

Efecto del Zn sobre la brotación y el enraizamiento de caña de azúcar (*Saccharum* sp.)

Effect of Zn on the germination and rooting of sugarcane (*Saccharum* sp.)

J. Gebauer¹, O. Jiménez², J. Cruz³ y J. Croce³

¹Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", Decanato de Agronomía, Posgrado de Agronomía, Departamento de Frutales. Cabudare, estado Lara, Venezuela. ²Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", Decanato de Agronomía, Departamento de Fitotecnia. Apartado 400 Cabudare, estado Lara, Venezuela. ³AgriLab, Agri de Venezuela C.A. Carretera vieja a Yaritagua. Hacienda La unión, Chorobobo, estado Lara, Venezuela.

Resumen

Para evaluar el efecto de Teprosyn Zn[®] sobre la brotación y el enraizamiento de esquejes de caña de azúcar (*Saccharum* sp.) se realizó un experimento en el vivero de la Agropecuaria El Retorno C.A. Se tomaron esquejes de 7, 8, 9, 10 y 11 meses de edad de la variedad CP 74-2005. El diseño fue completamente al azar, bajo un factorial 2 (con y sin aplicación) x 5 (edades). Se evaluó número de hojas, altura de planta, número de brotes, longitud de raíz, peso fresco y seco de la parte aérea y radical, y porcentaje de brotación. Hubo efecto de Teprosyn Zn sobre la brotación en esquejes de 9 y 10 meses de edad y sobre las variables número de hojas y longitud parte aérea.

Palabras clave: Caña de Azúcar (*Saccharum* sp.), enraizamiento, Teprosyn Zn[®], CP 742005.

Abstract

To evaluate the effect of Teprosyn Zn[®] on the germination and sugarcane rooting (*Saccharum* sp.), was done an essay in the nursery of the Agropecuaria El Retorno C.A, 7; 8, 9 10 and 11 months old stem variety CP 74-2005. The design was completely at random in a factorial 2 (with and without) x 5 (age).

Recibido el 30-6-2010 ● Aceptado el 5-9-2011

Autores de correspondencia e-mail: joegebauer@hotmail.com; odalizjimenez@ucla.edu.ve; jeglay.cruz@agri.com.ve

Were evaluated numbers of sheets, plant height, number of outbreaks, the root, fresh and dry weight of the air and radical, germination percentage. There were effect of Teprosyn Zn[®] on the germination percentage in stem of 9 and 10 months of age and the variables number of leaves and shoot length.

Key words: sugar cane (*Saccharum* sp.), rooting, Teprosyn Zn[®], CP742005.

Introducción

La caña de azúcar (*Saccharum* sp.) por su superficie sembrada es el segundo cultivo permanente en Venezuela. Los estados Portuguesa, Lara y Yaracuy concentran el 85% de la producción nacional. El rendimiento de la caña de azúcar mostró una tendencia decreciente entre los años 1988 y 2001, con una disminución general del 15%. El área cosechada, que había aumentado 9,7% hasta el año 2000 se redujo a 110.849 ha en el 2001, conduciendo a una disminución de 5,3%. Con ello la producción bajo un 19% al pasar de 8.332.537 Tm en 1988 a 6.731.878 Tm en el 2001 (Marín, 2002).

La propagación comercial de la caña de azúcar se realiza por medio de esquejes, siendo importante proporcionarle todas las condiciones favorables al momento de la siembra para obtener un mayor porcentaje de brotación asegurando el mayor número de plantas llevadas a campo en óptimas condiciones. La germinación de la semilla forma parte del proceso inicial que implica la reactivación del crecimiento del embrión y su continuo desarrollo hasta producir una planta potencialmente independiente. Sin embargo, en caña de azúcar el término «germinación» también se utiliza para referirse al grado de brotación de las yemas de los esquejes plantados (Gómez, 1983., Silva, 1995). En la actualidad uno de los manejos que se rea-

Introduction

Sugarcane (*Saccharum* sp.) by its sowed surface is the second permanent crop in Venezuela. Portuguesa, Lara and Yaracuy states concentrate 85% of the national production. The proficiency of sugarcane showed a decreasing trend from 1988 to 2001, with a general reduction of 15%. The cropped are that had increased 9.7% until 2000 reduced 110.849ha in 2001, carrying to a reduction of 5.3%. With it the production lowered 19% going from 8.332.537 Tm in 1988 to 6.731.878 Tm in 2001 (Marín, 2002).

The commercial propagation of sugarcane is done by stems, being important to provide favorable conditions at the sowing moment in order to obtain a higher percentage of outbreaks, and assuring the highest number of plants taken to the field in optimum conditions. The germination of seeds is part of the initial process that implies the reactivation of the embryo growth and its continuous development until producing a potentially independent plant. However, in sugarcane the term «germination» is also used to refer to the degree of outbreaks of buds of the plants stems (Gómez, 1983; Silva, 1995). Currently, one of the best handles done in the mine-stems (only one bud) of sugarcane is the treatment with hot water at 51°C constantly for

lizan en miniesquejes (una sola yema) de caña de azúcar es el tratamiento con agua caliente a 51°C constante por una hora y aplicaciones de fungicidas para el control del raquitismo de la soca (*Leifsonia xyli* subesp. *xyli*) y la escaladura de la hoja (*Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson). No obstante para el tratamiento de esquejes con el fin de lograr buen enraizamiento, se considera una buena opción el suministro de algunos nutrimentos en óptimas cantidades.

El zinc es uno de los micronutrientes esenciales para el óptimo crecimiento de los cultivos. En estudios anteriores se ha encontrado que tratamientos de semillas con Teprosyn Zn[®], influye positivamente en la germinación y aumento significativamente la producción de semillas de maíz, trigo y girasol debido a que este producto contiene 36% de Zinc. Por lo tanto los tratamientos en semillas pueden ser una mejor opción para el manejo agronómico y eficiencia en el uso de los nutrientes que se aplican al suelo (Singh, 2003). La gran mayoría de zinc está retenido en la estructura del suelo y por lo tanto, no es disponible para la planta en sus necesidades nutricionales. El zinc se puede encontrar como forma divalente adsorbida, hidróxido de zinc, o cloruro de zinc. La solubilidad del zinc depende en gran medida del pH del suelo. La presencia de carbonato de calcio disminuye la disponibilidad de zinc debido al aumento de pH del suelo. Los altos niveles de fósforo del suelo también son comúnmente responsables de la deficiencia de zinc. El exceso de cobre también puede reducir la disponibilidad de zinc debido a la ab-

an hour and applications of fungicides for the control of the leave rickets (*Leifsonia xyli* subesp. *xyli*) and the leave scalding (*Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson). Nevertheless, for the treatment of the stems, and with the aim of obtaining a good rooting, it is considered a good option the supply of nutriments in optimum quantities.

Zinc is one of the essential micronutrients for the optimum growth of crops. In previous research, have been found that treatments of seeds with Teprosyn Zn[®], influence positively the germination and increase significantly the production of corn, wheat and sunflower seeds, since this product contains 36% of Zinc. Therefore, treatments in seeds can be a better option for the agronomic handle and efficiency in the usage of nutrients that are applied in the soil (Singh, 2003). Most of the Zinc is retained in the structure of the soil, thus, is not available for the plant on its nutritional needs. Zinc can be found absorbed, or as hydroxide of zinc, or chloride of zinc. The solubility of zinc depends mostly on the pH of the soil. The presence of calcium carbon reduces the availability of zinc due to the increment of pH in the soil. The high levels of phosphorous in the soil are also commonly responsible of the deficiency of zinc: the excess of copper can also reduce the availability of zinc due to the absorption of cations through the same mechanisms, which causes interference in the absorption. On the contrary, the application of magnesium can increase the availability of zinc and the absorption by the roots (Domínguez, 1989).

sorción de cationes a través del mismo mecanismo, lo que provoca interferencia en la absorción. Por el contrario la aplicación de magnesio puede aumentar la disponibilidad de zinc y la absorción por las raíces (Domínguez, 1989).

Hoy día poco se ha investigado en el país acerca del efecto que causa el zinc en esquejes de caña de azúcar, en virtud de la importancia el presente trabajo tuvo como finalidad evaluar el efecto de la aplicación del Teprosyn Zn® sobre la brotación y el enraizamiento en esquejes de caña de azúcar.

Materiales y métodos

El ensayo se llevó a cabo en las instalaciones del vivero de la Agropecuaria El Retorno, Municipio Esteller, estado Portuguesa, Venezuela, 9° 19'00.90" latitud norte y 69° 09'09.09" longitud oeste.

El sustrato utilizado estuvo compuesto por cachaza y cascarilla de arroz en proporción 2:1 y presentó las siguientes características: nitrógeno 0,91%, fósforo 0,38%, potasio 0,40%, calcio 2,19%, Magnesio 0,44%, Sodio 0,12%, Cobre 79,88 ppm, Zinc 209,1 ppm, hierro 1243,1 ppm, manganeso 306,2 ppm, boro 26,7 ppm, materia orgánica 33,57% y pH 7,58.

El diseño experimental fue completamente al azar, conformado por 10 tratamientos bajo un factorial 2 (con y sin aplicación de Teprosyn Zn®) x 5 (7, 8, 9, 10 y 11 meses de edad) de la variedad CP 74-2005, con 25 repeticiones para un total de 250 esquejes. El experimento se estableció en bolsas de polietileno de 3 kg, en cada

Nowadays, there is little information in the country about the effect of Zinc in the stem of sugarcane, thus, the aim of this research was to evaluate the effect of Teprosyn Zn® on the outbreaks and rooting in the stems of sugarcane.

Materials and methods

The essay was carried out at the installations of the «Agropecuaria El Retorno», at Esteller parish, Portuguesa state, Venezuela, 9° 19'00.90", north latitude and 69°09'09.09" west longitude.

The substrate used was composed by rum and rice husk in proportion 2:1 and presented the following characteristics: nitrogen 0.91%, phosphorus 0.38%, potassium 0.40%, calcium 2.19%, magnesium 0.44%, sodium 0.12%, copper 79.88 ppm, Zinc 209.1 ppm, iron 1243.1 ppm, manganese 306.2 ppm, boron 26.7 ppm, organic matter 33.57% and pH 7.58.

The experimental design was randomized, formed with 10 treatments with factorial arrangement 2 (with and without application of Teprosyn Zn®) x 5 (7, 8, 9, 10 and 11 months old) of the variety CP 74-2005, with 25 replications for a total of 250 stems. The experiment was established in polyethylene bags of 3 Kg, on each was added one mini stem of one bud, then taking the bags to five stonemasons as a support structure with dimensions of 1 m of width x 10 m of length, on each stonemason were put 50 bags corresponding to each of the ages of the stems.

una se estableció un miniesqueje de una sola yema, llevando luego las bolsas a cinco canteros como estructura de soporte de dimensiones 1 m de ancho x 10 m de largo, en cada cantero se colocaron 50 bolsas correspondientes a cada una de las edades de los esquejes.

La aplicación del Teprosyn Zn® (600 g de Zn L⁻¹) consistió en colocar 40 ml del producto en 2 L de agua, obteniendo una solución del 2%. Luego se colocaron 25 esquejes por tratamiento en una malla fina y se sumergieron durante 4 min en la solución, al observar que los esquejes se habían impregnado completamente se procedió a la siembra de los mismos. Este procedimiento se repitió igualmente para todos los microesquejes de las cinco edades. No se presentaron problemas por plagas ni enfermedades, y las malezas se controlaron manualmente.

El experimento se condujo por 45 días y se midieron las siguientes variables de estudio con intervalos de 15 días.

Grosor del tallo: Mediante la utilización de un vernier se procedió a medir el grosor del tallo desarrollado, ubicando la medición en la base del tallo.

Números de brotes: Se contaron en cada evaluación la cantidad de tallos aparentes (brotes), los cuales se desarrollan en la base del brote principal.

Números de hojas: Se contaron las hojas desarrolladas en cada una de las plantas.

Longitud del tallo: Se midió cada una de las plantas desde porción

The application of Teprosyn Zn® (600 g of Zn L⁻¹) consisted on putting 40 ml of the product in 2L of water, obtaining a solution of 2%. Then, were put 25 stems per treatment in a fine mesh and immersed for 4 min in a solution, once observed that stems were completely wet were proceeded to sow them, This procedure was repeated for all the micro stems of all five ages. There were no problems by pest or diseases, and weeds were controlled manually.

The experiment was carried out for 45 days. And the following variables were measured in intervals of 15 days.

Thickness of the stalk: using a vernier, was measured the thickness of the developed stalk, locating the measurement in the base of the stalk.

Number of buds: on each evaluation, were counted the quantity of apparent stalks (buds), which develop in the base of the main outbreak.

Number of leaves: were counted the leaves developed on each plant.

Longitude of the stalk: Each of the plant was measured from the lower portion of the stalk to the last visible side.

Fresh weight of the air part: it was made within 45 days, was proceeded to cut all the air part (leave, stalk), and putting them in plastic bags, were weighted in an electronic balance.

Dry weight of the air part: once weight in fresh the sample; it was taken to the stove for 48 hours at 70°C until reaching a constant weight.

más baja del tallo hasta el último labio visible.

Peso fresco de la parte aérea:

Se realizó a los 45 días, se procedió a cortar toda la parte aérea (hoja, tallo) y colocándolas en bolsa de papel, se pesaron las muestras en una balanza electrónica.

Peso seco de la parte aérea:

Una vez pesada en fresco la muestra, se llevó a estufa por 48 horas a 70°C, hasta que alcanzara un peso constante.

Longitud de la raíz: Se procedió a separar de la raíz todo el sustrato para dejarla completamente libre de este material. La longitud se determinó midiendo con cinta métrica desde el cuello de la raíz hasta el ápice.

Peso fresco de la raíz: Se cortó la raíz en el cuello. Se colocaron cada una de las muestras por separadas para ser pesadas posteriormente.

Peso seco de la raíz: Luego de que se obtuvo el peso de las muestras en estado fresco se procedió a llevarlas por 48 horas a estufa a 70°C para posteriormente pesarlas y determinar el peso seco de cada una de las muestras.

Porcentaje de brotación: Se contaron las yemas brotadas a partir de los 10 días después de la siembra (dds) hasta los 30 dds.

Se realizó análisis de varianza y pruebas de medias utilizando la prueba de la mínima diferencia significativa (LSD), para cada una de las variables, previa comprobación de los supuestos del análisis de la varianza utilizando el programa InfoStat (2004).

Longitude of the root: It was proceeded to separate from the root all the substrate to leave it completely free of this material. The longitude was determined measuring with metric tape from the neck of the root to the apex.

Fresh weight of the root: the root of the neck was cut; all the samples were put separately to then be weighted.

Dry weight of the root: after obtained the weight of the sample in a fresh phase, it was proceeded to take them for 48 hours to the stove at 70°C, and then were weighted to determine the dry weight of each of the samples.

Outbreak percentage: all outbreaks buds were counted 10 days after the sow (dds) until 30 dds.

A variance analysis and mean test were done, using the minimum difference significance test (LSD), for each variable with a prior testing of the supposed of the variance analysis using the InfoStat (2004) program.

Results and discussion

In figure 1 is observed an outbreak percentage of 96.88 and 80% of stems with 7, 8 and 9, 10 and 11 month old, respectively. The outbreak percentage of stems of 10, 7, 8, 9 and 11 months old treated with Teprosyn Zn[®] was of 92, 88, 84 and 80%, respectively (figure 2).

It is seen in figure 2 how treatment with Teprosyn Zn[®] achieved a different outbreak percentage in stems of 9 and 10 months old, thus, it was observed a positive effect with the application of the product, these results agree to

Resultados y discusión

En la figura 1 se observa un porcentaje de brotación de 96, 88 y 80% en esquejes con 7, 8 y 9, 10 y 11 meses de edad, respectivamente. El porcentaje de brotación en los esquejes de 10, 7, 8, 9 y 11 meses de edad tratados con Teprosyn Zn[®] fue 92, 88, 84 y 80%, respectivamente (figura 2).

Se evidencia en la figura 2 como el tratamiento con Teprosyn Zn[®] logró un porcentaje de brotación diferente en los esquejes de 9 y 10 meses de edad, por lo que se observó un efecto positivo con la aplicación del producto, estos resultados coinciden con lo señalado por Singh (2003) quien recomendó que tratamientos en semillas con niveles recomendados de este producto influyeron positivamente en la germinación de semillas de diferen-

those of Singh (2003), who recommended that treatments in seeds with levels recommended of this product influenced positively in the germination of seeds of different crops. Therefore, the application of this product may employ as an alternative in the use of stems of these ages as sow material. Regarding the stems of 11 months old, there was the same outbreak percentage for both treatments and a higher outbreak percentage of the witness treatment in stems of 7 and 8 months old, regarding Teprosyn Zn[®]. This agree to the describe by Gómez (1983) who indicated that stalks of 7 and 9 months old are better to be used as propagation materials.

In table 1, is observed that there was not an effect ($P>0.05$) of the application of Teprosyn Zn[®] on the

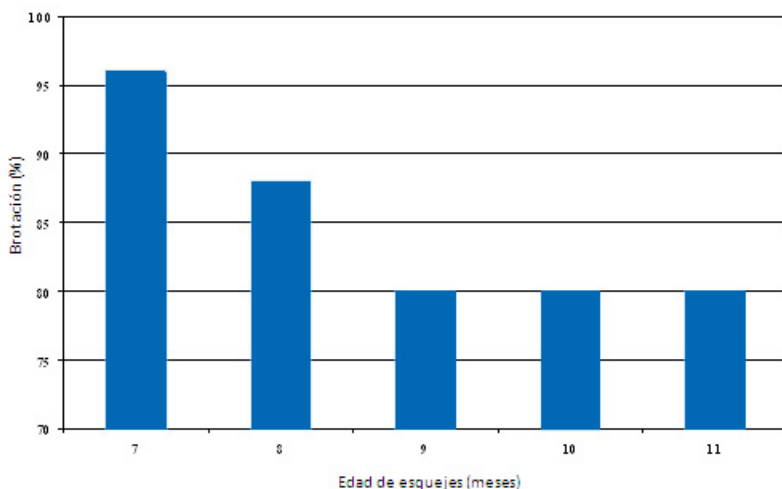


Figura1. Porcentajes de brotación en esquejes de caña de azúcar no tratados con Teprosyn Zn[®] (testigo).

Figure 1. Outbreak percentage in stems of sugarcane non treated with Teprosyn Zn[®] (witness)

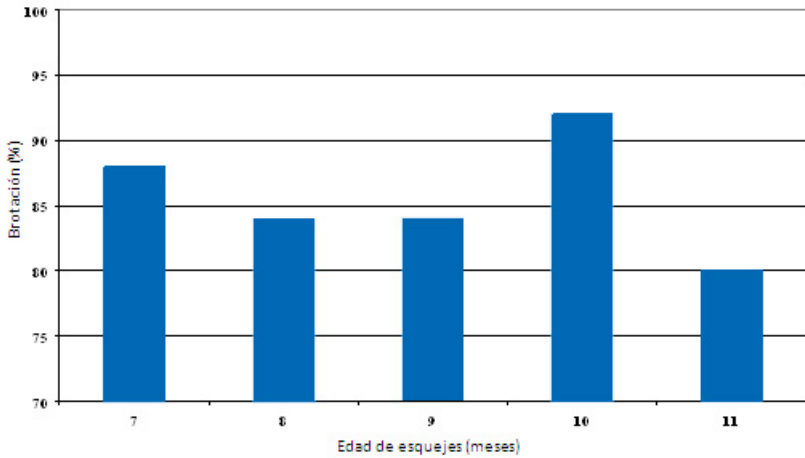


Figura 2. Porcentajes de brotación en esquejes de caña de azúcar tratados con Teprosyn Zn®.

Figure 2. Outbreak percentages in stems of sugarcane treated with Teprosyn Zn®.

tes cultivos. Por lo tanto la aplicación de este producto podría emplearse como una alternativa en el uso de esquejes de estas edades como material de siembra. Con respecto a los esquejes de 11 meses de edad hubo igual porcentaje de brotación para ambos tratamientos y un mayor porcentaje de brotación del tratamiento testigo en esquejes de 7 y 8 meses de edad con respecto al Teprosyn Zn®. Esto coincide con lo descrito por Gómez (1983) quien indicó que tallos de 7 y 9 meses de edad son los mejores para ser usados como material de propagación.

En el cuadro 1, se observa que no hubo efecto ($P > 0,05$) de la aplicación de Teprosyn Zn® sobre las variables longitud de raíz, peso fresco de la raíz y peso seco de raíz. Sin embargo estas variables presenta-

variables: longitud of the root, fresh weight of the root and dry weight of the root. However, these variables presented an increment for all ages, being the stems treated with Teprosyn Zn® those with higher value, compare to the witness. Lindenbergh (2005) said that the Zinc is essential for many functions of the plants, among these, an adequate development of the roots, evidencing on the results obtained in this research a higher longitude and fresh weight of roots once treated with Teprosyn Zn.

Table 2 shows the comparative results among the stem ages for the application or non application of the product, for both cases, the variables: thickness of the stalk, number of outbreaks, fresh air weight, dry air weight, there were not significant

ron un incremento para todas las edades, siendo los esquejes tratados con Teprosyn Zn[®], los de mayor valor en comparación con los testigos. Lindenbergh (2005) señalaron que el zinc es esencial para muchas funciones de la planta, entre ellas un adecuado desarrollo de las raíces, evidenciándose en los resultados obtenidos en este ensayo una mayor longitud y peso fresco de raíces al ser tratadas con Teprosyn Zn.

El cuadro 2 muestra los resultados comparativos entre edades de esquejes para aplicación o no del producto; para ambos casos las variables grosor del tallo, número de brotes, peso fresco aéreo y peso seco aéreo no hubo diferencias significativas ($P>0,05$). En las variables número de hojas y longitud de la parte aérea existieron diferencias signifi-

differences ($P>0.05$). In the variables number of leaves and longitude of the air part, exited significant differences ($P\leq 0.05$), behaving better the 11-month-old stems treated with Teprosyn Zn[®]. However, all variables, excepting the number of outbreaks and leaves, presented an increment in all ages, being the stems treated with Teprosyn Zn[®] those with higher value in comparison to the witness.

Conclusions and recommendations

It was proved a positive effect of Teprosyn Zn[®] on the outbreak in 9 and 10 months olds stems, and on the number of leaves and longitude of the air part, therefore, the application of this product may employ as an alternative for the supply of Zn in the

Cuadro 1. Comparación de medias entre tratamientos para las variables longitud de raíces (cm) y peso fresco y seco de raíz (g).

Table 1. Mean comparison among treatments for the variables of roots longitude (cm) and fresh and dry weight of the root (g).

Variable	Tratamiento	Edad de los esquejes (meses)					CV (%)
		7	8	9	10	11	
Longitud de raíz(cm)	Testigo	31,3 ^{ab}	31,4 ^{ab}	23,6 ^{ab}	25,4 ^{ab}	23,1 ^b	37,79
	Teprosyn Zn [®]	34 ^{ab}	37,5 ^a	25,9 ^{ab}	30,7 ^{ab}	33,4 ^{ab}	
Peso fresco de raíz(g)	Testigo	14,3 ^a	7,8 ^a	8,4 ^a	15,0 ^a	5,9 ^a	57,07
	Teprosyn Zn [®]	17,7 ^a	16,1 ^a	13,0 ^a	15,7 ^a	17,6 ^a	
Peso seco de raíz(g)	Testigo	1,57 ^{ab}	0,90 ^{ab}	0,87 ^{ab}	1,80 ^{ab}	0,73 ^b	24,72
	Teprosyn Zn [®]	2,28 ^a	1,94 ^{ab}	1,34 ^{ab}	1,89 ^{ab}	1,90 ^{ab}	

Letras distintas indican diferencias significativas ($P\leq 0,05$).

Cuadro 2. Comparación de medias entre tratamientos para las variables grosor de tallo (cm), número de brotes y hojas, longitud parte aérea (cm), peso fresco y seco (cm).

Table 2. Mean comparison among treatments for the variables thickness of the stalk (cm), number of outbreaks and leaves, longitude of the air part (cm) fresh and dry weight (cm).

Variable	Tratamiento	Edad de los esquejes (meses)					CV (%)
		7	8	9	10	11	
Grosor del tallo (cm)	Testigo	0,77 ^a	0,69 ^a	0,60 ^a	0,75 ^a	0,58 ^a	25,24
	Teprosyn Zn	0,87 ^a	0,79 ^a	2,32 ^a	0,81 ^a	0,80 ^a	
Número de brotes	Testigo	2 ^b	2 ^{ab}	3 ^a	3 ^{ab}	2 ^{ab}	42,29
	Teprosyn Zn	2 ^b	3 ^{ab}	3 ^{ab}	2 ^{ab}	4 ^a	
Número de hojas	Testigo	7 ^{ab}	9 ^a	8 ^{ab}	7 ^{ab}	6 ^b	28,68
	Teprosyn Zn	7 ^a	10 ^a	10 ^a	8 ^a	9 ^a	
Longitud parte aérea (cm)	Testigo	79,8 ^a	62,5 ^{ab}	64,6 ^{ab}	75,8 ^a	53,4 ^b	22,18
	Teprosyn Zn	78 ^a	83,6 ^a	73,2 ^a	67,2 ^a	74,2 ^a	
Peso fresco aéreo (g)	Testigo	15,1 ^a	11,6 ^a	8,9 ^a	14,9 ^a	6,7 ^a	57,04
	Teprosyn Zn	15,6 ^a	18,4 ^a	16 ^a	12,6 ^a	14,7 ^a	
Peso seco aéreo (g)	Testigo	3,35 ^a	2,65 ^a	2,38 ^a	3,64 ^a	1,69 ^a	21,56
	Teprosyn Zn	3,44 ^a	4,38 ^a	4,07 ^a	3,23 ^a	3,64 ^a	

Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

cativas ($P \leq 0,05$), comportándose mejor los esquejes de 11 meses de edad tratados con Teprosyn Zn[®]. Sin embargo todas las variables a excepción de número de brotes y hojas presentaron un incremento para todas las edades, siendo los esquejes tratados con Teprosyn Zn[®] los de mayor valor en comparación con los testigos.

handle of stems of all ages. In non treated stems, there was a higher outbreak percentage in those of 7 and 8 months old.

Acknowledgement

The authors acknowledge the "Agropecuaria el Retorno", specially the Eng., Hernan Nass, Joel López

Conclusiones y recomendaciones

Se demostró un efecto positivo de Teprosyn Zn® sobre la brotación en esquejes de 9 y 10 meses de edad y sobre el número de hojas y la longitud parte aérea, por lo que la aplicación de este producto podría emplearse como una alternativa para el suministro de Zn en el manejo de esquejes de estas edades. En los esquejes no tratados hubo mayor porcentaje de brotación en aquellos con 7 y 8 meses de edad.

Agradecimiento

A la Agropecuaria el Retorno C.A, especialmente al Ing. Herman Nass, Joel López y John Veroes por sus conocimientos, aportes y valiosa colaboración en la conducción de este trabajo.

Literatura citada

- Domínguez, A. 1989. Tratado de fertilización. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-España. 601p.
- Gómez, F. 1983. Caña de azúcar. Segunda Edición. Editado por Unión de Productores de Azúcar de Venezuela (UPAVE) y la distribuidora de azúcares SRL. pp. 661.

and John Veroes by their knowledge, help and collaboration for doing this research.

End of english version

- InfoStat. 2004. InfoStat versión 2004. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Lindenbergh, P. 2005. Effects of zinc application to leaves or roots on zinc distribution in rice, with emphasis on allocation to the grains. Beijing Tsinghua University Press. pp. 300 - 301.
- Marín, D. 2002. Rendimiento y producción agrícola vegetal: un análisis del entorno mundial (1997-1999) y de Venezuela (1988-2001). Agroalimentaria 15: 49-73.
- Silva, E. 1995. Ensayo sobre germinación de 12 variedades comerciales en el área de influencia del Central Pastora. Boletín Fundazúcar. Ven. N° 17: 13-16.
- Singh, M.V. 2003 Micronutrient seed treatment to nourish the crops at the critical stages of growth. Tech. Bull. IISS, Bhopal. pp. 1-93.