



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

Trabajo Final para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo

**“EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y ESTADO  
FENOLÓGICO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE  
AZÚCARES SOLUBLES EN EL CULTIVO DE SORGO”**

Autor: Daniela Soledad Ramells

DNI: 29677248

Director: Ing. Agr. Carlos Castillo

Co-director: Ing. Agr. Mellin Ariel

Río Cuarto – Córdoba

Octubre 2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: *Efecto de la densidad de siembra y estado fenológico sobre la producción de azúcares solubles en el cultivo de sorgo.*

Autor: Daniela Soledad Ramells

DNI: 29677248

Director: Prof. Carlos Castillo

Codirector: Ing.Agr. Ariel Mellin

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del Jurado Evaluador:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Fecha de Presentación: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Aprobado por Secretaría Académica: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Secretario Académico

## **AGRADECIMIENTOS**

- Quiero agradecer principalmente a mi madre y hermanas por todo su apoyo durante toda la carrera.
- A todos los profesores que participaron en mi formación como profesional.
- A mi director de tesis por haberme orientado en la realización de este trabajo.
- A mis amigos y compañeros de la carrera por todo su apoyo.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Página</b>
ÍNDICE DE CUADROS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
RESUMEN.....	VII
SUMMARY.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN .....	1
I.1. HIPÓTESIS.....	4
I.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
I.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	4
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
II.1. CARACTERIZACIÓN DEL SITIO.....	5
II.1.a. Ubicación del área experimental.....	5
II.1.b. Descripción del clima área experimental.....	5
II.1.c. Descripción del suelo bajo estudi.....	5
II.2. CONDUCCIÓN DEL ENSAYO.....	6
II.2.a. Estructura.....	6
II.2.b. Especie y genotipo.....	6
II.2.c. Fertilización.....	6
II.2.d. Herbicidas e insecticidas.....	6
II.3. DATOS METEOROLÓGICOS.....	7
II.4. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	7
II.5. DETERMINACIONES REALIZADAS.....	7
II.5.a. Fenología del cultivo.....	7
II.5.b. Producción de biomasa.....	7
II.5.c. Determinación de azúcares y diámetro del tallo.....	7
II.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	8
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	9
III.1. INFORMACIÓN CLIMÁTICA.....	9
III.1.a. Temperatura .....	9
III.1.b. Precipitaciones.....	11
III.2. FENOLOGÍA DEL CULTIVO.....	14
III.3. PRODUCCIÓN DE BIOMASA.....	14
III.4. DETERMINACIÓN DE AZÚCARES.....	15
III.5. DIÁMETRO DEL TALLO.....	16
IV. CONCLUSIONES.....	17

V. BIBLIOGRAFIA CITADA.....	19
VI. ANEXO.....	20

## ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1	Descripción del perfil del suelo.	6
Cuadro 2	Fecha de Ocurrencia de Estadios Fenológicos (Sorgo dulce híbrido SR 883M). Escala según Vanderlip and Reeves (1972): Siembra, Emergencia, Panoja embuchada, Floración, Grano pastos y Grano duro.	14
Cuadro 3	Contenido de azúcar (°Bx) en tres Densidades de Siembra evaluadas para diferentes Estadios Fenológicos a lo largo del ciclo del cultivo.	15
Cuadro 4	Contenido de azúcar (°Bx) en tres Entrenudos evaluados de la planta para diferentes Estadios fenológicos a lo largo del ciclo del cultivo.	16
Cuadro 5	Diámetro de los tallos en cada uno de los Entrenudos evaluados para cada Densidad de Siembra en los diferentes Estadios Fenológicos a lo largo del ciclo del cultivo.	16

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1	9
Temperaturas máximas, mínimas y medias anuales para la serie 1990-2007. Venado Tuerto, Santa Fe.	
Figura 2	10
Temperaturas máximas, mínimas y medias mensuales para la serie 1990-2007. Venado Tuerto, Santa Fe.	
Figura 3	11
Temperaturas máximas, mínimas y medias para la campaña 2009/2010. Venado Tuerto, Santa Fe.	
Figura 4	12
Régimen de precipitaciones anuales para la serie 1990-2007. Venado Tuerto, Santa Fe.	
Figura 5	12
Régimen de precipitaciones medias mensuales para la serie 1990-2007. Venado Tuerto, Santa Fe.	
Figura 6	13
Régimen de precipitaciones decádicas para la campaña 2009/2010. Venado Tuerto, Santa Fe.	
Figura 7	13
Régimen de precipitaciones mensuales registradas durante el ciclo del cultivo y la comparación con la media mensual del período 1990-2007. Venado Tuerto, Santa Fe.	
Figura 8	15
Rendimiento de Materia Verde en las tres Densidades de Siembra evaluadas en el Estadio Fenológico de Grano duro.	

## RESUMEN

### “Efecto de la densidad de siembra y estado fenológico sobre la producción de azúcares solubles en el cultivo de sorgo”

En los últimos años el sorgo azucarado ha cobrado importancia por la posibilidad de ser utilizado en la producción de bioetanol. Particularmente, la determinación de la fecha óptima de corte, la evolución de azúcares en el tiempo y la respuesta a la densidad son importantes aspectos a evaluar para optimizar el manejo de este cultivo. El propósito del presente trabajo consistió en evaluar el potencial de producción de azúcares del tallo de sorgo dulce en el campo Shalon Isse ubicado en la ciudad de Venado Tuerto, Departamento General López, Provincia de Santa Fe. El diseño experimental fue de parcelas en franja con 3 repeticiones. Se estableció el tratamiento del número de plantas por hectárea con tres (3) niveles: 100000 plantas ha<sup>-1</sup>, 200000 plantas ha<sup>-1</sup> y 300000 plantas ha<sup>-1</sup>. Se evaluó el contenido de azúcar en Grados Brix, en tres entrenudos de la planta (Segundo, Cuarto y Sexto) en los estadios fenológicos: Panoja Embuchada, Floración, Grano Pastoso y Grano Duro. El aumento de la densidad de siembra permitió incrementos en la producción de materia verde desde 54230 kg ha<sup>-1</sup> con 100000 plantas ha<sup>-1</sup> hasta 131740 kg ha<sup>-1</sup> con 300000 plantas ha<sup>-1</sup>. No se observaron modificaciones en los Grados Brix al aumentar la densidad de siembra, registrándose para un mismo estado fenológico valores de 15.52 °Bx, 14.37 °Bx y 15.42 °Bx para las densidades 1, 2 y 3 respectivamente. Por otra parte, se pudo comprobar que los valores de azúcar (°Bx) se vieron favorecidos desde el entrenudo inferior (2<sup>do</sup>) al superior (6<sup>to</sup>) con valores que pasaron de 13.23 a 16.92 °Bx dentro de un mismo estado fenológico (Grano Duro).

Palabras clave: sorgo azucarado - bioetanol - evolución de azúcares – Grados Brix

## SUMMARY

### **“Effect of planting density and phenological state on the production of soluble sugars in sorghum”**

In recent years sweet sorghum has become important since it can be used in the production of bioethanol. In particular, the determination of the optimal cutting date, the evolution in time of sugars and the response to density are important aspects to be assessed to optimize the use of this crop. The purpose of this study was to evaluate the production potential of stem sugars in sweet sorghum planted in the Shalon Isse field located in the city of Venado Tuerto, General López Department, Province of Santa Fe. The experimental design was strip plots with 3 replicates. Treatment of number of plants per hectare was established with three (3) levels: 100,000 plants ha<sup>-1</sup>, 200,000 plants ha<sup>-1</sup>, and 300,000 plants ha<sup>-1</sup>. Sugar content was evaluated in degrees Brix, at three plant internodes (second, fourth and sixth) in phenological stages: cammed panicle, bloom, doughy grain and hard grain. Increasing planting density allowed increases in production of green matter from 54,230 kg ha<sup>-1</sup> with 100,000 plants ha<sup>-1</sup> to 131,740 kg ha<sup>-1</sup> with 300,000 plants ha<sup>-1</sup>. No changes in degrees Brix were observed with increasing planting density, registering for the same phenological stage values of 15.52 °Bx, 14.37 °Bx, and 15.42 °Bx for densities 1, 2, and 3 respectively. Moreover, it was found that the values of sugar (°Bx) were favored from the lower internode (2nd) to the highest (6th) with values that increased from 13.23 to 16.92 °Bx in the same phenological stage (hard grain).

Key words: sweet sorghum – bioethanol – sugar evolution – degrees Brix

## I. INTRODUCCIÓN

El sorgo dulce (*Sorghum bicolor L.*), originario de África (Sudán y Etiopía) (Compton, 1990), es un cultivo adaptado a climas secos, capaz de producirse tanto para consumo humano como alimento para animales y biocombustibles, ofrece un enorme potencial para responder a las necesidades de los países en desarrollo (Grassi, 2005).

Existen datos que muestran que el cultivo de sorgo podría haber aparecido hace 5000 a 6000 años atrás (Compton, 1990).

El sorgo (*Sorghum bicolor L.*) es el quinto cultivo de importancia entre los cereales del mundo después del trigo (*Triticum aestivum L.*), el maíz (*Zea mays L.*), el arroz (*Oryza sativa L.*) y la cebada (*Hordeum vulgare L.*) (Dragún *et al.*, 2010).

La producción de sorgo en Norteamérica, Sudamérica, Europa y Australia se destina principalmente para alimento animal, aunque en Asia, África, Rusia, China y América Central, el grano es importante como alimento humano básico (Compton, 1990). El grano de sorgo es rico en almidón y uno de los cultivos óptimos para otras aplicaciones industriales (Ochoa Martínez, 2007). También, se obtiene de este cereal harinas y alcoholes que se utilizan en la fabricación de licores (Giorda y Cordes, 2010). Los desequilibrios que produce el petróleo, con el preanuncio de su agotamiento, coloca al sorgo en primer plano como recurso natural renovable, no sólo en cuanto a la producción de alcoholes con destino a carburantes sino también a las más variadas líneas de sus derivados (Giorda, 1997).

### **Producción de energía**

En la actualidad, se realiza producción de bioetanol a gran escala en países como Brasil, USA, India y China basado en cultivos tradicionales como caña de azúcar, maíz y sorgo (cultivos que contienen azúcar o almidón). Estos biocombustibles de “primera generación” son generalmente producidos a partir de la fermentación de carbohidratos fácilmente convertibles, provenientes de cultivos usados para alimento. La discusión sobre la problemática de usar estos cultivos para biocombustibles llevó al desarrollo de la “segunda generación de combustibles” los cuales son producidos principalmente de componentes estructurales (lignocelulosa), de cultivos no alimentarios (herbáceos, forestales), restos de cultivos (residuos agrícolas), bagazo y otros. Esta última tecnología aún en fase de desarrollo es una alternativa más económica de producción de bioetanol para el futuro, sin embargo, no debería perderse de vista las ventajas que pueden obtenerse de la “primera generación de tecnologías para biocombustibles” que aún no han sido totalmente explotados como por ejemplo el empleo del sorgo azucarado. Esta especie ha sido propuesta como el cultivo energético ideal ya que puede producir azúcar del tallo y grano, fácilmente convertibles y también proveer de importantes cantidades de biomasa

celulósica. En cuanto a la producción de alcohol, a partir de sustratos azucarados, se conoce desde tiempos inmemorables, principalmente en lo que respecta a la obtención de bebidas, pero el conocimiento de por qué ocurre es más reciente. El etanol a partir de cultivos agrícolas “bioetanol”, interesa debido a la naturaleza renovable de las materias primas, sin embargo el costo de producción puede ser más alto que para los combustibles a partir del petróleo (Giorda y Cordes, 2010). La obtención de etanol a partir de sorgos azucarados es una alternativa muy interesante para la producción de biocombustibles. En este cultivo, el etanol se obtiene a partir de los azúcares presentes en el tallo (Ortiz *et al.*, 2012).

### **Cultivo de sorgo**

El cultivo de sorgo constituye una alternativa de producción en ambientes de baja calidad (Giorda y Cordes, 2010), y se lo considera como una especie adaptada a climas secos (Grassi, 2005), aunque de gran versatilidad. Esta característica le permite producir tanto en ambientes fértiles y húmedos como en ambientes marginales para otros cultivos de importancia como maíz, resistiendo condiciones extremas de temperatura y sequía produciendo granos, azúcares y forraje en zonas semiáridas, subhúmedas e incluso muy calientes que sólo el mijo perla (*Panicum miliaceum L.*) podría tolerar. O sea que se adapta a un amplio rango de condiciones ecológicas desde el nivel del mar hasta los 3000 metros de altura. El sorgo puede crecer en distintos tipos de suelo con un rango de pH de 5,5 a 8,5, dependiendo de la especie y cultivar presenta distintos niveles de tolerancia a la acidez, alcalinidad y pobre drenaje (Giorda y Cordes, 2010).

El sorgo es uno de los cultivos agrícolas estivales más sensibles a las bajas temperaturas. La temperatura mínima para la mayoría de los tipos de sorgo es de 16 °C, donde requieren temperaturas superiores a 21 °C para un buen crecimiento. Entre desarrollo y floración, la temperatura media diaria ideal es de 27 °C. Por debajo de 10 °C se reduce la fotosíntesis, disminuyendo el nivel de sustancias asimiladas y, consecuentemente, el crecimiento y desarrollo de la planta. Temperaturas superiores a 38 °C (Giorda *et al.*, 1998) pueden causar aborto de flores y embriones y reducir la velocidad de desarrollo del cultivo y las inferiores a 8 °C no permiten el crecimiento vegetal (temperatura base) (Compton, 1990).

Esta especie, durante el período de su cultivo, requiere un mínimo de 250 mm de agua para producir granos; pueden obtenerse buenos rendimientos con 350 mm, pero para lograr alta producción el requerimiento de agua varía entre 450 a 600 mm, dependiendo del ciclo del cultivar y de las condiciones ambientales. Para la obtención de máximos rendimientos es necesario contar con una adecuada humedad del suelo durante el período de llenado de grano hasta el estado de grano pastoso (Giorda *et al.*, 1998).

El sorgo dulce es un cultivo C4, entre otras características, estas plantas tienen un mayor uso de la radiación solar y una alta eficiencia fotosintética en comparación con los cultivos C3.

Estudios sobre la Eficiencia de Uso de la Radiación (EUR) de sorgo dulce han mostrado valores altos, explicando la alta productividad de este cultivo, cuando se desarrolla en condiciones favorables de temperatura, radiación solar y el suministro de agua (Pin *et al.*, 2011).

El sorgo es una planta de días cortos que puede crecer tanto en regiones templadas como tropicales, siendo la mayoría de los cultivares insensibles al fotoperiodo (Giorda *et al.*, 1998).

El mejoramiento del sorgo y el aumento de su producción depende mucho de un mejor entendimiento de sus características fisiológicas y de su desarrollo (Compton, 1990). La escala fenológica para describir el desarrollo del cultivo de sorgo propuesta por Vanderlip and Reeves (1972) a menudo implica muestrear varias veces durante el ciclo de crecimiento. La frecuencia de muestreo son designados por la fecha del calendario, días después de la siembra o por altura de la planta. Este autor sugirió que cualquier descripción de etapas de crecimiento de la planta debe permitir muestreos: (a) en diferentes momentos a lo largo de la temporada de crecimiento, (b) en cualquier período de transición importante en el desarrollo de características morfológicas o fisiológicas de la planta y (c) en las etapas fácilmente identificables del desarrollo de la planta.

La importancia de este cultivo en el país como parte integrante de un sistema de producción, radica en la utilización como grano y forraje para alimento animal y como parte esencial de un sistema de rotaciones para mantener la productividad y estabilidad estructural del suelo, ante la necesidad de una producción sustentable, su mayor adaptabilidad y comportamiento bajo condiciones climáticas adversas constituye un menor riesgo para los productores (Giorda y Cordes, 2010).

En Argentina, los sorgos azucarados se adaptan al sistema productivo de la región productora de caña de azúcar en la provincia de Tucumán y Salta. Se han reportado resultados promisorios en la región con sorgos dulces indicándose rendimientos de tallo limpio de 47 a 77 tn ha<sup>-1</sup> en híbridos comerciales y de 53 a 69 en variedades (Romero *et al.*, 2001). Así mismo, se hicieron lotes experimentales a nivel de productor del híbrido Biosilero INTA Peman, densidad a cosecha de 29 pl.m<sup>-2</sup> (incluye macollos) en el área de Jesús María con rendimientos de materia verde en tallo limpio superior a 140 tn ha<sup>-1</sup>. Por otra parte, se indican resultados en Uruguay de variedades azucaradas con rendimientos de 120 tn ha<sup>-1</sup> de materia verde (Ortiz, *et al.*, 2012).

No obstante, existe poca información sobre el rendimiento de sorgo azucarado en otras regiones y su posible interacción con la producción de etanol. En particular, la determinación de la fecha óptima de corte, la evolución de azúcares en las distintas etapas fenológicas del cultivo y la respuesta a la densidad de siembra son importantes aspectos a evaluar para optimizar el manejo de este cultivo. Esto puede ser útil para futuros desarrollos productivos en Argentina como para la elección de genotipos estables en diferentes ambientes y el diseño de adecuadas prácticas de manejo (Ortiz, *et al.*, 2012).

## **I. 1. HIPÓTESIS:**

El manejo de bajas densidades del cultivo de sorgo azucarado permitiría un aumento del diámetro medio del tallo maximizando la producción de azúcares solubles por hectárea y estos se darán en estados avanzados de madurez del cultivo, en cambio en altas densidades permitirían una mayor producción de biomasa total  $\text{ha}^{-1}$  y una menor relación tallo/hoja, disminuyendo la concentración y volumen total de azúcares fermentables.

### **I. 2. 1 OBJETIVO GENERAL:**

Evaluar el potencial de producción de azúcares del tallo de sorgo dulce bajo distintas densidades de siembra.

### **I. 2. 2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Evaluar la acumulación de azúcares en tallo de sorgo en diferentes estados fenológicos del cultivo.
- Evaluar el efecto de diferentes densidades de siembra sobre el rendimiento en biomasa de sorgo azucarado.
- Analizar el porcentaje de azúcares en sorgo azucarado en diferentes densidades.
- Analizar el diámetro del tallo de sorgo azucarado en diferentes densidades.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### II. 1. CARACTERIZACIÓN DEL SITIO

#### II. 1. a. UBICACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL

En el transcurso de la campaña agrícola 2009/10 se realizó un ensayo en el campo “Shalon Isse” ubicado a 5 km al sur de la ciudad de Venado Tuerto, Departamento General López, Provincia de Santa Fe, sito en el km 362 de la Ruta Nacional 8, sobre la Latitud 33°44'20" S, Longitud 61°52'00" W y a 112 msnm.

#### II. 1. b. DESCRIPCIÓN DEL CLIMA ÁREA EXPERIMENTAL

El clima de la región es templado sub – húmedo, con régimen de precipitaciones de tipo monzónico (80 % de las mismas concentradas en el período Octubre – Abril) y con una precipitación media anual de 1000 mm, para la serie 1921 – 1950, siendo la época más lluviosa el verano y la de menores precipitaciones el invierno (Panigatti, 1983).

En valores promedio el balance hídrico es equilibrado, pero esto no significa que estén excluidas posibles sequías o excesos de agua en el suelo debido a la gran variabilidad de los elementos meteorológicos, en especial las precipitaciones.

Cabe destacar que la precipitación media normal del ciclo del cultivo (Noviembre – Abril) varía entre 450 - 600 mm dependiendo del ciclo del cultivar y de las condiciones ambientales (Giorda, *et al.*, 1998), mientras que en el mismo período de la campaña 2009 – 2010 el registro ascendió a 993 mm. Este excedente de 393 mm durante el ciclo del cultivo juega un rol muy importante en la definición del rendimiento.

El régimen térmico es templado, con temperaturas extremas no muy marcadas, es decir, con veranos e inviernos suaves. La temperatura media del mes más cálido (Enero) es de 23,6 °C con una máxima absoluta de 34,7 °C. La temperatura media del mes más frío (Julio) es de 7,2°C con una mínima absoluta de -7 °C. La amplitud térmica media anual es de 16,6 °C (Panigatti, 1983).

La época de heladas comienza a fines de mayo y finaliza a principios de septiembre, siendo el periodo libre de heladas de 270 días aproximadamente.

#### III. 1. c. DESCRIPCIÓN DEL SUELO BAJO ESTUDIO

El relieve es predominantemente ondulado, profusamente atravesado por cañadas, arroyos y ríos, con la existencia de una red de drenaje densa y bien definida y gradientes promedios de 1,5%. El suelo es un Argiudol típico de textura franca a franca limosa (Panigatti, 1983). El perfil del suelo tiene la siguiente estructura:

A1: Bloques subangulares medios, moderados. Límite inferior claro, suave.

B1: Prismas medios moderados. Límite inferior claro, suave.

B2t: Prismas gruesos y medios fuertes. Límite inferior claro, suave.

B3: Bloques subangulares medios fuertes. Límite inferior claro, suave.

C: Masivo.

El perfil ha sido caracterizado (Panigatti, 1983) según lo detallado en el Cuadro 1.

**Cuadro 1:** Caracterización del perfil del suelo.

<i>Horizonte</i>	<i>A1</i>	<i>B1</i>	<i>B2t</i>	<i>B3</i>	<i>C</i>
<i>Profundidad (cm)</i>	0 - 20	20 - 29	29 - 58	58 - 115	115 - 160
<i>Materia Orgánica (%)</i>	3.91	1.53	1.05	0.59	-
<i>Arcilla &lt; 2 μ (%)</i>	25.1	28.4	29.5	18.4	9.5
<i>Limo 2 - 50 μ (%)</i>	60	52.5	50.6	56.3	56.7
<i>Arena 50 - 1000 μ (%)</i>	13.1	17.3	18.6	22.7	31
<i>pH</i>	6	6.1	6.3	6.4	6.7

## II. 2. CONDUCCIÓN DEL ENSAYO

### II. 2. a. Estructura

El ensayo fue sembrado el 10 de noviembre con el híbrido de sorgo dulce SR 883 (*Sorghum bicolor*), utilizándose una sembradora Agrometal TX Mega de 11 surcos distanciados a 52,5 cm entre sí. El tamaño de las parcelas analizadas fue de 2,10 metros de ancho por 6 metros de longitud (12,60 m<sup>2</sup>).

### II. 2. b. Especie y genotipo

La conducción del experimento se realizó con Sorgo dulce híbrido SR 883.

### II. 2. c. Fertilización

La fertilización se realizó en dos momentos del ciclo del cultivo. A la siembra se aplicaron 80 kg ha<sup>-1</sup> de Súper Fosfato Simple (N-P-K, 0-46-0), incorporado a la línea de siembra con la misma sembradora. Al estado ontogénico de pre floración se incorporaron 300 kg ha<sup>-1</sup> de Urea (N-P-K, 46-0-0).

### II. 2. d. Herbicidas e insecticidas

El herbicida aplicado en pre siembra fue Sulfosato (2 l ha<sup>-1</sup>), en preemergencia se utilizaron Atrazina (50 %) (2 l ha<sup>-1</sup>) y S-Metolacloro (96 %) (1.5 l ha<sup>-1</sup>). Las semillas que se utilizaron estaban tratadas con antídoto Fluxofenim (Concep III) para evitar efectos de fitotoxicidad por el uso de Cloroacetamidas.

Para el control de insectos se realizó un tratamiento preventivo en la etapa fenológica de panoja embuchada en base a Cipermetrina, aplicando una dosis de 300 cc ha<sup>-1</sup>, dicho insecticida se utilizó debido a su baja residualidad, baja toxicidad y el buen control que desempeña sobre orugas de lepidópteros.

En referencia a enfermedades, no se detectó ninguna que pudiese ocasionar alteraciones en el normal desarrollo del cultivo.

### **II. 3. DATOS METEOROLÓGICOS**

Se dispuso de los datos climáticos para el período comprendido entre 1990 - 2007 y durante el ciclo del cultivo del ensayo registrados en la estación meteorológica automática de la localidad de Venado Tuerto, Santa Fe.

### **II. 4. DISEÑO EXPERIMENTAL**

El diseño experimental utilizado fue parcelas en franjas, con tres repeticiones espaciales por tratamiento. El tratamiento fue la densidad de siembra con tres niveles: 100000, 200000 y 300000 plantas ha<sup>-1</sup>.

### **II. 5. DETERMINACIONES REALIZADAS**

#### **II. 5. a. Fenología del cultivo**

Se determinaron los estadios fenológicos del cultivo: siembra, emergencia, panoja embuchada, floración, grano pastoso y grano duro según la escala Vanderlip and Reeves (1972).

#### **II. 5. b. Producción de biomasa**

La producción de biomasa se obtuvo cortando la planta entera en forma manual en estado de grano duro. Se cosecharon 5 plantas de los dos surcos centrales de cada parcela determinándose el peso verde en el campo.

#### **II. 5. c. Determinación de azúcares y diámetro del tallo**

La determinación de azúcares se realizó con refractómetro y diámetro de tallos con calibre en cuatro estados fenológicos (panoja embuchada, floración, grano pastoso y grano duro con hoja seca) y en tres entrenudos de la planta (segundo, cuarto y sexto entrenudo) para analizar la variación del contenido de azúcar en los mismos, midiendo 10 plantas por tratamiento y calculando las medias para ambas variables.

Un refractómetro está constituido por un prisma (donde se debe colocar la muestra), cubre objetos (tapa que cubre la muestra que va dentro del prisma), tubo espejo (refleja la luz hacia arriba a través del líquido), ocular (donde observamos la línea que separa el punto de las

dos fases) y escudo ocular (para prevenir que entre luz y ocasionen reflejos). Para una correcta calibración se deben realizar cuatro pasos fundamentales:

1. Se coloca una gota de agua destilada sobre el prisma.
2. Se limpia el agua destilada con un pañuelo para lentes.
3. Una vez que el prisma está totalmente limpio se sabrá que está calibrado si la única lectura que marca es de 1.33333.
4. Si por el contrario no marca esta lectura seguramente en el prisma quedaron residuos de la muestra, lo único que se debe hacer es limpiarlo nuevamente.

Para un correcto funcionamiento se debe limpiar y secar cuidadosamente la tapa y el prisma antes de comenzar la medición. Colocar dos o tres gotas en dicho prisma; cuando se cierra la tapa, la prueba se reparte homogéneamente entre la tapa y el prisma. Debe evitarse que se formen burbujas de aire, ya que esto podría tener un efecto negativo en el resultado de la medición. Moviéndolo ligeramente la tapa se conseguirá repartir más homogéneamente el fluido de prueba

Sosteniendo el refractómetro sobre la luz solar, podrá observarse la escala a través del ocular. El valor se podrá leer entre el límite claro/oscurito. Girando el ocular se podrá ajustar y precisar la escala. Por último se debe limpiar y secar cuidadosamente el prisma y la tapa después de cada medición para evitar que queden restos que pudieran afectar a futuras mediciones (Sánchez, 2011).

## **II. 6. ANALISIS DE RESULTADOS**

Los datos obtenidos se analizaron con el Programa INFOSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2008), donde se probaron los supuestos del análisis de varianza (ANAVA) de normalidad de residuos mediante la prueba de Shapiro Willks y el Gráfico Q-Q Plot, de homogeneidad de varianzas mediante el Diagrama de Dispersión y la Prueba de Levene o ANAVA de los residuos absolutos y la comparación de medias mediante el Test LSD al 5% de probabilidad para identificar las diferencias estadísticas entre tratamiento.

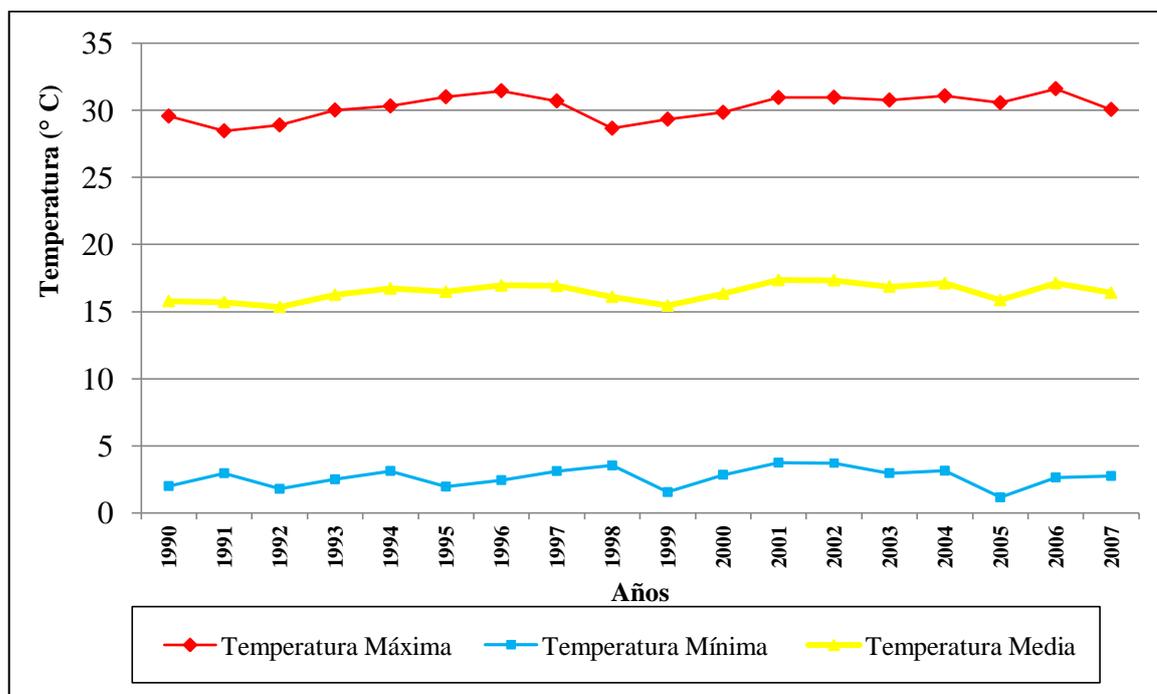
### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### III.1. INFORMACIÓN CLIMÁTICA

Para poder analizar la oferta climática en relación con la fenología del cultivo, se utilizó la serie climática obtenida a partir de los valores registrados en la estación meteorológica automática entre los años 1990 y 2007, en comparación con los valores de la campaña 2009 / 2010.

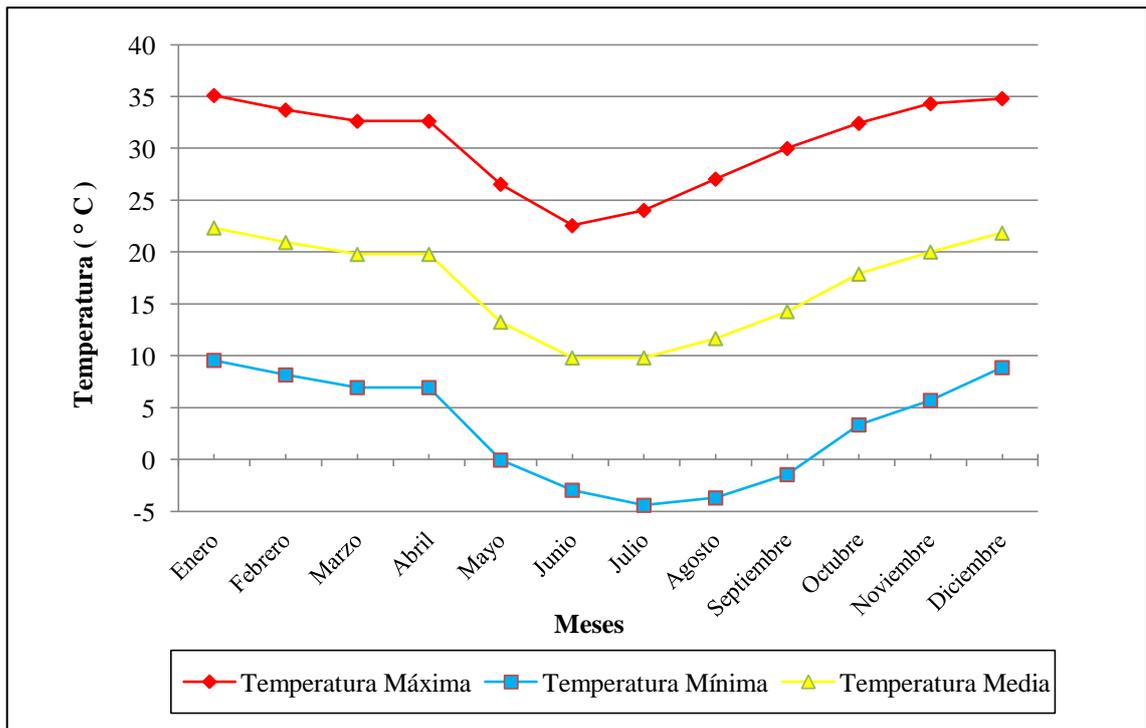
##### III.1.a. TEMPERATURA

A lo largo del período entre 1990-2007 (Fig. 1) hubo años con valores extremos mínimos de 1.15 °C (2005) y máximos de 31.6 °C (2006).



**Figura 1:** Temperaturas máximas, mínimas y medias anuales para la serie 1990 – 2007. Venado Tuerto, Santa Fe.

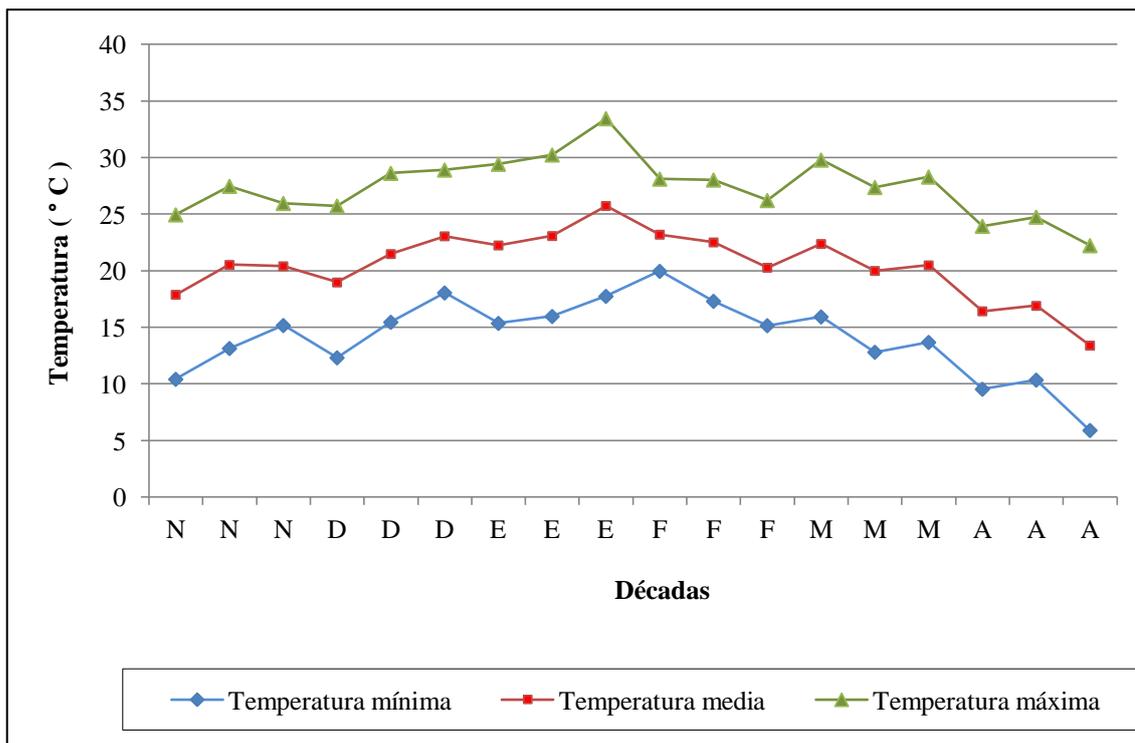
Los valores extremos mínimos de temperatura registrados en el período 1990-2007 (Fig. 2) fueron de -4.4 °C en el mes de Julio y máximos de 35.1 °C en el mes de Enero.



**Figura 2:** Temperaturas máximas, mínimas y medias mensuales para la serie 1990 – 2007. Venado Tuerto, Santa Fe.

El sorgo es uno de los cultivos agrícolas estivales más sensibles a las bajas temperaturas. Las condiciones de temperatura de la región de Venado Tuerto (Fig. 1 y Fig. 2) permiten considerarla como un ambiente apto para el cultivo de sorgo según sus requerimientos térmicos (Compton, 1990; Giorda *et al.*, 1998).

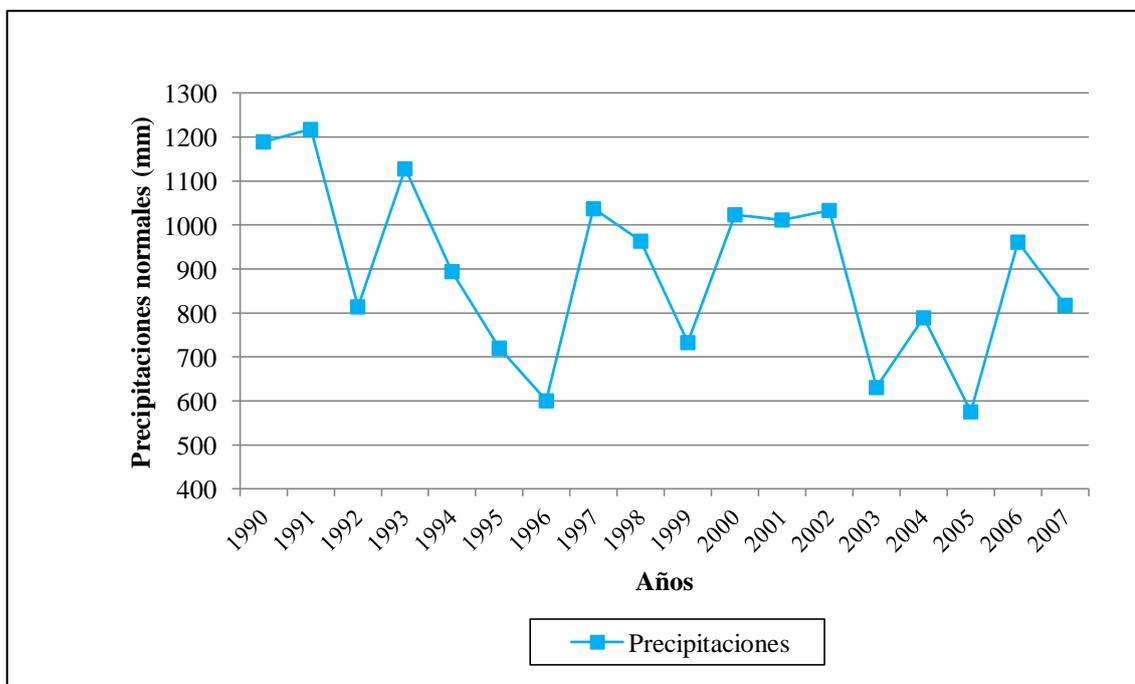
En el ciclo del cultivo de sorgo de esta experiencia la temperatura (Fig. 3) no superó el umbral de 38 °C considerado como máximo para su crecimiento (Giorda,*et al.*, 1998), como así tampoco se registraron valores inferiores a la base de 8 °C (Compton, 1990).



**Figura 3:** Temperaturas máximas, medias y mínimas para la campaña 2009 – 2010. Venado Tuerto, Santa Fe.

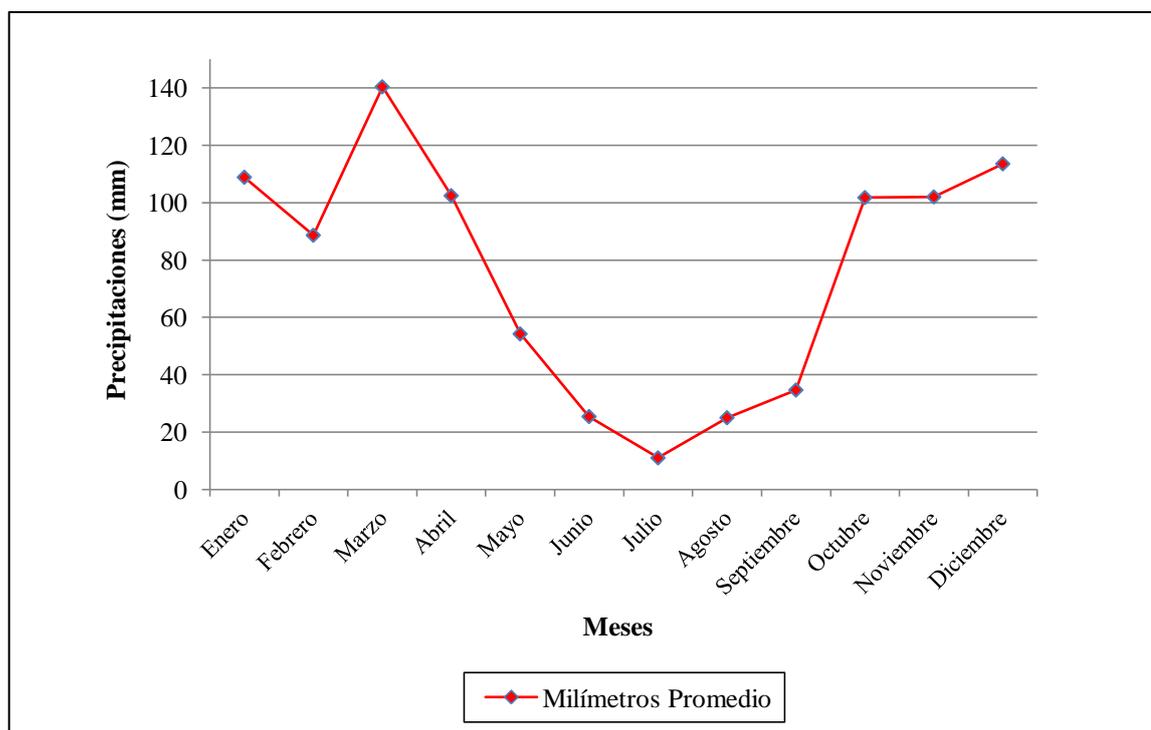
### III.1.b. PRECIPITACIONES

Las precipitaciones históricas (1990-2007) muestran (Fig. 4) que hubo años que se destacaron por los valores extremos mínimos de 575 mm (2005) y máximos de 1218 mm (1991).



**Figura 4:** Régimen de precipitaciones medias anuales, para la serie 1990-2007. Venado Tuerto, Santa Fe.

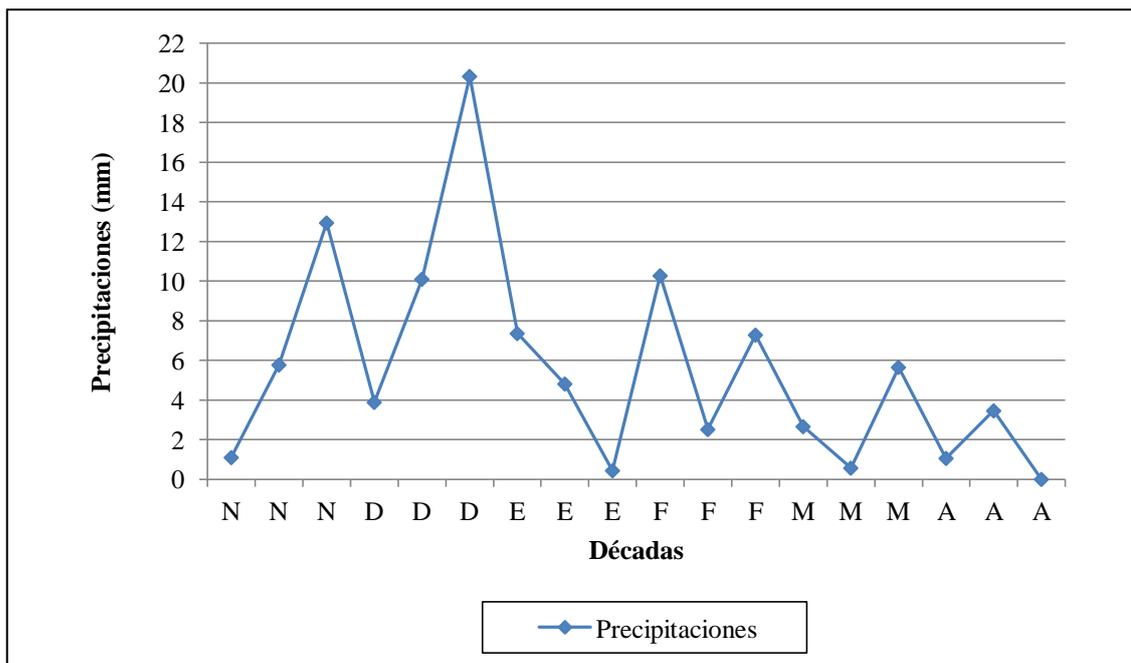
En el período entre 1990-2007 (Fig. 5) se registraron valores extremos mínimos de 11.37 mm para el mes de Julio y máximos de 135.82 mm en Marzo.



**Figura 5:** Régimen de precipitaciones medias mensuales, para la serie 1990-2007. Venado Tuerto, Santa Fe.

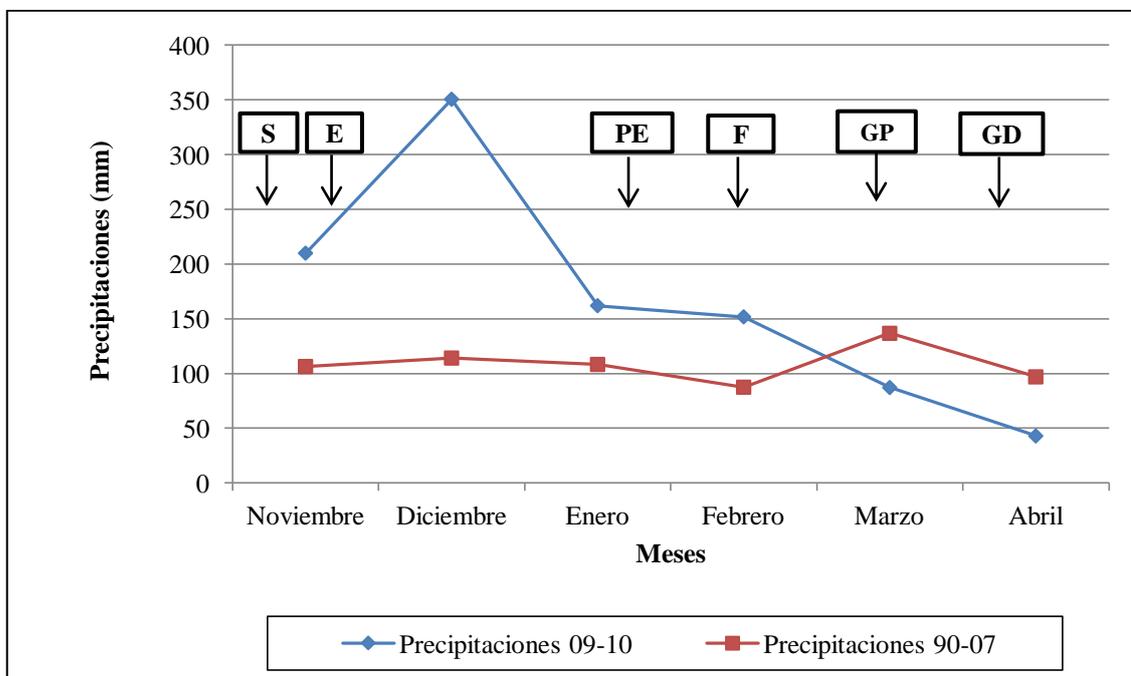
Para esta especie el período de mayor exigencia en agua se inicia aproximadamente a los 30 días de la emergencia coincidiendo con la diferenciación floral hasta llenado de granos (Giorda, *et al.*, 1998).

En el ciclo del cultivo de esta experiencia (Fig.6) las precipitaciones registradas desde el mes de Noviembre de 2009 hasta el mes de Abril de 2010 -presentadas en forma decádica-, comenzaron a incrementarse luego de la implantación del cultivo, decayendo en la primera década de Diciembre y luego aumentaron nuevamente favoreciendo el normal crecimiento y desarrollo del cultivo.



**Figura 6:** Régimen de precipitaciones decádicas para la campaña 2009/2010. Venado Tuerto, Santa Fe.

Cuando se analiza el ciclo del cultivo (Fig. 7) se observa que en la campaña bajo estudio, las precipitaciones superaron la media mensual del período 1990-2007 en los meses desde Noviembre a Febrero y luego disminuyen en Marzo y Abril con valores aceptables finalizando el ciclo del cultivo.



**Figura 7:** Régimen de precipitaciones mensuales registradas durante el ciclo del cultivo por mes y la comparación con la media mensual del período 1990-2007. Venado Tuerto, Santa Fe.

Observación: S: Siembra, E: Emergencia, PE: Panoja Embuchada, F: Floración, GP: Grano Pastoso, GD: Grano Duro.

### III. 2. FENOLOGÍA DEL CULTIVO

La determinación de los estadios fenológicos no presentó variaciones detectables entre las distintas densidades evaluadas (Cuadro 2). La ocurrencia de las etapas de desarrollo se manifestó acorde a las condiciones ambientales durante el período comprendido entre el 10/11/2009 y el 01/04/2010. El cultivo, al momento del corte, había transcurrido 142 días desde la siembra.

**Cuadro 2:** Fecha de Ocurrencia de Estadios Fenológicos (Sorgo dulce híbrido SR 883M).

<b>Etapas fenológicas</b>	<b>Fecha</b>	<b>Días entre Período</b>	<b>Días Acumulados</b>
<b>Siembra</b>	10/11/09	0	0
<b>Emergencia</b>	19/11/09	9	9
<b>Panoja Embuchada</b>	30/01/10	72	81
<b>Floración</b>	12/02/10	13	94
<b>Grano Pastoso</b>	05/03/10	21	115
<b>Grano Duro</b>	01/04/10	27	142

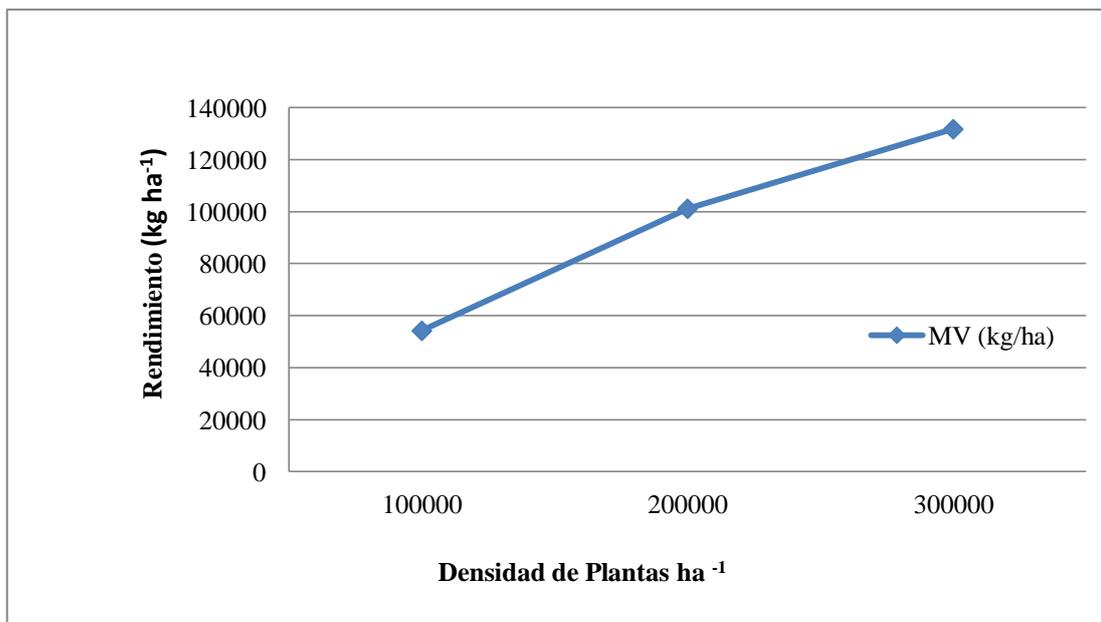
Escala según Vanderlip y Reeves (1972): Siembra, Emergencia, Panoja Embuchada, Floración, Grano Pastoso y Grano Duro.

### III. 3. PRODUCCIÓN DE BIOMASA

Durante la conducción del experimento, las condiciones ambientales fueron las adecuadas, es decir, los valores de temperatura y precipitación registrados (Fig. 3 y 5) se dieron dentro del rango necesario para un adecuado crecimiento y desarrollo del cultivo.

En la Fig. 8, se presenta la acumulación de Materia Verde al estado de grano duro. Se puede apreciar que al realizar modificaciones en la densidad los mayores valores de producción de biomasa se encontraron en el tratamiento de mayor densidad de siembra.

Se obtuvieron registros similares de producción de biomasa en el ensayo realizado con valores de 50 a más de 135 toneladas de materia verde por hectárea superando los valores registrados por Pin *et al.* (2011), quienes obtuvieron valores entre 40 hasta 110 toneladas de materia fresca por hectárea al año.



**Figura 8:** Rendimiento de Materia Verde en tres densidades de plantas por hectárea en el estadio fenológico Grano duro.

### III. 4. DETERMINACIÓN DE AZÚCARES

En el Cuadro 3 se presenta el efecto de las densidades de plantas sobre el contenido de azúcar en cuatro estadios fenológicos: Panoja embuchada, Floración, Grano pastoso y Grano duro.

Se pudo observar, que no hubo efecto sobre el contenido de azúcar en los tallos de las plantas en diferentes densidades de plantas en un mismo estado fenológico pero sí hay un incremento notorio a medida que avanza el estado fenológico.

**Cuadro 3:** Contenido de azúcar ( $\bullet Bx$ ) en las tres densidades de plantas en cuatro Estadios Fenológicos del cultivo.

	Estadios Fenológicos			
	Panoja Embuchada	Floración	Grano Pastoso	Grano Duro
<b>Densidad 1</b>	4.42 a	5.67 b	11.86 c	15.58 d
<b>Densidad 2</b>	5.05 a	6.98 b	10.71 c	14.37 d
<b>Densidad 3</b>	5.01 a	6.88 b	10.50 c	15.42 d
<b>DMS</b>	0.83356	0.83356	0.83356	0.83356
<b>CV (%)</b>	9.38	9.38	9.38	9.38

Observación: Densidad 1, 100000 plantas/ha; Densidad 2, 200000 plantas/ha; Densidad 3, 300000 plantas/ha. Estadios fenológicos: Panoja embuchada, Floración, Grano Pastoso y Grano Duro (Vanderlip y Reeves, 1972). En columnas, letras distintas indican diferencias significativas al 5% de probabilidad según test DMS (diferencia mínima significativa).

La evaluación del contenido de azúcar en tres entrenudos de la planta (segundo, cuarto y sexto entrenudo), en los mismos estadios fenológicos: Panoja embuchada, Floración, Grano pastoso y Grano duro (Cuadro 4) detectó un incremento en los entrenudos de la planta en los estados fenológicos de Floración, Grano pastoso y Grano duro y también con el avance de la etapa ontogénica. Sólo en el estado de Panoja embuchada no varió.

**Cuadro 4:** *Contenido de azúcar (\*Bx) en tres entrenudos de la planta en cuatro Estadios Fenológicos del cultivo.*

	<b>Panoja Embuchada</b>	<b>Floración</b>	<b>Grano Pastoso</b>	<b>Grano Duro</b>
<b>Entrenudo 1</b>	4.50 a	5.17 a	9.30 a	13.23 a
<b>Entrenudo 2</b>	5.02 a	6.70 b	11.14 b	15.23 b
<b>Entrenudo 3</b>	4.94 a	7.66 c	12.63 c	16.92 c
<b>DMS</b>	0.83356	0.83356	0.83356	0.83356
<b>CV (%)</b>	9.38	9.38	9.38	9.38

Observación: Entrenudo 1, Segundo entrenudo; Entrenudo 2, Cuarto entrenudo; Entrenudo 3, Sexto entrenudo. Estadios fenológicos donde se realizaron los muestreos: Panoja embuchada, Floración, Grano Pastoso y Grano Duro (Vanderlip y Reeves, 1972).

En columnas, letras distintas indican diferencias significativas al 5% de probabilidad según test DMS (diferencia mínima significativa).

### III. 5. DIÁMETRO DEL TALLO

Durante la determinación de azúcares se realizó la medición del diámetro de los tallos en tres entrenudos de la planta (segundo, cuarto y sexto entrenudo), en cada estadio fenológico evaluado y en cada densidad de siembra (Cuadro 5). Se determinó que no hubo una disminución notoria del diámetro de los tallos al incrementarse las densidades de siembra como era de esperarse. Por otro lado, al analizar cada una de las densidades de plantas se puede observar que no hubo una variación importante de los valores de diámetro del tallo a medida que avanzaban los estados fenológicos para un mismo entrenudo.

**Cuadro 5:** *Diámetro de los tallos en cada uno de los Entrenudos evaluados para cada Densidad de Siembra en los diferentes Estadios Fenológicos a lo largo del ciclo del cultivo.*

	Panoja Embuchada			Floración			Grano Pastoso			Grano Duro		
	Dens. 1	Dens. 2	Dens. 3	Dens. 1	Dens. 2	Dens. 3	Dens. 1	Dens. 2	Dens. 3	Dens. 1	Dens. 2	Dens. 3
	Diámetro (mm)			Diámetro (mm)			Diámetro (mm)			Diámetro (mm)		
Entrenudo 1	187	181	184	201	180	180	178	177	173	167	166	168
Entrenudo 2	171	160	162	182	157	160	163	157	158	153	152	154
Entrenudo 3	149	132	137	156	138	140	142	137	141	135	138	139

Observación: Dens = Densidad.

Si relacionamos el diámetro de los tallos con la producción de azúcares, el contenido de esta última se incremento desde el entrenudo inferior (2° entrenudo) al superior (6° entrenudo) en todos los tratamientos evaluados.

#### **IV. CONCLUSIONES**

Bajo las condiciones experimentales y ambientales en las cuales se desarrolló la experiencia, se puede concluir que:

- ◆ El aumento de la densidad de siembra en el cultivo de sorgo azucarado permite incrementos en la producción de materia verde por hectárea.
- ◆ No hubo efecto de la densidad de siembra sobre el contenido de azúcar en los diferentes Estados Fenológicos evaluados.
- ◆ La concentración de azúcares en los tallos para los diferentes Estados Fenológicos incrementó desde el entrenudo inferior (2do) al superior (6to).
- ◆ No hubo efecto de la densidad de siembra sobre el diámetro de los tallos.

## V. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- COMPTON, L. 1990. **Agronomía del Sorgo**. Editado por Instituto Internacional para la Investigación en Cultivos de los Trópicos Semi-Áridos (ICRISAT). India. 301 p.
- DRAGÚM, P.; A. MORENO; S. PICASSO; J. LARDIZABAL; N. GATTI.; J. TELECHEA y A. CONTI. 2010. Monitoreo y Estudio de Cadenas de Valoración ONCCA. En: [www.oncca.gov.ar/documentos/2\\_cadena\\_sorgo\\_101227.pdf](http://www.oncca.gov.ar/documentos/2_cadena_sorgo_101227.pdf). Consultado: 16/0713.
- GIORDA, L. M.; O. FERESIN y C. DOMANSKI. 1998. Sorgo granífero. Editorial Centro Regional Córdoba. EEA. INTA Manfredi. **Cuaderno de actualización técnica N° 7**. 71 p.
- GIORDA, L. M. y G. CORDES. 2010. Sorgos de Alta Energía para Biocombustible. N° Doc IIR-BC-INF-09-10.Sorgo.pdf. EEA Manfredi. En: [www.inta.gov.ar/documentos/sorgos-de-alta-energia-para-biocombustibles/](http://www.inta.gov.ar/documentos/sorgos-de-alta-energia-para-biocombustibles/). Consultado: 05/12/13.
- GRASSI, G. 2005. EBCE BID Report. En: [www.conference-biomass2005/pdf/14th](http://www.conference-biomass2005/pdf/14th). Consultado: 14/11/09.
- DI RIENZO J. A.; F. CASANOVES; M. G. BALZARINI; L. GONZÁLEZ; M. TABLADA y C. W. ROBLEDO.2008. *INFOSTAT*. FCA – UNRC.
- OCHOA MARTINEZ, I. 2007. Bioetanol. Alcohol Carburante. En: [www.epn.edu.ec/bio2008/Documentos/BIOETANOLPPT.pdf](http://www.epn.edu.ec/bio2008/Documentos/BIOETANOLPPT.pdf). Consultado: 02/03/10.
- ORTÍZ, D.; J. FARIÑA; L. M. GIORDA y M. LUDUEÑA. 2012. Productividad de Sorgos Azucarados para la Obtención de Etanol en Diferentes Ambientes de Argentina. II Simposio Nacional de Sorgo, 1 y 2 de Agosto de 2012. Pergamino. Buenos Aires (AR). AIANBA. 4 p. En: [www.inta.gov.ar/documentos/productividad-de-sorgos-azucarados-para-la-obtencion-de-etanol-en-diferentes-ambientes-de-argentina/](http://www.inta.gov.ar/documentos/productividad-de-sorgos-azucarados-para-la-obtencion-de-etanol-en-diferentes-ambientes-de-argentina/). Consultado: 05/12/12.
- PANIGATTI, J.L. 1983. Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja 3363-36. Venado Tuerto. Secretaria de Agricultura y Ganadería de la Nación Argentina. Provincia de Santa Fe. INTA. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Buenos Aires.
- PIN, M.; D. PICCO; A. VECCHIET; O. Leon; P. GONZÁLEZ; R. Marcos y A.E. RUIZ; I. TSAKIRIDOU; K. KONSTANTINOU; L. D'APOTE; L. DAIDONE; M. SANZ GALLEGO; M.H. SANS; M.D. CURT; F. MOSQUERA ESCRIBANO; S. BARTSIOS; A. BARTSIOS y E PAPOULIA. 2011. “Sweethanol. Sustentable Etanol For Eu”. Difusión de un Modelo sostenible en la EU para producir bioetanol

- de 1º generación a partir de sorgo dulce en plantas descentralizadas. Manual Técnico. Valladolid. España. 74 p. En: [www.sweethanol.eu/upload/file/1st%20Newsletter%20SWEETHANOL%20SP.pdf](http://www.sweethanol.eu/upload/file/1st%20Newsletter%20SWEETHANOL%20SP.pdf) . Consultado: 20/11/13.
- ROMERO, L.; M. GAGGIOTTI y E. CAMERON. 2001. Sorgo forrajero azucarado para silaje: efecto de la distancia entre surcos y la densidad de siembra. 24º Congreso Argentino de Producción Animal. Rafaela, 19 al 21 de Septiembre de 2001. En: [www.rafaela.inta.gov.ar/anuario2001/a2001\\_10.htm](http://www.rafaela.inta.gov.ar/anuario2001/a2001_10.htm). Consultado: 12/06/13.
- SANCHEZ, T. D. 2011. Proyecto de Calibración. En: [www.proyectodecalibracion.blogspot.com.ar/2011/11/refractometro.html](http://www.proyectodecalibracion.blogspot.com.ar/2011/11/refractometro.html). Consultado: 24/06/13.
- VANDERLIP, R.L. y H.E. REEVES. 1972. Growth Stages of Sorghum [Sorghum bicolor (L.) Moench]. *Agron. J.* 64(1): 13-16. En [www.inta.gob.ar/documentos/el-cultivo-de-sorgo-en-san-luis/at\\_multi\\_download/file/sorgo\\_INTA\\_EESL.pdf](http://www.inta.gob.ar/documentos/el-cultivo-de-sorgo-en-san-luis/at_multi_download/file/sorgo_INTA_EESL.pdf). Consultado: 17/07/13.

## XI. ANEXO

En este Anexo se adjuntan los valores del contenido de azúcar y diámetro de tallos en las tres densidades de siembra en los distintos Estadios Fenológicos (tres repeticiones).

### Densidad de Siembra 1

#### Panoja Embuchada

Planta	Parámetro	2° Entrenudo	4° Entrenudo	6° Entrenudo
1	Diámetro	2.1	2	1.9
	% Azúcar	3.2	3.5	3.5
2	Diámetro	1.9	1.7	1.5
	% Azúcar	3	3.9	3.9
3	Diámetro	1.9	1.7	1.5
	% Azúcar	5	5	5.5
4	Diámetro	2	1.9	1.7
	% Azúcar	3	4	4
5	Diámetro	1.9	1.7	1.6
	% Azúcar	5	5	5.5
6	Diámetro	2	1.8	1.6
	% Azúcar	3.3	3.9	4.9
7	Diámetro	1.9	1.7	1.5
	% Azúcar	3.5	4	4
8	Diámetro	1.6	1.4	1
	% Azúcar	4.5	5.5	5.5
9	Diámetro	1.9	1.7	1.6
	% Azúcar	3.5	3.9	3.9
10	Diámetro	1.9	1.8	1.5
	% Azúcar	5.5	6	6

Planta	Parámetro	2° Entrenudo	4° Entrenudo	6° Entrenudo
1	Diámetro	2	1.9	1.4
	% Azúcar	3.1	4	4
2	Diámetro	1.8	1.2	1.1
	% Azúcar	3	3.5	3.9
3	Diámetro	1.9	1.6	1.3
	% Azúcar	3	3.9	3.9
4	Diámetro	2.1	1.7	1.3
	% Azúcar	5	5.9	6
5	Diámetro	1.8	1.7	1.2
	% Azúcar	3.1	4.2	5.1
6	Diámetro	1.7	1.4	1.2
	% Azúcar	5	5	5
7	Diámetro	1.7	1.7	1.5
	% Azúcar	4	5	5
8	Diámetro	1.6	1.4	0.9
	% Azúcar	6	7	7
9	Diámetro	1.4	1.3	1
	% Azúcar	5	5	5.5
10	Diámetro	1.7	1.4	1.2

Planta	Parámetro	2º Entrenudo	4º Entrenudo	6º Entrenudo
1	Diámetro	1.9	1.7	1.5
	% Azúcar	3.1	4	4
2	Diámetro	1.8	1.7	1.6
	% Azúcar	4	4.5	4.5
3	Diámetro	2	1.8	1.6
	% Azúcar	3	4	5
4	Diámetro	2.1	1.9	1.8
	% Azúcar	4.1	4.5	5
5	Diámetro	2.1	1.9	1.7
	% Azúcar	3	3.5	4
6	Diámetro	1.9	1.7	1.5
	% Azúcar	3.5	3.5	4
7	Diámetro	1.9	1.6	1.4
	% Azúcar	5	5.5	5.5
8	Diámetro	2	1.9	1.8
	% Azúcar	4.9	5	5
9	Diámetro	2.1	2	1.9
	% Azúcar	3	3.5	3.5
10	Diámetro	2	1.9	1.7
	% Azúcar	4.9	5	5
	% Azúcar	5	6	7

#### Floración

Planta	Parámetro	2º Entrenudo	4º Entrenudo	6º Entrenudo
1	Diámetro	2.3	2.1	1.9
	% Azúcar	3	5.5	5.5
2	Diámetro	2	1.9	1.7
	% Azúcar	4.5	7	8
3	Diámetro	2.5	2.3	2
	% Azúcar	3.5	5	6
4	Diámetro	2.5	2.3	2
	% Azúcar	3.5	5	6
5	Diámetro	2	1.8	1.6
	% Azúcar	4	6	7
6	Diámetro	2.1	1.9	1.7
	% Azúcar	6	7	7
7	Diámetro	2.1	1.9	1.7
	% Azúcar	3	4	5
8	Diámetro	2.1	1.8	1.6
	% Azúcar	4.5	5	5
9	Diámetro	1.8	1.7	1.4
	% Azúcar	3	6	7
10	Diámetro	2	1.8	1.7
	% Azúcar	4	5	7.5

Planta	Parámetro	2º Entrenado	4º Entrenado	6º Entrenado
1	Diámetro	1.9	1.7	1.6
	% Azúcar	4	6.5	7
2	Diámetro	1.9	1.7	1.6
	% Azúcar	6	7	8
3	Diámetro	1.8	1.6	1.5
	% Azúcar	7	7	8
4	Diámetro	2	1.7	1.6
	% Azúcar	3	6	7
5	Diámetro	2.1	1.9	1.8
	% Azúcar	6	7	7
6	Diámetro	1.8	1.6	1.1
	% Azúcar	6	7	7.5
7	Diámetro	1.9	1.8	1.3
	% Azúcar	6	8	8
8	Diámetro	2	1.7	1.6
	% Azúcar	3	6	6
9	Diámetro	2.2	2	1.9
	% Azúcar	6	7	8
10	Diámetro	2	1.7	1.4
	% Azúcar	7	7	7.5

Planta	Parámetro	2º Entrenado	4º Entrenado	6º Entrenado
1	Diámetro	1.7	1.5	1.3
	% Azúcar	3	4	4
2	Diámetro	2.1	2	1.8
	% Azúcar	3	4.5	5
3	Diámetro	2	2	1.9
	% Azúcar	2	4.5	5
4	Diámetro	2.1	2	1.7
	% Azúcar	3	6	6.5
5	Diámetro	1.9	1.7	1.8
	% Azúcar	4	6	6
6	Diámetro	1.7	1.6	1.5
	% Azúcar	5	7	7
7	Diámetro	1.7	1.5	1.3
	% Azúcar	5.5	7	7
8	Diámetro	1.9	1.7	1.6
	% Azúcar	4	5	7
9	Diámetro	2.1	1.9	1.7
	% Azúcar	5	7	7.5
10	Diámetro	2.1	2	1.7
	% Azúcar	4.5	6	7

**Grano Pastoso**

<b>Planta</b>	<b>Parámetro</b>	<b>2º Entrenudo</b>	<b>4º Entrenudo</b>	<b>6º Entrenudo</b>
<b>1</b>	<b>Diámetro</b>	2	1.7	1.6
	<b>% Azúcar</b>	5.5	7	9
<b>2</b>	<b>Diámetro</b>	1.9	1.8	1.6
	<b>% Azúcar</b>	10	12	13.5
<b>3</b>	<b>Diámetro</b>	1.8	1.6	1.4
	<b>% Azúcar</b>	12.5	13	15
<b>4</b>	<b>Diámetro</b>	1.9	1.8	1.6
	<b>% Azúcar</b>	10	12.5	13.5
<b>5</b>	<b>Diámetro</b>	1.3	1.2	1.1
	<b>% Azúcar</b>	10	10.5	10
<b>6</b>	<b>Diámetro</b>	2	1.9	1.7
	<b>% Azúcar</b>	11	14.5	15
<b>7</b>	<b>Diámetro</b>	2	1.7	1.3
	<b>% Azúcar</b>	6	9.5	13
<b>8</b>	<b>Diámetro</b>	1.8	1.7	1.3
	<b>% Azúcar</b>	5.5	7.5	7.5
<b>9</b>	<b>Diámetro</b>	2.1	1.8	1.9
	<b>% Azúcar</b>	10	12.5	14
<b>10</b>	<b>Diámetro</b>	2	1.7	1.5
	<b>% Azúcar</b>	12.5	16	17

<b>Planta</b>	<b>Parámetro</b>	<b>2º Entrenudo</b>	<b>4º Entrenudo</b>	<b>6º Entrenudo</b>
<b>1</b>	<b>Diámetro</b>	1.8	1.6	1.3
	<b>% Azúcar</b>	13	14.5	15
<b>2</b>	<b>Diámetro</b>	1.9	1.3	1.1
	<b>% Azúcar</b>	13.5	15	15
<b>3</b>	<b>Diámetro</b>	1.8	1.6	1.4
	<b>% Azúcar</b>	12	14	14
<b>4</b>	<b>Diámetro</b>	1.9	1.8	1.5
	<b>% Azúcar</b>	12.5	15	16
<b>5</b>	<b>Diámetro</b>	2.1	1.8	1.5
	<b>% Azúcar</b>	10.5	13.5	14
<b>6</b>	<b>Diámetro</b>	2.1	1.9	1.5
	<b>% Azúcar</b>	11	14	14
<b>7</b>	<b>Diámetro</b>	1.9	1.6	1.3
	<b>% Azúcar</b>	9	12	14
<b>8</b>	<b>Diámetro</b>	1.7	1.6	1.5
	<b>% Azúcar</b>	9.5	13	13.5
<b>9</b>	<b>Diámetro</b>	1.5	1.4	1.3
	<b>% Azúcar</b>	11.5	15	15
<b>10</b>	<b>Diámetro</b>	1.5	1.3	1.1
	<b>% Azúcar</b>	11.5	14	15

Planta	Parámetro	2º Entrenudo	4º Entrenudo	6º Entrenudo
1	Diámetro	1.8	1.7	1.6
	% Azúcar	5	8	8
2	Diámetro	1.7	1.6	1.5
	% Azúcar	10	11	13
3	Diámetro	1.5	1.4	1.3
	% Azúcar	11	14	15
4	Diámetro	1.8	1.7	1.5
	% Azúcar	5	6	6.5
5	Diámetro	1.8	1.7	1.5
	% Azúcar	8	10.5	12
6	Diámetro	2	1.8	1.7
	% Azúcar	11	14	15
7	Diámetro	1.9	1.8	1.4
	% Azúcar	11	13	13.5
8	Diámetro	1.5	1.4	1.2
	% Azúcar	11	14	16
9	Diámetro	1.6	1.5	1.3
	% Azúcar	10	11	14
10	Diámetro	1.4	1.3	1.1
	% Azúcar	10	10.5	13

#### Grano Duro

Planta	Parámetro	2º Entrenudo	4º Entrenudo	6º Entrenudo
1	Diámetro	1.8	1.7	1.4
	% Azúcar	11	11	15
2	Diámetro	1.4	1.3	1.2
	% Azúcar	14	15	18
3	Diámetro	1.8	1.7	1.4
	% Azúcar	15	15.5	17.5
4	Diámetro	1.8	1.7	1.6
	% Azúcar	17	17.5	18.5
5	Diámetro	1.8	1.7	1.6
	% Azúcar	11	11	12
6	Diámetro	1.8	1.6	1.4
	% Azúcar	14	16	18
7	Diámetro	1.4	1.3	1.1
	% Azúcar	14.5	15	19.5
8	Diámetro	1.7	1.6	1.5
	% Azúcar	9	11	13.5
9	Diámetro	1.4	1.3	1.1
	% Azúcar	6.5	8	11
10	Diámetro	1.7	1.5	1.4
	% Azúcar	8	11	11

Planta	Parámetro	2º Entrenado	4º Entrenado	6º Entrenado
1	Diámetro	2.1	1.9	1.8
	% Azúcar	11	15.5	19
2	Diámetro	1.5	1.4	1.2
	% Azúcar	17	18.5	20
3	Diámetro	1.7	1.6	1.4
	% Azúcar	15	17	19
4	Diámetro	1.3	1.2	1
	% Azúcar	13	19	19.5
5	Diámetro	2	1.9	1.6
	% Azúcar	17	19	20
6	Diámetro	1.9	1.5	1.4
	% Azúcar	11	11	15
7	Diámetro	1.6	1.5	1.4
	% Azúcar	13	15	16
8	Diámetro	1.8	1.7	1.6
	% Azúcar	14.5	17	18
9	Diámetro	1.3	1.1	0.9
	% Azúcar	14	17	18.5
10	Diámetro	1.7	1.4	1.1
	% Azúcar	12	15	15

Planta	Parámetro	2º Entrenado	4º Entrenado	6º Entrenado
1	Diámetro	1.8	1.7	1.5
	% Azúcar	11	11	12
2	Diámetro	1.8	1.7	1.6
	% Azúcar	18	18	19.5
3	Diámetro	1.9	1.8	1.6
	% Azúcar	16.5	17	18
4	Diámetro	1.9	1.6	1.5
	% Azúcar	17	18.5	18.5
5	Diámetro	1.6	1.3	1.1
	% Azúcar	18	18	21
6	Diámetro	2.1	2	1.9
	% Azúcar	14	17	19
7	Diámetro	1.4	1.3	0.9
	% Azúcar	17.5	17.5	18
8	Diámetro	1.5	1.4	1.3
	% Azúcar	18	19	20
9	Diámetro	1.3	1.2	1.1
	% Azúcar	17	18	19
10	Diámetro	1.4	1.3	1.1
	% Azúcar	15	17	17

## Densidad de Siembra 2

### Panoja Embuchada

Planta	Parámetro	2° Entrenudo	4° Entrenudo	6° Entrenudo
1	Diámetro	1.9	1.6	1.2
	% Azúcar	3.9	4.5	5
2	Diámetro	1.8	1.6	1.2
	% Azúcar	3.5	5	5
3	Diámetro	1.7	1.5	1.2
	% Azúcar	3.9	4	5
4	Diámetro	1.8	1.5	1.2
	% Azúcar	5	6	6
5	Diámetro	1.9	1.6	1.3
	% Azúcar	5	5	5
6	Diámetro	1.6	1.5	1.3
	% Azúcar	4.9	4.9	5
7	Diámetro	1.6	1.4	1
	% Azúcar	4.1	5	5
8	Diámetro	1.8	1.6	1.2
	% Azúcar	5.5	6	6
9	Diámetro	1.9	1.8	1.5
	% Azúcar	5	5	6
10	Diámetro	1.7	1.6	1.5
	% Azúcar	3.2	4.9	5.1

Planta	Parámetro	2° Entrenudo	4° Entrenudo	6° Entrenudo
1	Diámetro	2.2	2.1	1.4
	% Azúcar	4	5	5
2	Diámetro	1.8	1.5	1.2
	% Azúcar	4.9	6	5
3	Diámetro	2	1.9	1.6
	% Azúcar	5	6	6.5
4	Diámetro	1.8	1.6	1.3
	% Azúcar	3.5	5	4
5	Diámetro	1.7	1.6	1.3
	% Azúcar	4.9	5	5
6	Diámetro	1.6	1.4	1.1
	% Azúcar	4	4.9	4.9
7	Diámetro	2	1.8	1.6
	% Azúcar	6.9	7.9	6
8	Diámetro	2.2	1.9	1.5
	% Azúcar	5	5	5
9	Diámetro	1.7	1.6	1.5
	% Azúcar	5	5	5
10	Diámetro	1.9	1.6	1.2
	% Azúcar	3.1	3.9	3.9

Planta	Parámetro	2° Entrenado	4° Entrenado	6° Entrenado
1	Diámetro	2	1.5	1.4
	% Azúcar	6	6	5
2	Diámetro	2	1.9	1.6
	% Azúcar	6	5.1	5
3	Diámetro	1.9	1.6	1.5
	% Azúcar	4.9	5	5.5
4	Diámetro	1.7	1.6	1.2
	% Azúcar	4.9	4.9	5
5	Diámetro	1.3	1.2	1.1
	% Azúcar	4	5	4
6	Diámetro	1.9	1.5	1.3
	% Azúcar	5.2	6.9	5.9
7	Diámetro	1.7	1.6	1.2
	% Azúcar	4.9	5	5
8	Diámetro	1.7	1.4	1.2
	% Azúcar	5.1	5.5	5
9	Diámetro	1.8	1.6	1.4
	% Azúcar	4.1	5.9	5
10	Diámetro	1.9	1.6	1.5
	% Azúcar	5.9	5	5

#### Floración

Planta	Parámetro	2° Entrenado	4° Entrenado	6° Entrenado
1	Diámetro	1.7	1.6	1.5
	% Azúcar	6	7	9
2	Diámetro	2	1.7	1.6
	% Azúcar	5.5	6	8
3	Diámetro	1.7	1.4	1
	% Azúcar	4	5.5	8
4	Diámetro	1.4	1.3	1
	% Azúcar	5	7	8
5	Diámetro	1.8	1.7	1.5
	% Azúcar	6.5	8.5	9
6	Diámetro	1.8	1.7	1.6
	% Azúcar	5	7	10
7	Diámetro	1.5	1.3	1.1
	% Azúcar	4	6	7
8	Diámetro	1.7	1.6	1.5
	% Azúcar	5.5	7	8
9	Diámetro	1.7	1.6	1.3
	% Azúcar	6	8	10
10	Diámetro	1.6	1.5	1.1
	% Azúcar	5	7.5	9

Planta	Parámetro	2º Entrenudo	4º Entrenudo	6º Entrenudo
1	Diámetro	1.6	1.1	1
	% Azúcar	7	9.5	10
2	Diámetro	1.9	1.7	1.5
	% Azúcar	5	7	7
3	Diámetro	1.9	1.7	1.5
	% Azúcar	7	9	9
4	Diámetro	2	1.8	1.6
	% Azúcar	5.5	8	9
5	Diámetro	1.9	1.5	1.3
	% Azúcar	9	10.5	11
6	Diámetro	2	1.7	1.6
	% Azúcar	7	9.5	10
7	Diámetro	2	1.9	1.7
	% Azúcar	5	6	8
8	Diámetro	1.7	1.5	1.4
	% Azúcar	3.5	5.5	6
9	Diámetro	2.2	1.8	1.7
	% Azúcar	5	6	7
10	Diámetro	2	1.8	1.6
	% Azúcar	6	9.5	10

Planta	Parámetro	2º Entrenudo	4º Entrenudo	6º Entrenudo
1	Diámetro	1.8	1.5	1.3
	% Azúcar	6	8.5	9
2	Diámetro	1.8	1.5	1.4
	% Azúcar	5	7	7.5
3	Diámetro	2	1.8	1.4
	% Azúcar	5.5	8	8.5
4	Diámetro	1.8	1.5	1.3
	% Azúcar	5	6	7.5
5	Diámetro	1.9	1.5	1.4
	% Azúcar	4	6	6
6	Diámetro	1.4	1.2	1
	% Azúcar	6	7	7
7	Diámetro	1.6	1.3	1.1
	% Azúcar	5	7	8
8	Diámetro	1.8	1.7	1.6
	% Azúcar	4.5	5	6
9	Diámetro	1.9	1.5	1.4
	% Azúcar	6.5	8	9
10	Diámetro	1.9	1.7	1.4
	% Azúcar	3.5	5	5.5

## Grano Pastoso

Planta	Parámetro	2º Entrenado	4º Entrenado	6º Entrenado
1	Diámetro	1.9	1.6	1.3
	% Azúcar	9	12	13
2	Diámetro	1.9	1.8	1.6
	% Azúcar	8.5	11	12
3	Diámetro	1.7	1.4	1.3
	% Azúcar	8.5	11.5	11.5
4	Diámetro	1.7	1.5	1.4
	% Azúcar	4.5	5	6
5	Diámetro	2	1.8	1.7
	% Azúcar	3	5	6
6	Diámetro	2.1	2	1.7
	% Azúcar	10	14	15
7	Diámetro	1.4	1.1	1
	% Azúcar	10.5	15	15
8	Diámetro	1.5	1.3	1.1
	% Azúcar	11.5	12.5	14
9	Diámetro	1.6	1.5	1.3
	% Azúcar	9	13	14
10	Diámetro	1.7	1.5	1.3
	% Azúcar	11	14	14

Planta	Parámetro	2º Entrenado	4º Entrenado	6º Entrenado
1	Diámetro	1.5	1.4	1.2
	% Azúcar	12.5	14	14.5
2	Diámetro	1.8	1.7	1.6
	% Azúcar	6	8	9
3	Diámetro	1.8	1.7	1.5
	% Azúcar	8.5	13	13.5
4	Diámetro	1.8	1.7	1.5
	% Azúcar	11.5	13	15
5	Diámetro	2	1.9	1.6
	% Azúcar	12.5	14.5	14.5
6	Diámetro	1.9	1.3	1.2
	% Azúcar	7	12	13
7	Diámetro	1.5	1.4	1.3
	% Azúcar	6.5	9	10
8	Diámetro	1.7	1.5	1
	% Azúcar	11.5	13	15
9	Diámetro	1.5	1.3	1.1
	% Azúcar	12	14.5	15
10	Diámetro	1.5	1.4	1.2
	% Azúcar	13	14.5	15

Planta	Parámetro	2º Entrenudo	4º Entrenudo	6º Entrenudo
1	Diámetro	2	1.9	1.7
	% Azúcar	4.5	5.5	9
2	Diámetro	1.7	1.5	1.4
	% Azúcar	5	6.5	8
3	Diámetro	2	1.8	1.6
	% Azúcar	4	5	5.5
4	Diámetro	1.8	1.7	1.5
	% Azúcar	8	14	14.5
5	Diámetro	2.2	1.9	1.7
	% Azúcar	9	11.5	15
6	Diámetro	2.1	1.8	1.5
	% Azúcar	5	7	8.5
7	Diámetro	1.8	1.5	1.3
	% Azúcar	10	12	14.5
8	Diámetro	1.9	1.8	1.5
	% Azúcar	8	9.5	13
9	Diámetro	2	1.6	1.3
	% Azúcar	5	7	9
10	Diámetro	1.6	1.3	1.2
	% Azúcar	5	7	8.5

#### Grano Duro

Planta	Parámetro	2º Entrenudo	4º Entrenudo	6º Entrenudo
1	Diámetro	1.4	1.3	1.1
	% Azúcar	10.5	12	15
2	Diámetro	1.8	1.7	1.6
	% Azúcar	14.5	15	16
3	Diámetro	1.2	1.1	0.9
	% Azúcar	15	16	19
4	Diámetro	1.9	1.8	1.7
	% Azúcar	11	15	17
5	Diámetro	1.6	1.4	1.3
	% Azúcar	10	13	13
6	Diámetro	1.2	1	0.9
	% Azúcar	16	19.5	21.5
7	Diámetro	1.6	1.5	1.4
	% Azúcar	11.5	15	19
8	Diámetro	1.5	1.3	1.1
	% Azúcar	15	17	17
9	Diámetro	1.8	1.7	1.6
	% Azúcar	13	15	17
10	Diámetro	1.9	1.8	1.7
	% Azúcar	11	11	17

Planta	Parámetro	2º Entrenudo	4º Entrenudo	6º Entrenudo
1	Diámetro	1.8	1.7	1.6
	% Azúcar	11.5	14.5	17.5
2	Diámetro	1.7	1.4	1.2
	% Azúcar	14	17	17
3	Diámetro	1.8	1.7	1.5
	% Azúcar	15	15	17
4	Diámetro	1.5	1.3	1
	% Azúcar	9.5	11	13
5	Diámetro	1.3	1.2	1
	% Azúcar	15	16	17
6	Diámetro	1.5	1.4	1.3
	% Azúcar	17	19	21
7	Diámetro	1.8	1.7	1.4
	% Azúcar	13.5	15	18
8	Diámetro	1.7	1.6	1.5
	% Azúcar	10	13.5	15
9	Diámetro	1.3	1.1	1
	% Azúcar	17	19	19.5
10	Diámetro	1.3	1.1	1
	% Azúcar	18	19	19

Planta	Parámetro	2º Entrenudo	4º Entrenudo	6º Entrenudo
1	Diámetro	1.6	1.5	1.4
	% Azúcar	11	13	13
2	Diámetro	1.7	1.6	1.5
	% Azúcar	7	8	10.5
3	Diámetro	2.1	1.9	1.8
	% Azúcar	12	14.5	15.5
4	Diámetro	2	1.9	1.8
	% Azúcar	13.5	16	16.5
5	Diámetro	1.6	1.5	1.4
	% Azúcar	7	7	9
6	Diámetro	1.9	1.8	1.6
	% Azúcar	10	13	13.5
7	Diámetro	1.7	1.5	1.4
	% Azúcar	9	11.5	15
8	Diámetro	2	1.8	1.7
	% Azúcar	13	13	15.5
9	Diámetro	1.9	1.7	1.5
	% Azúcar	11	13	14.5
10	Diámetro	1.9	1.7	1.6
	% Azúcar	13.5	16	16.5

### Densidad de Siembra 3

#### Panoja Embuchada

Planta	Parámetro	2° Entrenudo	4° Entrenudo	6° Entrenudo
1	Diámetro	2.1	1.8	1.6
	% Azúcar	4.9	5.9	5
2	Diámetro	1.8	1.6	1.3
	% Azúcar	3.9	5	5
3	Diámetro	2	1.7	1.4
	% Azúcar	4.2	5	5
4	Diámetro	1.9	1.7	1.4
	% Azúcar	5	5	5
5	Diámetro	2.1	1.8	1.5
	% Azúcar	5	4	4
6	Diámetro	1.8	1.7	1.6
	% Azúcar	5.5	5	5
7	Diámetro	2.1	2	1.7
	% Azúcar	6.5	6	5
8	Diámetro	1.7	1.6	1.4
	% Azúcar	5.9	6.9	5
9	Diámetro	2.1	1.9	1.5
	% Azúcar	6	5.9	4
10	Diámetro	1.6	1.5	1
	% Azúcar	4.9	4.9	3.9

Planta	Parámetro	2° Entrenudo	4° Entrenudo	6° Entrenudo
1	Diámetro	1.8	1.6	1.3
	% Azúcar	4.2	5	5
2	Diámetro	2	1.7	1.5
	% Azúcar	5.9	6.9	4.9
3	Diámetro	2.2	2.1	2
	% Azúcar	4.9	4.9	5
4	Diámetro	1.9	1.6	1.5
	% Azúcar	5	5	5
5	Diámetro	1.5	1.3	1
	% Azúcar	4	4.5	4.5
6	Diámetro	1.9	1.5	1.4
	% Azúcar	4.9	5	5
7	Diámetro	2	1.7	1.5
	% Azúcar	5.1	5.5	5
8	Diámetro	1.9	1.5	1.3
	% Azúcar	6	6.5	7
9	Diámetro	2	1.8	1.7
	% Azúcar	4.9	5	5
10	Diámetro	2.1	1.7	1.6
	% Azúcar	5	5.5	5.5

Planta	Parámetro	2º Entrenudo	4º Entrenudo	6º Entrenudo
1	Diámetro	1.5	1.4	1.3
	% Azúcar	4.9	5	5.1
2	Diámetro	1.8	1.6	1.5
	% Azúcar	4.2	4.5	4.9
3	Diámetro	1.9	1.6	1
	% Azúcar	5	5	4.5
4	Diámetro	1.5	1.4	1.1
	% Azúcar	4.1	5	4.5
5	Diámetro	1.5	1.2	0.9
	% Azúcar	4	5	4
6	Diámetro	1.9	1.6	1.4
	% Azúcar	5	5	5
7	Diámetro	1.9	1.5	1.2
	% Azúcar	4.5	4.9	4.9
8	Diámetro	1.7	1.5	1.5
	% Azúcar	4.2	5.9	4.9
9	Diámetro	1.8	1.7	1.2
	% Azúcar	4.7	5.5	5.5
10	Diámetro	1.4	1.3	1.1
	% Azúcar	4.5	4.9	5

### Floración

Planta	Parámetro	2º Entrenudo	4º Entrenudo	6º Entrenudo
1	Diámetro	1.9	1.7	1.6
	% Azúcar	5	7.5	8
2	Diámetro	1.5	1.3	1.2
	% Azúcar	7	8	8
3	Diámetro	1.5	1.4	1.3
	% Azúcar	5	7	8
4	Diámetro	1.8	1.6	1.5
	% Azúcar	5	6.5	8
5	Diámetro	1.9	1.8	1.7
	% Azúcar	7.5	11	11
6	Diámetro	1.9	1.8	1.7
	% Azúcar	5.5	7	9
7	Diámetro	1.6	1.3	1
	% Azúcar	3	4	9
8	Diámetro	1.7	1.4	1.3
	% Azúcar	5	7	7
9	Diámetro	2	1.8	1.7
	% Azúcar	6	7	8
10	Diámetro	1.3	1.2	1
	% Azúcar	5	7	7.5

<b>Planta</b>	<b>Parámetro</b>	<b>2º Entrenudo</b>	<b>4º Entrenudo</b>	<b>6º Entrenudo</b>
<b>1</b>	<b>Diámetro</b>	2	1.8	1.6
	<b>% Azúcar</b>	3	6.5	6.5
<b>2</b>	<b>Diámetro</b>	2	1.4	1.3
	<b>% Azúcar</b>	6	7	8
<b>3</b>	<b>Diámetro</b>	1.8	1.5	1.4
	<b>% Azúcar</b>	3	5	6
<b>4</b>	<b>Diámetro</b>	1.9	1.7	1.6
	<b>% Azúcar</b>	5.5	8	8
<b>5</b>	<b>Diámetro</b>	1.6	1.4	1.3
	<b>% Azúcar</b>	6	9	11
<b>6</b>	<b>Diámetro</b>	1.6	1.5	1.3
	<b>% Azúcar</b>	4	6.5	7
<b>7</b>	<b>Diámetro</b>	1.6	1.5	1.3
	<b>% Azúcar</b>	7	7.5	8
<b>8</b>	<b>Diámetro</b>	1.6	1.4	1.2
	<b>% Azúcar</b>	7	8	9.5
<b>9</b>	<b>Diámetro</b>	1.7	1.5	1.4
	<b>% Azúcar</b>	4.5	7	9
<b>10</b>	<b>Diámetro</b>	1.7	1.6	1.4
	<b>% Azúcar</b>	5	8	9

<b>Planta</b>	<b>Parámetro</b>	<b>2º Entrenudo</b>	<b>4º Entrenudo</b>	<b>6º Entrenudo</b>
<b>1</b>	<b>Diámetro</b>	2	1.9	1.8
	<b>% Azúcar</b>	4	5	7
<b>2</b>	<b>Diámetro</b>	2	1.7	1.6
	<b>% Azúcar</b>	3.5	5.5	6
<b>3</b>	<b>Diámetro</b>	1.9	1.7	1.6
	<b>% Azúcar</b>	5	6	7
<b>4</b>	<b>Diámetro</b>	1.8	1.7	1.4
	<b>% Azúcar</b>	6	6	8
<b>5</b>	<b>Diámetro</b>	1.7	1.6	1
	<b>% Azúcar</b>	3.5	7	9
<b>6</b>	<b>Diámetro</b>	2.1	2	1.8
	<b>% Azúcar</b>	4	5	9
<b>7</b>	<b>Diámetro</b>	2.2	1.8	1.7
	<b>% Azúcar</b>	6	6.5	6.5
<b>8</b>	<b>Diámetro</b>	1.9	1.7	1.6
	<b>% Azúcar</b>	7	8	9
<b>9</b>	<b>Diámetro</b>	2	1.7	1.5
	<b>% Azúcar</b>	4	6.5	7
<b>10</b>	<b>Diámetro</b>	1.8	1.6	1.5
	<b>% Azúcar</b>	5	5.5	8

## Grano Pastoso

Planta	Parámetro	2° Entrenudo	4° Entrenudo	6° Entrenudo
1	Diámetro	1.9	1.6	1.5
	% Azúcar	11	13	14
2	Diámetro	2	1.8	1.7
	% Azúcar	11.5	13	15
3	Diámetro	1.4	1.3	1.1
	% Azúcar	9	11.5	13
4	Diámetro	2	1.9	1.6
	% Azúcar	11.5	14	15.5
5	Diámetro	1.5	1.4	1.2
	% Azúcar	14.5	16	16
6	Diámetro	1.5	1.4	1.3
	% Azúcar	12.5	15	16
7	Diámetro	1.8	1.7	1.5
	% Azúcar	7	7.5	10
8	Diámetro	1.8	1.6	1.5
	% Azúcar	5	6	8
9	Diámetro	1.8	1.7	1.4
	% Azúcar	6	7	8
10	Diámetro	1.4	1.2	0.8
	% Azúcar	7	8	13

Planta	Parámetro	2° Entrenudo	4° Entrenudo	6° Entrenudo
1	Diámetro	1.4	1.3	1.1
	% Azúcar	10	10	12
2	Diámetro	1.6	1.4	1.3
	% Azúcar	9	9	10
3	Diámetro	1.9	1.6	1.5
	% Azúcar	9	10	11
4	Diámetro	1.7	1.5	1.3
	% Azúcar	3	5	7
5	Diámetro	2	1.9	1.6
	% Azúcar	5	7	10
6	Diámetro	1.7	1.6	1.4
	% Azúcar	11.5	14	16
7	Diámetro	1.7	1.6	1.5
	% Azúcar	8	10	15
8	Diámetro	1.5	1.4	1.3
	% Azúcar	5	7	8.5
9	Diámetro	1.4	1.3	1.2
	% Azúcar	8.5	13	13
10	Diámetro	1.7	1.6	1.5
	% Azúcar	12	14	17

Planta	Parámetro	2º Entrenudo	4º Entrenudo	6º Entrenudo
1	Diámetro	1.9	1.6	1.5
	% Azúcar	11	13	15
2	Diámetro	1.8	1.6	1.5
	% Azúcar	9	11.5	13
3	Diámetro	1.8	1.7	1.5
	% Azúcar	6	7	12
4	Diámetro	1.6	1.4	1.3
	% Azúcar	9	9	10
5	Diámetro	1.7	1.6	1.4
	% Azúcar	11.5	14	16
6	Diámetro	1.4	1.3	1.2
	% Azúcar	5	7	9
7	Diámetro	2	1.9	1.6
	% Azúcar	5	9	9
8	Diámetro	2.1	1.9	1.7
	% Azúcar	6	8.5	15
9	Diámetro	1.9	1.7	1.5
	% Azúcar	7	8.5	11
10	Diámetro	2	1.9	1.8
	% Azúcar	14	14.5	15

#### Grano Duro

Planta	Parámetro	2º Entrenudo	4º Entrenudo	6º Entrenudo
1	Diámetro	1.3	1	0.9
	% Azúcar	9	12	15.5
2	Diámetro	1.8	1.7	1.6
	% Azúcar	13.5	16.5	17
3	Diámetro	1.3	1.2	1.1
	% Azúcar	13	17	19
4	Diámetro	2	1.9	1.7
	% Azúcar	17	17	17.5
5	Diámetro	1.8	1.7	1.6
	% Azúcar	10.5	13	15
6	Diámetro	1.3	1.1	1
	% Azúcar	18	19	19.5
7	Diámetro	1.7	1.6	1.5
	% Azúcar	11	18	19
8	Diámetro	1.8	1.7	1.5
	% Azúcar	18	19	19
9	Diámetro	1.2	1.1	1
	% Azúcar	11	13.5	19
10	Diámetro	1.5	1.4	1.2
	% Azúcar	14.5	17	17

Planta	Parámetro	2º Entrenado	4º Entrenado	6º Entrenado
1	Diámetro	1.3	1.2	1.1
	% Azúcar	15	17.5	19
2	Diámetro	1.8	1.7	1.5
	% Azúcar	10	13.5	14
3	Diámetro	2	1.9	1.8
	% Azúcar	13	13	17
4	Diámetro	1.7	1.6	1.4
	% Azúcar	13.5	15	15
5	Diámetro	1.9	1.8	1.7
	% Azúcar	12	18	19
6	Diámetro	1.7	1.6	1.3
	% Azúcar	18	19	19
7	Diámetro	1.5	1.4	1.1
	% Azúcar	13	17	19
8	Diámetro	2	1.9	1.7
	% Azúcar	17	17	17.5
9	Diámetro	1.5	1.4	1.2
	% Azúcar	14.5	17	17
10	Diámetro	1.3	1	0.9
	% Azúcar	9	12	15.5

Planta	Parámetro	2º Entrenado	4º Entrenado	6º Entrenado
1	Diámetro	1.9	1.8	1.7
	% Azúcar	15	15.5	18
2	Diámetro	2	1.9	1.8
	% Azúcar	14.5	15	15.5
3	Diámetro	1.9	1.7	1.5
	% Azúcar	9	13	14.5
4	Diámetro	2	1.9	1.8
	% Azúcar	15	17	19
5	Diámetro	1.7	1.5	1.3
	% Azúcar	15	15	17
6	Diámetro	1.6	1.5	1.4
	% Azúcar	14.5	16	16.5
7	Diámetro	1.3	1.1	0.9
	% Azúcar	11	11	14.5
8	Diámetro	2	1.9	1.5
	% Azúcar	13	16	17
9	Diámetro	1.8	1.7	1.5
	% Azúcar	9	16	19
10	Diámetro	1.9	1.5	1.4
	% Azúcar	10	15.5	19

Materia Verde evaluada en cada Densidad de Siembra con tres repeticiones

TRATAMIENTO	MV (kg/ha)	MV (kg/ha)	MV (kg/ha)
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
Densidad 1	53890	56950	51850
Densidad 2	98640	104040	100800
Densidad 3	136710	121800	136710

**TABLAS ANAVA**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Azúcar	108	0,98	0,96	9,38

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)	Coef
Modelo.	1954,26	60	32,57	42,16	<0,0001		
Densidad	0,53	2	0,26	0,63	0,5403	(Densidad>Repetición+Entre..	
Entrenudo	44,68	2	22,34	53,55	<0,0001	(Densidad>Repetición+Entre..	
Densidad*Entrenudo	0,13	4	0,03	0,08	0,9890	(Densidad>Repetición+Entre..	
Densidad>Repetición	10,69	6	1,78	2,31	0,0493		
Entrenudo>Repetición	0,49	6	0,08	0,10	0,9955		
Densidad*Entrenudo>Repetic..	0,50	16	0,03	0,04	>0,9999		
Est. Fenológico	1381,90	3	460,63	596,23	<0,0001		
Est. Fenológico>Repetición..	4,06	8	0,51	0,66	0,7254		
Entrenudo*Est. Fenológico	30,91	6	5,15	6,67	<0,0001		
Densidad*Est. Fenológico	29,10	6	4,85	6,28	0,0001		
Densidad*Est. Fenológico*E..	5,37	12	0,45	0,58	0,8480		
Diámetro	2,13	1	2,13	2,75	0,1038		0,12
Error	36,31	47	0,77				
Total	1990,57	107					

Contenido de azúcar (°Bx) en los tres entrenudos de la planta en cuatro estadios fenológicos del cultivo.

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,83356

Error: 0,7726 gl: 47

Entrenudo	Est. Fenológico	Medias	n	E.E.					
1	1	4,50	9	0,40	A				
3	1	4,94	9	0,36	A				
2	1	5,02	9	0,35	A				
1	2	5,17	9	0,42	A				
2	2	6,70	9	0,35		B			
3	2	7,66	9	0,37			C		
1	3	9,30	9	0,38				D	
2	3	11,14	9	0,35					E
	3	12,63	9	0,40					F
1	4	13,23	9	0,35					F
2	4	15,23	9	0,36					G
3	4	16,92	9	0,41					H

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )

Contenido de azúcar (°Bx) en las tres densidades de plantas en cuatro Estadios Fenológicos del cultivo.

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,83356

Error: 0,7726 gl: 47

Densidad Est. Fenológico		Medias n	E.E.				
1	1	4,42 9	0,36	A			
3	1	5,01 9	0,37	A	B		
2	1	5,05 9	0,35	A	B		
1	2	5,67 9	0,40		B		
3	2	6,88 9	0,35			C	
2	2	6,98 9	0,35			C	
3	3	10,50 9	0,35				D
2	3	10,71 9	0,35				D
1	3	11,86 9	0,35				E
2	4	14,37 9	0,36				F
3	4	15,42 9	0,36				G
1	4	15,58 9	0,36				G

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )*