

## Resumen

La afectación a la calidad del jugo de la caña de azúcar causado por *Sigmodon toltecus* (Rodentia: Muridae) impacta negativamente a la calidad de los jugos en las variables, brix, fibra, sacarosa, pureza, y reductores. Para la variable brix cuando los tallos sufren un ataque de más de seis entrenudos roídos, la reducción es mayor a 1.59%, y con más de nueve 1.79%, comparado con los tallos totalmente sanos. Para fibra, con nueve entrenudos roídos se incrementa en 0.6%. En sacarosa, con más de seis entrenudos roídos, se disminuye en 2.17%. En pureza, con más de seis entrenudos roídos la disminución es de 5.13 y de 8.55%; con más de nueve. Para azúcares reductores, con más de seis entrenudos roídos, se incrementa en 0.27%, y con más de nueve en 0.4%. Respecto a la calidad del jugo de tallos con daño fresco y viejo, no hay diferencias para ninguna de las variables en ninguno de los tratamientos. Respecto al manejo agronómico del cultivo, para brix en el manejo agronómico heterogéneo con más de nueve entrenudos roídos por tallo, se disminuye en 2.53; mientras que para el manejo homogéneo hay una disminución de 1.75% con más de seis entrenudos roídos, y 2.07 con más de nueve. En fibra en el manejo homogéneo, con más de nueve entrenudos roídos se incrementa en 0.78%, en el manejo heterogéneo no hay diferencias. En sacarosa en el manejo heterogéneo, con más de nueve entrenudos roídos se disminuye en 3.27%; mientras que en el manejo homogéneo, con más de seis entrenudos roídos la reducción es de 2.25, y 2.83% con más de nueve. En pureza en el manejo heterogéneo, con más de nueve entrenudos roídos la reducción es de 10.33%; mientras en el manejo homogéneo, con más de nueve entrenudos roídos, la reducción es de 6.37%. En azúcares reductores, en el manejo heterogéneo, con más de nueve entrenudos roídos se incrementa en 0.37%; mientras en manejo homogéneo, con más de seis entrenudos roídos se incrementa en 0.30, y 0.37% con más de nueve entrenudos roídos.

Palabras clave: *Sigmodon toltecus*, daño, afectación del jugo, manejo agronómico.

## Summary

The affectation on the quality of the juice of the sugar cane caused by *Sigmodon toltecus* (Rodentia: Muridae) negatively impacts the quality of the juices in the variables, brix, fiber, sucrose, purity, and reducers. For brix variable when the stems suffer an attack of more than six gnawed stems, the reduction is greater than 1.59%, and 1.79% over nine compared to totally healthy stems. For fiber, with nine gnawed stems is increased by 0.6%. Sucrose, with more than six gnawed stems, it decreased by 2.17%. In purity, with more than six gnawed stems the decrease is 5.13 and 8.55%; with more than nine. For reducing sugars, with more than six gnawed stems, it is increased by 0.27%, and more than nine in 0.4%. Regarding quality juice fresh stems and old damage, there is no difference for any of the variables in any of the treatments. Regarding the agronomic crop management, for brix agricultural management in heterogeneous with more than nine gnawed stems, is decreased by 2.53; while for the uniform handling there is a decrease of 1.75% over six gnawed stems, and 2.07 with more than nine. In the homogeneous fiber management over nine gnawed stems is increased by 0.78% in the handling heterogeneous no differences. Sucrose in the heterogeneous management, with more than nine gnawed stems is decreased by 3.27%; while in the homogeneous operation, with more than six gnawed stems reduction is 2.25, and 2.83% over nine. In purity in the heterogeneous management, with more than nine gnawed stems reduction is 10.33%; while in the homogeneous operation, more than nine gnawed stems, the reduction

is 6.37%. Reducing sugars in the heterogeneous management, with more than nine gnawed stems is increased by 0.37%; while in homogeneous operation, with more than six gnawed stems it is increased by 0.30 and 0.37% over nine gnawed stems.

Keywords: *Sigmodon toltecus*, damage, affectation involvement juice, agronomic management.

## Introducción

Dentro de los diferentes problemas en la producción de la caña de azúcar a los que se enfrenta el sector, son la caída de los precios del endulzante en el mercado mundial; además en los últimos años, los incrementos a los precios de los insumos para la producción, hacen más difícil la rentabilidad del cultivo, sobre todo para productores con superficie menor a cinco hectáreas, estos representan la mayor parte de la superficie cultivada de caña en México, lo que en consecuencia provoca un problema económico y social importante.

A lo anterior se agrega el problema del ataque de plagas y enfermedades que impactan fuertemente en la disminución del rendimiento, no solo en cantidad, sino en la calidad de la materia prima que se destina a la agroindustria azucarera, disminuyendo el ingreso del productor, no solo por disminución de volumen entregado al ingenio, sino también, por la disminución en la calidad de los jugos al ser afectados por las diferentes plagas.

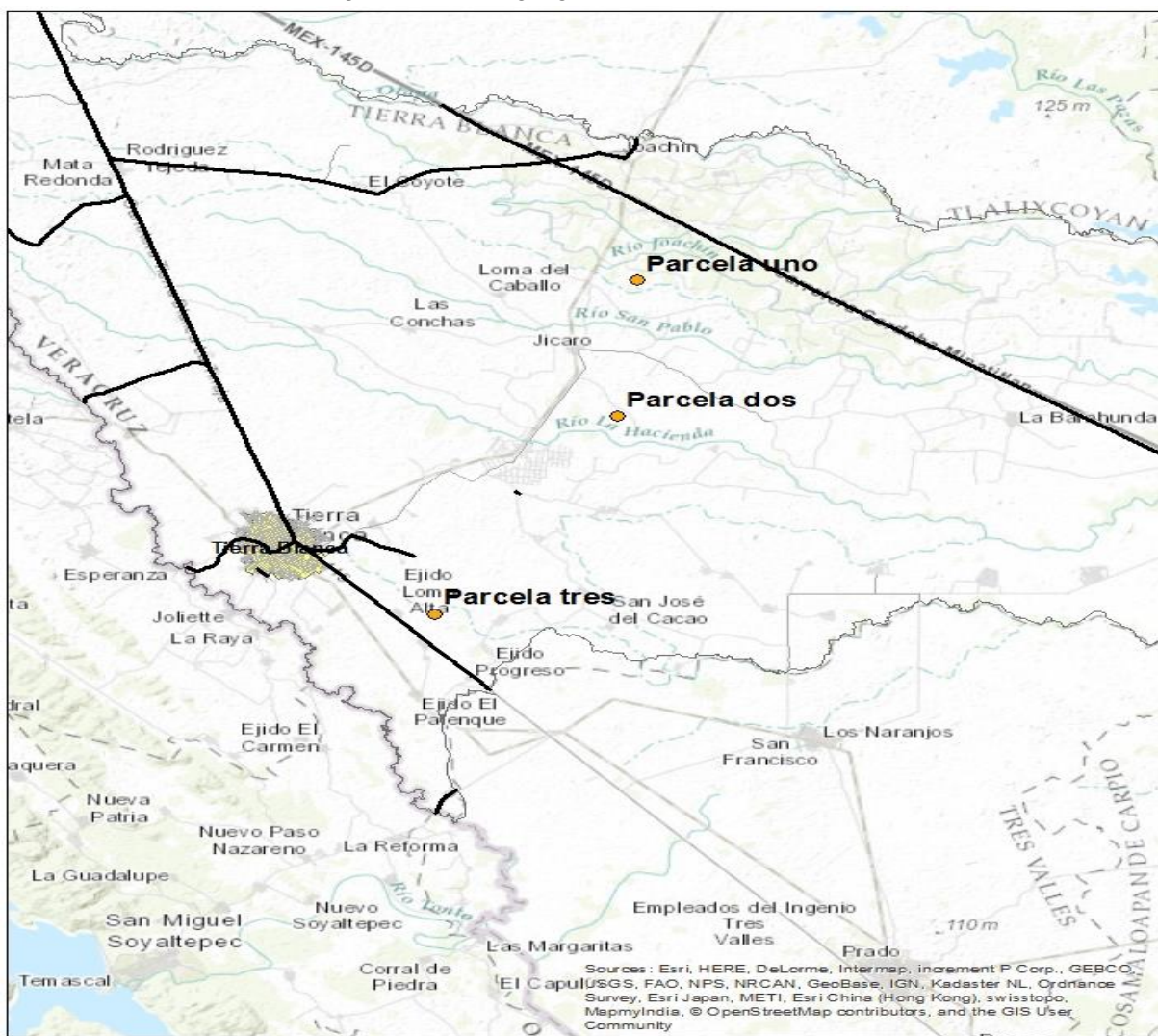
Actualmente ya se tienen estudios en algunas plagas de mayor importancia económica, que permiten estimar las pérdidas ocasionadas a la calidad de los jugos. Para el caso de la plaga de roedores, se sabe que por cada uno por ciento de daño ocasionados al cultivo, la pérdida en rendimiento es de 0.630 toneladas de caña; sin embargo, aún falta conocer y estimar pérdidas económicas en la calidad de los jugos en tallos molederos afectados por los roedores (ratas principalmente). En México, estas pérdidas económicas no han sido debidamente documentadas sobre bases de métodos científicos de muestreo; como tampoco existen evaluaciones de la susceptibilidad de las variedades al ataque de los roedores.

Por lo anterior, el presente trabajo de investigación, plantea estimar el nivel de afectación en la calidad del jugo de la caña de azúcar en la variedad MEX 69-290, causado por *Sigmodon toltecus* (*RODENTIA: Muridae*), en la región cañera central de Veracruz, México.

## Materiales y Métodos

Para la realización del presente trabajo de investigación, se trabajó con la variedad de caña Mex 69-290 con la cual se midieron los niveles de afectación a los jugos de los tallos molederos, los materiales fueron: báscula, cámara fotográfica, ordenador, machete, hilo, además el equipo de laboratorio donde se hicieron los análisis respectivos para evaluar la calidad de los jugos.

Fig. 1 Ubicación geográfica del área de estudio



**Áreas de muestreo:** La toma de muestras se realizó en tres zonas de abastecimiento del Ingenio San Nicolás, S. A. de C. V. en los siguientes lotes:

Parcela uno, ubicada en la localidad de Joachín, su ubicación geográfica es:  $18^{\circ} 34' 40.5''$  N y  $96^{\circ} 13' 40.6''$  W, altitud de 31 msnm. Parcela dos, Estanzuela, de la localidad El Jicaro, de 20 hectáreas, superficie propiedad del Ingenio San Nicolás; su ubicación geográfica es:  $18^{\circ} 30' 41.3''$  N y  $96^{\circ} 14' 06.6''$  W, altitud de 29 msnm. Parcela tres, localizada en la localidad de Tierra Blanca, su ubicación geográfica es:  $18^{\circ} 24' 52.6''$  N y  $96^{\circ} 18' 03.9''$  W, altitud de 29 msnm.

**Método de muestreo:** La toma de muestras de tallos para medir el nivel de afectación a los jugos, se efectuó a partir de parcelas bajo dos manejos agronómicos, es decir, la parcela uno y tres de productores con un manejo agronómico heterogéneo, eran parcelas con un manejo similar entre ambas pero diferente al que se aplica en las tierras propias del ingenio, es decir, en la parcela dos, se tiene un manejo

agronómico homogéneo, con aplicación de riego y nutrición más balanceada, que el aplicado por los productores, básicamente es lo que marca la diferencia en cuanto a manejos.

Las muestras, compuestas con cinco tallos, o un peso mínimo de medio kilogramo; para el testigo siempre se integraron de 5 tallos. Se colectaron 68 muestras que integran los cuatro tratamientos con sus respectivos testigos. La toma de muestras se efectuaron durante el periodo del 16 de febrero al 19 de marzo de 2015 (zafra 2014-2015).

Cuadro 1. Esquema del diseño del experimento para toma de muestras en campo.

<b>DAÑO FRESCO</b>						
TRATA- MIENTO	DESCRIPCION DEL TRATAMIENTO	REPETICIÓN 1	REPETICIÓN 2	REPETICIÓN 3	REPETICIÓN 4	
T I	De uno a tres entrenudos roídos	cinco tallos	cinco tallos	cinco tallos	cinco tallos	
T II	De cuatro a seis entrenudos roídos	cinco tallos	cinco tallos	cinco tallos	cinco tallos	
T III	De siete a nueve entrenudos roídos	cinco tallos	cinco tallos	cinco tallos	cinco tallos	
T IV	De 10 a más entrenudos roídos	cinco tallos	cinco tallos	cinco tallos	cinco tallos	
TESTIGO	Tallos completamente sanos	cinco tallos	cinco tallos	cinco tallos	cinco tallos	
<b>DAÑO VIEJO</b>						
T I	De uno a tres entrenudos roídos	cinco tallos	cinco tallos	cinco tallos	cinco tallos	
T II	De cuatro a seis entrenudos roídos	cinco tallos	cinco tallos	cinco tallos	cinco tallos	
T III	De siete a nueve entrenudos roídos	cinco tallos	cinco tallos	cinco tallos	cinco tallos	
T IV	De 10 a más entrenudos roídos	cinco tallos	cinco tallos	cinco tallos	cinco tallos	
TESTIGO	Tallos completamente sanos	cinco tallos	cinco tallos	cinco tallos	cinco tallos	

Nota: El daño fresco se considera de 4 a más días después de haber sido roído el tallo; y para el daño fresco, del día cero, y hasta tres días después de haber sido atacado el tallo.

La toma de muestras en campo se colectaron buscando tallos dañados a todo lo largo del tallo con presencia de daños por rata, en toda las superficie de la parcela dejando una distancia de por lo menos tres surcos del margen de las parcelas, con el propósito de eliminar el “efecto de orilla” buscando tallos con daños de los cuatro tratamientos tanto en daños frescos y daños viejos, en cepas con ataque únicamente de roedores, para descartar efectos de daños de otras plagas, la muestra se componía de tallos de una, dos o varias cepas hasta completar la cantidad de tallos para integrar en número y peso de la muestra.

Figura 2 y 3. Toma de muestras en campo, y entrega en laboratorio



Las muestras que se colectaban durante el día, inmediatamente se trasladaban al laboratorio de campo del Ingenio San Nicolás, para que al día siguiente en las primeras horas del día, se efectuara la extracción de los jugos para que bajo el método de Pol-Ratio, donde se determinaron los parámetros de Grados Brix (total de sólidos solubles en el jugo de caña), porcentaje de fibra, contenido de sacarosa (g / tallo) pureza, humedad y azúcares reductores.

Cada muestra antes de ingresar al laboratorio, se pesaba e identificaba, para poder tener registro y su posterior análisis de resultados.

Figura 4 y 5. Proceso de las muestras en el laboratorio de campo del “Ingenio San Nicolás”



El diseño experimental utilizado fue un modelo completamente al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Una vez colectada la información en los formatos de registro de datos tanto de campo como de laboratorio, se procesaron en el paquete estadístico JMP y SAS para su respectivo análisis y obtención de resultados.

### Resultados y discusión

Cuadro 2. Análisis de varianza de las variables de calidad de jugo y comparación por la prueba de t, entre los tratamientos según los tipos de daño.

Variable evaluada	Tipo de daño	N (repeticiones)	Media	Diferencia entre medias	Grados de libertad	Diferencia mínima de acuerdo a la prueba de t	$P < 0.05$
Brix (%)	T I Fresco	8	15.63	0.57	7	0.94	0.813 NS
	T I Viejo	8	15.06				
	T II Fresco	8	15.25	0.31	7	0.41	0.6544 NS
	T II Viejo	8	14.94				
	T III Fresco	8	14.91	0.69	7	1.31	0.885 NS
	T III Viejo	8	14.22				
	T IV Fresco	7	14.77	0.48	6	0.83	0.7812 NS
	T IV Viejo	7	14.29				
Fibra (%)	T I Fresco	8	13.04	0.24	7	2.05	0.9607 NS
	T I Viejo	8	12.80				
	T II Fresco	8	13.01	0.18	7	0.73	0.7557 NS
	T II Viejo	8	12.82				
	T III Fresco	5	13.23	0.42	4	1.11	0.8363 NS
	T III Viejo	5	12.80				
	T IV Fresco	5	13.32	0.19	4	0.754	0.7537 NS
	T IV Viejo	5	13.13				
Sacarosa (%)	T I Fresco	8	13.87	0.59	7	0.84	0.7866 NS
	T I Viejo	8	13.28				
	T II Fresco	8	13.34	0.15	7	0.16	0.5644 NS
	T II Viejo	8	13.18				
	T III Fresco	5	13.25	1.33	4	1.26	0.8623 NS
	T III Viejo	5	11.92				
	T IV Fresco	5	12.72	1.03	4	1.22	0.8566 NS
	T IV Viejo	5	11.69				
Pureza (%)	T I Fresco	8	88.48	0.28	7	0.25	0.5987 NS
	T I Viejo	8	88.20				
	T II Fresco	8	87.23	-8.85	7	-0.39	0.3524 NS
	T II Viejo	8	88.09				
	T III Fresco	5	87.23	3.46	4	1.33	0.8742 NS
	T III Viejo	5	83.76				
	T IV Fresco	5	86.80	6.77	4	3.39	0.9863 NS
	T IV Viejo	5	80.03				
Humedad (%)	T I Fresco	8	71.34	-0.47	7	-1.00	0.1746 NS
	T I Viejo	8	71.81				
	T II Fresco	8	71.55	-0.57	7	-1.66	0.0696 NS
	T II Viejo	8	72.13				
	T III Fresco	5	71.57	-1.13	4	-2.12	0.0504 NS
	T III Viejo	5	72.71				
	T IV Fresco	5	71.78	-0.33	4	-1.09	0.1681 NS
	T IV Viejo	5	72.11				

Azúcares reductores (%)	T I Fresco	8	0.34	-0.05	7	-0.73	0.2443 NS
	T I Viejo	8	0.39				
	T II Fresco	8	0.39	-0.02	7	-0.23	0.4123 NS
	T II Viejo	8	0.42				
	T III Fresco	5	0.42	-0.17	4	-1.95	0.0609 NS
	T III Viejo	5	0.60				
	T IV Fresco	5	0.51	-0.24	4	-1.89	0.658 NS
	T IV Viejo	5	0.75				

Cuadro 3. Análisis de varianza entre las variables de calidad por tratamientos según el manejo agronómico

Tipo de manejo	Variable evaluada (%)	No. de tratamientos	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Pr>F
Manejo heterogéneo	Brix	4	3	25,25	6,31321	5,5188	0,0014**
Manejo homogéneo	Brix	4	3	10,122239	2,532056	2,0972	0,1173NS
Manejo heterogéneo	Fibra	4	3	2,138728	0,534682	2,453	0,0629
Manejo homogéneo	Fibra	4	3	1,4907653	0,372691	2,7058	0,0581
Manejo heterogéneo	Sacarosa	4	3	42,61419	10,6535	6,3759	0,0005*
Manejo homogéneo	Sacarosa	4	3	28,075775	7,01894	3,5380	0,0234*
Manejo heterogéneo	Pureza	4	3	239,73858	59,9346	4,8195	0,0031*
Manejo homogéneo	Pureza	4	3	349,27918	87,3198	4,3128	0,0106*
Manejo heterogéneo	Humedad	4	3	4,989292	1,24732	1,7355	0,1629
Manejo homogéneo	Humedad	4	3	0,438858	0,109715	0,3349	0,8514
Manejo heterogéneo	Azúcares reductores	4	3	0,6451383	0,161285	7,41	0,0002*
Manejo homogéneo	Azúcares reductores	4	3	0,4852938	0,121323	3,9212	0,157*

Cuadro 4. Resumen de los análisis de varianza por variable de estudio, para tratamientos en los diferentes tipos de manejo combinados con tipos de daño.

Tipo de manejo	Tipo de daño	Variable de estudio (%)	No. de tratamientos	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Pr>F
Manejo heterogéneo	fresco	Brix	4	3	15.116100	5.03870	7.4546	0.0032**
	viejo	Brix	4	3	1.5809417	0.526981	1.5325	0,2660
Manejo homogéneo	fresco	Brix	4	3	9.845655	3.28189	4.2554	0.0231*
	viejo	Brix	4	3	5.093745	1.69792	4.0307	0.0275*
Manejo heterogéneo	fresco	Fibra	4	3	1.1500078	0.383336	1.3683	0,2931
	viejo	Fibra	4	3	0.4462417	0.148747	0.8740	0,4866
Manejo homogéneo	fresco	Fibra	4	3	1.5604704	0.520157	5.2393	0.0113*
	viejo	Fibra	4	3	0.8837954	0.294598	1.9874	0,1592
Manejo heterogéneo	fresco	Sacarosa	4	3	11.480858	3.82695	3.2541	0,0538
	viejo	Sacarosa	4	3	9.394413	3.13147	3.4944	0,0577
Manejo homogéneo	fresco	Sacarosa	4	3	10.929614	3.64320	3.4551	0.0435*
	viejo	Sacarosa	4	3	10.148749	3.38292	3.1615	0.0556
Manejo heterogéneo	fresco	Pureza	4	3	60.58407	20.1947	2.116	0.1441
	viejo	Pureza	4	3	268.08533	89.3618	3.8398	0.0459*
Manejo homogéneo	fresco	Pureza	4	3	13.773795	4.59127	1.1055	0.3781
	viejo	Pureza	4	3	116.05528	38.6851	2.3542	0.1131
Manejo heterogéneo	fresco	Humedad	4	3	1.5872750	0.529092	1.7260	0.2075
	viejo	Humedad	4	3	2.1355012	0.711834	1.2096	0.356
Manejo homogéneo	fresco	Humedad	4	3	1.7117976	0.570599	1.8751	0.1772
	viejo	Humedad	4	3	1.9335388	0.644513	1.5182	0.2505
Manejo heterogéneo	fresco	Azúcares reductores	4	3	0.03195983	0.010653	0.4355	0.7310
	viejo	Azúcares reductores	4	3	0.24582069	0.081940	4.8444	0.0247*
Manejo homogéneo	fresco	Azúcares reductores	4	3	0.14466137	0.048222	2.4324	0.1053
	viejo	Azúcares reductores	4	3	0.37363898	0.124546	12.332	0.0002**

El análisis de regresión lineal entre los valores medios de los daños y las variables de la calidad de los jugos señala para el caso de las variables sacarosa y azúcares reductores como los más importantes por la naturaleza en la industria que en el caso de sacarosa en ambos manejos agronómicos homogéneo y heterogéneo, presentan una correlación negativa, lo que nos indica que a mayor número de entrenudos dañados mayor es la pérdida de sacarosa. Mientras que para el parámetro de azúcares reductores, presenta una correlación positiva baja en manejo heterogéneo (0,6748) y en manejo homogéneo (0,5639) lo anterior nos indica que bajo las condiciones prevalecientes durante la conducción de este experimento



no podemos inferir que en la medida que aumenta el número de entrenudos dañados van a incrementarse los reductores.

### **Conclusiones**

Los daños ocasionados por los roedores a la caña, tienen un impacto negativo a la calidad de los jugos, por las observaciones y resultados que se conocieron en la presente investigación en las variables, brix, fibra, sacarosa, pureza, y reductores.

En las comparaciones respecto al manejo agronomico del cultivo se observo lo siguiente:

Para la variable brix se encontraron diferencias altamente significativas en el porcentaje entre los tratamientos de las muestras obtenidas bajo un manejo agronómico heterogéneo. En tanto que las muestras obtenidas bajo un manejo homogéneo presentaron valores similares.

Para la variable brix en el manejo agronómico heterogéneo, se observó que cuando se tienen más de nueve entrenudos roídos por tallo, el porcentaje se disminuye en 2.53% con respecto a tallos completamente sanos; mientras que para el manejo homogéneo hay una disminución de 1.75%, cuando se tienen más de seis entrenudos roídos y 2.07 para cuando se tienen más de nueve.

En los valores de sacarosa entre los tratamientos mostraron ser significativamente diferentes tanto en condiciones homogéneas como en condiciones heterogéneas.

En la variable sacarosa en el manejo heterogéneo, se puede observar que cuando se tengan más de nueve entrenudos roídos, el porcentaje de sacarosa se disminuye de forma significativa en 3.27%, con respecto a los tallos sanos; mientras que en el manejo homogéneo, cuando se tienen más de seis entrenudos roídos, la reducción del porcentaje de sacarosa, es de 2.25, y 2.83% con más de nueve.

En la variable pureza en el manejo heterogéneo se puede observar, que cuando se tengan más de nueve entrenudos roídos, la reducción del porcentaje de pureza es de 10.33% con respecto a los tallos sanos; mientras en el manejo homogéneo, cuando se tengan más de nueve entrenudos roídos, la reducción es de 6.37%.

En la variable azúcares reductores en el manejo heterogéneo, se puede observar, que cuando se tengan más de nueve entrenudos roídos, el porcentaje se incrementa en 0.37%, con respecto a los tallos sanos; mientras en manejo homogéneo, cuando se tengan más de seis entrenudos roídos, el porcentaje de azúcares reductores se incrementa en 0.30 y 0.37% con más de nueve entrenudos roídos.

### **Referencias**

Álvarez S.H. (1996). Bioecología de los roedores. Ingenio Taboga, Costa Rica. In. I Seminario MIP de la caña de azúcar. Guatemala (Imprenta).

BATES, J.F., (1969). Rodents in sugar cane - Their biology, economic importance and control. En: Pests of sugar cane. 541-561. Ed. Elsevire Publishing Co. London.

Belem S.I. y J. Hernández L. (2013). Bases metodológicas de la Evaluaciones de roenticidas en campo y laboratorio para el control de *S. toltecus* y *Oryzomis couesi* en la region cañera central de Veracruz. Tesis profesional, Ingeniero Agrónomo, Campus Peñuela. Universidad Veracruzana. 59 pp.

Benigno E.A. (1979). the assessment of in field damage to crops caused by rats. PhD Thesis. University of the Philippines. Los Baños, 1979, pp 124.

Bonilla R.V. (2015). Estudio de la diferenciación sexual de embriones de *S. toltecus* que habitan agroecosistemas cañeros Veracruz. Tesis profesional, Licenciado en Biología, Campus Peñuela. Universidad Veracruzana. 100 pp.

Blanco M.I. (2015). Evaluación de control bilógico de roedores en agroecosistemas cañeros, mediante la adición de perchas artificiales en el Fideicomiso Ingenio El Potrero 80329. Tesis profesional, Ingeniero Agrónomo, Campus Peñuela, Universidad Veracruzana. 89 pp.

Collado J.C. y Ruano, M.A., (1963). The rat problem in the sugar cane plantations of Mexico. Proc. Int. Soc. Sug. Cane Technol., 11: 705-711.

Hampson S.J. (1984). A review of rodent damage to sugar cane with criteria for the use of rodenticide. *In*: Dubock, A.C. (ed.) Proceedings of a Conference on the Organization and Practice of Vertebrate Pest Control. Elvetham Hall. UK, 30 Agosto – 3 de septiembre 1982, pp. 227 -251.

Priotto J. y Steinmann A. (2003). Biología de los roedores. En Polop, J. manual de control de roedores en municipios, Argentina (Págs. 11-15).

Taylor K.D. (1972). Rodent Problems in Tropical Agriculture. *In*: Tropical Pest Management. Pp 18: 81 – 88

Vásquez L.I. C. Lorenzo y J Bolaños C. (2013). Roedores habitantes de los Agroecosistemas Cañeros. Guía de Campo. Fundación de la Universidad Veracruzana. ISBN 978-607-96099-0-0. 200 pp.

Vásquez L.I. (2005). Fluctuaciones poblacionales de la rata algodонера *Sigmodon hispidus* en agroecosistemas cañeros de Veracruz, Méx. Tesis Doctoral. Instituto de Fitosanidad, Colegio de Posgraduados. Méx. 110 pp.