-2101 (291,69 ppm) respectivamente. Al estudiar la diferencia entre las partes del tallo, en cuanto a la concentración de fosfatos inorgánicos en el jugo Silva Neto et al. (2010), no constataron diferencias significativas entre el nudo y entrenudo, en el promedio de todos los cultivares evaluados, pero hubo cultivar que presentó diferencias en relación a las partes del tallo. En este contexto, el objetivo de este trabajo fue cuantificar las concentraciones de fósforo inorgánico en diferentes partes del tallo de cultivares de caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue conducido en la Hacienda de Enseñanza, Investigación y Producción de la FCAV/UNESP, localizada en el Municipio de Jaboticabal, Estado de São Paulo en condiciones de caña de segundo corte (soca), a una altitud promedio de 583 metros sobre el nivel del mar, con relieve caracterizado como suave ondulado. Su localización geográfica es definida como: latitud $21^{\circ} 15' 22'' \text{S}$ y longitud $48^{\circ} 18' 58'' \text{WG}$.

El clima es de tipo tropical con invierno seco, y clasificado, de acuerdo con el Sistema Internacional de Koppen, como Aw. La pluviometría promedio anual es de 1.425

mm, con concentración de lluvias en el verano y seco en el invierno. El experimento fue instalado en un Latossolo Vermelho Eutrófico típico (Embrapa, 1999), A moderado, textura muy arcillosa relieve suave ondulado. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar, con arreglo factorial 3x2, con cuatro repeticiones. El tratamiento principal fue compuesto por los tres cultivares de caña de azúcar (CTC9, CTC15 y CTC16). El tratamiento secundario fue compuesto por las dos partes del tallo de caña (nudo y entrenudo). En cada bloque habían parcelas representando los cultivares de caña. Las parcelas experimentales fueron formadas de 5 hileras de caña con 12 metros de largo, espaciadas a 1,5 m, totalizando 90 m², siendo consideradas como área útil, las 3 hileras centrales, descartando un metro en las extremidades, así como la primera y quinta hilera, resultando 45 m².

Para la extracción de las muestras, fue cosechado un grupo de tallos de cada cultivar por bloque, totalizando cuatro grupos. Cada grupo contenía 20 tallos retirados en secuencia, en la hilera, en cada una de las tres hileras centrales de la parcela. El local de cosecha dentro de las hileras fue escogido aleatoriamente al momento del muestreo. La evaluación fue realizada el día 05/10/2010, en la condición de caña de tercer corte (soca). Los tallos fueron cortados manualmente, deshojados, despuntados, etiquetados y encaminados al Laboratorio de Tecnología de Azúcar y Etanol del Departamento de Tecnología de la FCAV/UNESP.

En el laboratorio, los tallos fueron separados en nudos y entrenudos, con ayuda de una sierra eléctrica tipo “tico-tico”. Cada parte del tallo fue encaminada para el desfibrador de caña. Después de esto, se procedió a la homogeneización del material desintegrado, siendo pesado 500 gramos, siendo transferido el material para la prensa hidráulica. En este

momento, se aplicó una presión de 250 kg.cm^{-2} por un minuto. Después de sometido a presión se obtuvo una masa húmeda (material fibroso para ser descartado) y el jugo extraído. En el jugo extraído se determinó la concentración de fósforo inorgánico siguiendo el método propuesto por Gomori, de acuerdo con (Delgado y Cesar, 1984). Los resultados obtenidos fueron sometidos al análisis de variancia por la prueba de F, y cuando significativo, los promedios fueron comparados con la prueba de Tukey, al nivel de 5% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación a las concentraciones de fósforo inorgánico entre los cultivares de caña de azúcar (Cuadro 1), se verificó que no hubo diferencia significativa entre los cultivares. Pero, el cultivar CTC9 obtuvo mayor valor de fósforo cuando fue comparado a los cultivares CTC16 y CTC15 (347,01; 332,14 y 322,69 mg P_2O_5 L de jugo⁻¹, respectivamente), valores superiores a los citados por Lebre et al. (2010) que estudiando diferentes cultivares obtuvieron, para CTC2 (310,61 mg P_2O_5 L de jugo⁻¹,) y para el IACSP94-2101 (291,69 mg P_2O_5 L de jugo⁻¹,). Para la comparación con CTC9 Martins (2004) citó valor semejante cuando estudió el cultivar SP82-3035 (345,5 mg L jugo⁻¹). Los promedios de todos los cultivares están dentro del intervalo de variación estudiado por los autores Delgado y César (1984) que va de 70 hasta 800 mg de P_2O_5 L de jugo⁻¹, y para Honig (1969), estos son considerados de concentración normal, pues están dentro del intervalo de 150 a 500 mg L⁻¹. Los cultivares estudiados son definidos como de buena clarificación, pues sus promedios son superiores a 300 ppm, el cual fue recomendado por Casagrande (1991), considerando que la concentración de fosfatos inorgánicos es directamente proporcional al nivel de clarificación (Ragghianti et al., 2009).

Este mayor valor de fosfato inorgánico es recomendado por Delgado et al. (1973) para el proceso de clarificación de jugo, debido a que elevadas concentraciones de P_2O_5 están relacionados a una mayor remoción de impurezas, proporcionando jugos más claros y consecuentemente mejor calidad de azúcar producido.

En lo referente a las diferentes partes del tallo, se observó diferencia estadística entre las mismas, contrario a lo observado por Silva Neto et al. (2010) quienes no constataron diferencias entre ellas.

Cuadro 1. Valores promedios¹ de fósforo inorgánico presente en el jugo extraído de diferentes partes del tallo de cultivares de caña de azúcar, cosecha 2010/2011.

Tratamientos	Fósforo Inorgánico (mg P_2O_5 L de jugo⁻¹)
Cultivares(C)	
CTC9	347,01
CTC15	322,69
CTC16	332,14
DMS (5%)	
Prueba F	0,818 ^{NS}
Partes (P)	
Nudo	376,71a
Entrenudo	291,19b
DMS (5%)	
Prueba F	29,83**
Estadística	
Prueba F (interacción C x P)	3,60 ^{NS}
Promedio General	333,95
CV (%)	9,95

¹ – Números seguidos de letras distintas, para el mismo atributo, difieren entre si según Prueba de Tukey, al 5% de probabilidad. ^{NS} e ** - No significativo y significativo al 1% de probabilidad, respectivamente. CV – coeficiente de variación.

CONCLUSIÓN

Concluimos que los tres cultivares (CTC9, CTC16 y CTC15) presentaron valores semejantes en cuanto a la concentración de fosfatos inorgánicos presentes en el jugo, valores considerados adecuados para una buena eficiencia en la clarificación del jugo. Para las diferentes partes del tallo se observó diferencia en cuanto a la concentración del nutriente estudiado, encontrándose una mayor concentración en el nudo en relación al entrenudo.

BIBLIOGRAFÍA

- Casagrande, A. A. 1991. Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar. FUNEP. Jaboticabal/SP. 157p.
- Delgado, A.A.; Cesar, M.A.A. 1984. Determinação de fosfatos em caldo e mosto de cana-de-açúcar. STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos. v.2, n.4: p.42-45.
- Delgado, A.A.; Ferreira, L.J.; Barbin, D. 1973. O comportamento de três variedades de cana-de-açúcar na clarificação do caldo em função de teores variáveis de fósforo. Brasil Açucareiro. v.82, n.1: p.55-75.
- Eggleston, G.; Monge, A. Pepperman, A. 2002. Preheating and incubation of cane juice to liming: a comparison of intermediate and cold lime clarification. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 50, n.1, p. 484-490.
- 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.

- Honig, P. 1969. Principios de tecnologia azucarera. Continental: México. 645p.
- Landell, M.A.G.; Vasconcelos, A.C.M. 2006. Reunião do grupo Fitotécnico. Ribeirão Preto/SP, Brasil. (CD-ROM)
- Lebre, A. C. P.; Silva Neto, H. F.; Silva J. D. R.; Júnior TASSO, L. C.; Marques, M. O. 2010. Fosfatos inorgânicos em caldos de seis cultivares de cana-de-açúcar, na safra 2009/2010. 1-4. In: SICUSP, 18. Piracicaba/SP. Brasil. 16 a 19 de novembro de 2010. USP: Piracicaba, Brasil.
- Martins, N. G. S. 2004. Os fosfatos na cana-de-açúcar. 2004. p. 44-46. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba/SP, Brasil. 87p.
- Ragghianti, K. C.; Silva Neto, H. F.; Tasso Júnior, L.C.; BordonaL, R. O.; Marques, M. O. 2009. Teores de fosfato inorgânico em cultivares tardias de cana-de-açúcar. p. 347. In: Congresso nacional de fisiologia vegetal, 12. Fortaleza-CE. Brasil. 7 a 12 de setembro de 2009. SBFV: Fortaleza-CE, Brasil.
- Silva Neto, H. F. 2010. Aspectos agrotecnológicos, florescimento, impurezas vegetais e produção de bagaço de cultivares de cana-de-açúcar. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal/SP, Brasil. 100p.
- Silva Neto, H. F.; Silva, J. D. R.; Tasso Junior, L. C.; Marques, M. 2010. Fósforo inorgânico no caldo de diferentes partes do colmo de cana. 0. 1-4. In: SIMCANA, 2. Botucatu/SP. Brasil. 19 a 21 de outubro de 2010. FEPAF: Botucatu-SP, Brasil.