

**Evaluación de cuatro tiempos de suspensión
del riego previo a la cosecha de la caña de
azúcar, variedad CB 3822, en el Ingenio Tres
Valles, Cantarranas, Honduras**

Cristian Hernán Martínez Ponce

Zamorano Honduras

Noviembre de 2008

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

**Evaluación de cuatro tiempos de suspensión
del riego previo a la cosecha de la caña de
azúcar, variedad CB 3822, en el Ingenio Tres
Valles, Cantarranas, Honduras**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Cristian Hernán Martínez Ponce

Zamorano Honduras

Noviembre de 2008

Evaluación de cuatro tiempos de suspensión del riego previo a la cosecha de la caña de azúcar, variedad CB 3822, en el Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Honduras

Presentado por:

Cristian Hernán Martínez Ponce

Aprobado:

Gloria Arévalo de Gauggel, M.Sc.
Asesora Principal

Miguel Vélez, Ph.D.
Director de la Carrera de Ciencia
y Producción Agropecuaria

Francisco Álvarez, MAE.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Rafael Solórzano, Ing. Agr.
Asesor

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

Abelino Pitty, Ph.D.
Coordinador Área Temática
Fitotecnia

RESUMEN

Martínez, C. 2008. Evaluación de cuatro tiempos de suspensión del riego previo a la cosecha de la caña de azúcar, variedad CB 3822, en el Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Honduras. 18 p.

Para buscar alternativas que mejoren el rendimiento de azúcar en la caña, se planteó evaluar cuatro tiempos de suspensión del riego previo a la cosecha para estimular la conversión de azúcares en azúcar recuperable en la variedad CB 3822. Para determinar el tiempo óptimo de suspensión del riego, se suspendió el riego 10, 20, 30 ó 40. El estudio se realizó en dos fincas, en cada una se determinaron tres bloques con tres repeticiones de 20 × 20 m. En cada parcela se hicieron análisis de capacidad de retención de humedad en los suelos y se verificó con barrenaciones hasta 40 cm la textura de suelo para establecer su uniformidad. Se muestreó semanalmente la humedad del tallo y el suelo y la composición de la caña hasta la cosecha. Se determinó que en suelos de textura media (franco arenosos) con retención de humedad entre 19-20% a capacidad de campo y 11-12% en el punto de marchitez permanente, hubo menor rendimiento ($P \leq 0.05$) al suspender el riego 10 días antes de cosecha con relación a 20, 30 y 40 días, sin embargo, no hubo diferencia ($P \geq 0.05$) entre la suspensión del riego 20, 30 ó 40 días antes de cosecha. Los rendimientos obtenidos a los 10, 20, 30 y 40 días antes de cosecha fueron de 124, 137, 134 y 132 kg de azúcar por tonelada de caña producida. No hubo diferencia ($P \geq 0.05$) en la composición de la caña ni en el contenido de azúcares. Sin embargo, con la suspensión del riego 20 días antes de cosecha se obtuvo la mayor cantidad de azúcar como sacarosa recuperable (Pol) con 15.07 °Pol seguido de la suspensión 30 días antes de cosecha con 14.82°Pol.

Palabras clave: Azúcares, brix, CATV, Pol

ABSTRACT

Martinez, C. 2008. Evaluation of four periods of suspension of irrigation prior to harvest sugar cane, variety CB 3822, in The Three Valleys Sugar Mill, Cantarranas, Honduras. 18 p.

To search for alternatives to improve the performance of sugar cane, evaluating four periods of suspension of the irrigation prior to harvest. To stimulate the conversion of sugars in recoverable sugar with the variety CB 3822. To determine the optimal time of suspension of irrigation, irrigation was suspended 10, 20, 30 or 40 days before harvest. The test was performance on two farms, each identified three blocks with three repetitions of 20 × 20 m in each block. In each plot moisture-holding capacity analysis were made, and verified with sampling up to 40 cm of soil texture to establish uniformity. Weekly it was sampled moisture from the stem and soil and the composition of the cane to harvest. It was determined that in soil with average texture (Sandy Franco) with moisture retention between 19-20% of field capacity and 11-12% at the point of permanent withering, there was less performance ($P \leq 0.05$) to suspend irrigation 10 days before harvest in relation to 20, 30 and 40 days, however, there was no difference ($P \geq 0.05$) between the suspension of irrigation 20, 30 or 40 days before harvest. Performance at 10, 20, 30 and 40 days before harvest were 124, 137, 134 and 132 kg of sugar per ton of cane produced. There was no difference ($P \geq 0.05$) in the composition of the cane or the sugar content. However, with the suspension of irrigation 20 days before harvest was as much sugar as sucrose recoverable (pol) to 15.07 ° Pol followed by the suspension of 30 days before harvest to 14.82 ° Pol.

Keywords: Brix, CATV, Pol, sugars,

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Contenido.....	v
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
CONCLUSIONES.....	13
RECOMENDACIONES.....	13
BIBLIOGRAFÍA.....	14

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página	
1	Temperatura, precipitación y evapotranspiración promedio mensual para las fincas de Monte León y Palo Verde, Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Honduras, 2008.....	3
2	Porcentaje de raíz de caña de azúcar a diferentes profundidades de suelo en las fincas Monte León y Palo Verde, Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Honduras, 2008.....	6
3	Capacidad de retención de humedad del suelo de 0 a 40 cm de profundidad en el área experimental. Fincas Monte León y Palo Verde, Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Honduras, 2008.....	9
4	Efecto de los días de suspensión del riego previo a la cosecha de la caña en el contenido de humedad en el suelo de 5 a 30 cm de profundidad, Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Honduras, 2008.....	10
5	Efecto de los días de suspensión del riego previo a la cosecha en el rendimiento de azúcar (kg/t de caña), Fincas Monte León y Palo Verde, Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Honduras, 2008.....	10
6	Efecto de los días de suspensión del riego previo a la cosecha en la composición de la caña, Fincas Monte León y Palo Verde Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Honduras, 2008.....	10
7	Efecto de los días de suspensión del riego previo a la cosecha en el contenido de azúcares recuperables (Pol) y la pureza del jugo, Fincas Monte León y Palo Verde, Ingenio Tres Valles Cantarranas, Honduras, 2008.....	11
8	Correlación entre los días después de la suspensión del riego (DDSR), humedad en el suelo y humedad en caña, brix, pol del jugo y caña, fibra y rendimiento, en las Fincas Monte León y Palo Verde, Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Honduras, 2008.....	11

Figura	Página
1. Distribución de parcelas y ubicación de las barrenaciones por parcela, Finca Monte León, Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Francisco Morazán, Honduras.....	4
2. Distribución de parcelas y ubicación de las barrenaciones por parcela, Finca Palo Verde, Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Francisco Morazán, Honduras.....	5
3. Clase textural de 0 a 40 cm, en las parcelas experimentales Finca Monte León, Ingenio Azucarero Tres Valles, Cantarranas, Francisco Morazán, Honduras.....	8
4. Clase textural de 0 a 40 cm, en las parcelas experimentales Finca Palo Verde, Ingenio Azucarero Tres Valles, Cantarranas, Francisco Morazán, Honduras.....	9
Anexo	Página
1. Temperatura máxima y mínima diaria para los meses de Diciembre 2007, Enero y Febrero de 2008, en las Fincas Monte León y Palo Verde, Ingenio Tres Valles Cantarranas, Francisco Morazán, Honduras.....	15
2. Evapotranspiración y precipitación diaria en mm/día para los meses de Diciembre 2007, Enero y Febrero 2008, en las Fincas Monte León y Palo Verde, Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Francisco Morazán, Honduras.....	16
3. Comportamiento de las variables de calidad en caña de azúcar y humedad en el humedad para la variedad CB-3822, con los días sin riego previo a la cosecha, Fincas Monte León y Palo Verde, Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Honduras, 2008.....	17

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la caña de azúcar ha cobrado mucha importancia en los últimos años. En Honduras, es el tercer cultivo de importancia con un área de producción anual de 44,670 hectáreas, con 4,283,505 toneladas de caña molidas en la zafra 2006-2007 y una producción de azúcar de 8,723,418 quintales (APAH 2007).

Uno de los problemas para las cañeras es cómo manejar el intervalo de riego y la lámina adecuada en la etapa de maduración del cultivo, dependiendo del tipo de suelo, para lograr una buena concentración de azúcar y por tanto mejor rendimiento. Durante el período de maduración un suministro restringido de agua o la ocurrencia de condiciones de estrés hídrico moderado son necesarios para producir la maduración del cultivo. La deshidratación de la caña la obliga a la conversión total de los azúcares en sacarosa recuperable, que es lo que se requiere para obtener buenos rendimientos (CENGICAÑA 2005). Por otra parte, un suministro pleno de agua produce un crecimiento vegetativo continuo, afectando al proceso de acumulación de azúcar. No obstante, cuando la planta es privada seriamente de agua, se interrumpirá su metabolismo y la pérdida del contenido de azúcar puede ser mayor que la formación de azúcar. Si el cultivo ya desarrollado no es regado como necesita, sufre fuerte estrés pudiendo ocurrir el quiebre de las cañas, formación de cavidades en los tallos, reducción significativa del peso de la caña, aumento en el contenido de fibras y deterioro de la calidad del jugo (Netafim 2007).

Los parámetros cuantitativos para determinar la máxima madurez son grados brix, nivel de sacarosa o Pol, pureza del jugo, humedad, fibra y la producción de azúcar por tonelada de caña (Netafim 2007). Estos factores son influenciados por el clima, humedad en el suelo, nivel de estrés hídrico en la etapa de maduración, topografía y manejo.

La Compañía Azucarera Tres Valles (CATV) ubicada en el departamento de Francisco Morazán, tiene un área de influencia de 5,164 ha, destinada a la producción de caña de azúcar, donde la variedad CB 3822 tiene gran importancia. La producción se concentra entre los municipios de San Juan de Flores, Talanga, Morocelí, la Villa de San Francisco y el Valle de Yeguaré. Para Tres Valles y muchos ingenios azucareros, determinar el momento oportuno para la suspensión del riego en la fase final del cultivo de caña de azúcar, es una información muy valiosa que permite hacer un uso eficiente del recurso agua y obtener los mejores rendimientos de azúcar por tonelada de caña producida.

El objetivo general de realizar un estudio sobre agotamiento de humedad en el suelo en la etapa de maduración de la caña en Tres Valles, fue determinar el tiempo óptimo para realizar la suspensión del riego, que permita una mayor concentración de azúcar por tonelada de caña producida en la variedad CB 3822. Los objetivos específicos fueron determinar la humedad óptima de corte de los tallos y establecer la relación entre los parámetros de calidad y la humedad en el suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

Se realizó un ensayo de campo en la zafra 2007-2008, en los terrenos de la Compañía Azucarera Tres Valles departamento de Francisco Morazán, Honduras. El experimento se ubicó en dos fincas, Monte León en los lotes 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10 y 12 y Palo Verde en los lotes 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 y 22. Esta zona presenta una precipitación media anual de 850 mm y suelos en su mayoría franco-arenosos, con topografía plana e irregular (CATV, 2008).

El ensayo consistió en manejar cuatro tiempos de agotamiento de humedad en el suelo previo a la cosecha en la variedad CB 3822, con el objetivo de determinar el tiempo de sequía óptimo para lograr la máxima concentración de azúcar.

El experimento se comenzó en el primer tercio de la zafra (6 de diciembre de 2007 al 16 de enero de 2008) en la finca Monte León, luego se realizó en el segundo tercio de la zafra (2 de enero al 14 de febrero de 2008) en la finca Palo Verde.

Clima

Se registraron datos de temperatura, precipitación y evapotranspiración en la estación meteorológica ubicada en la finca Monte León (Anexo 1 y 2). Las condiciones climáticas que predominaron durante el ensayo fueron, una temperatura promedio máxima de 22.41 °C obtenida en febrero de 2008 y una temperatura mínima de 20.14°C durante diciembre de 2007. La mayor precipitación y evapotranspiración obtenida fue durante febrero con 0.57 mm y 3.84 mm respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Temperatura, precipitación y evapotranspiración promedio mensual para las fincas de Monte León y Palo Verde, Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Honduras, 2008.

Mes	Temperatura °C			Precipitación máxima	Evapotranspiración
	Max	Min	$\Delta^{\circ}T^{\ddagger}$	(mm)	(mm)
Dic-07	21.44	20.14	1.30	0.10	3.63
Ene-08	21.79	20.52	1.27	0.14	3.72
Feb-08	22.41	21.01	1.40	0.57	3.84

[‡] $\Delta^{\circ}T$ diferencia promedio de temperatura

Selección de Parcelas

La distribución de las parcelas en el campo se realizó de acuerdo a los historiales de análisis de suelo realizados por la compañía, acompañado con tres barrenaciones por parcela, a un distanciamiento entre barrenación de 7 m para verificar la uniformidad en el suelo. Las barrenaciones se realizaron a dos profundidades, de 0-20 cm, de 20-40 cm. El tamaño de las parcelas experimentales fue de 20 × 20 m (Figura 1 y 2).

Riego

El riego utilizado en el área experimental fue por goteo con riegos de 4.5 hr y una lámina de 1.33mm/hr cada dos días, la cinta utilizada fue Typhon super 125, enterrada a 20 cm con goteros cada 45 cm con una descarga de 1.6 L/hr/gotero equivalente a 1.33 mm/hr y distancia entre cintas de 2.4 m.

Suelos

Se determinó con barreno la textura de los suelos en los primeros 40 cm de profundidad. Con los resultados se clasificaron los suelos por clase textural en familias, M (suelos de textura media, como franco arenosos), G (suelos con 30% de grava) y F+ (suelos con textura muy fina, como arcillo arenosos) para representarlos en un mapa. Las variaciones texturales entre el primer y segundo horizonte se representaron con el símbolo /.

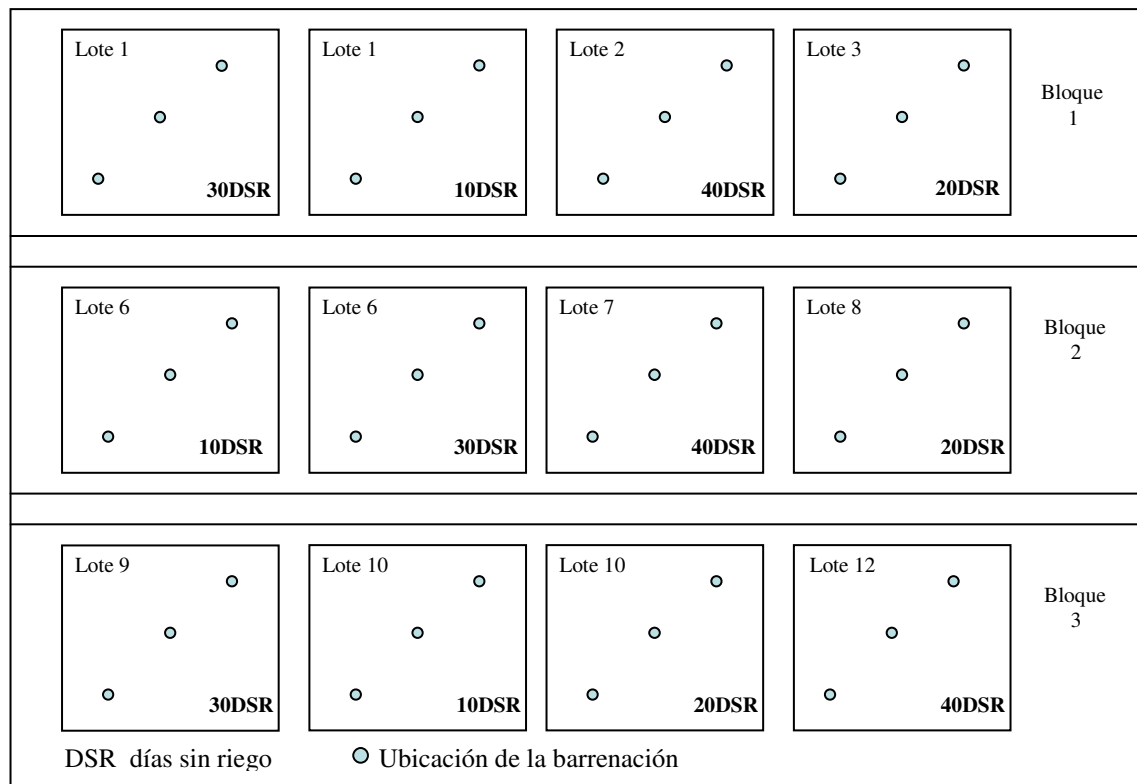


Figura 1. Distribución de parcelas y ubicación de las barrenaciones por parcela, Finca Monte León, Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Francisco Morazán, Honduras, 2008.

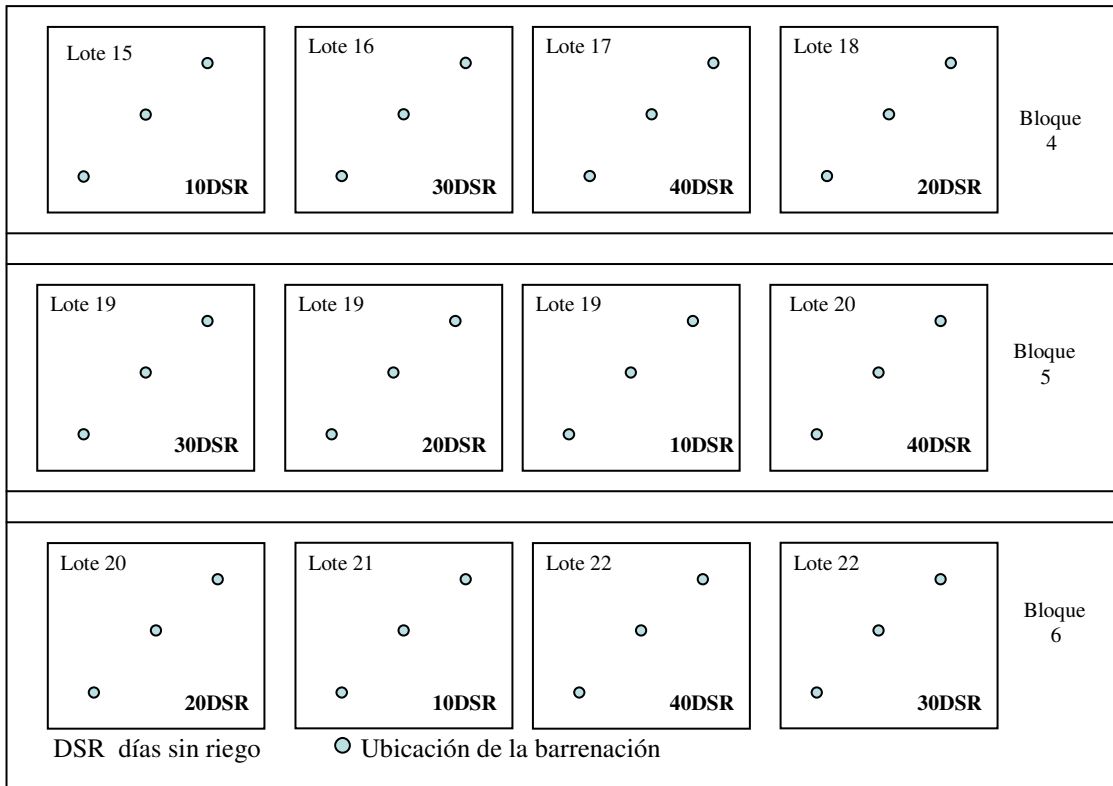


Figura 2. Distribución de parcelas y ubicación de las barrenaciones por parcela, Finca Palo Verde, Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Francisco Morazán, Honduras, 2008.

Curvas de retención de humedad de los suelos

Se tomaron dos muestras de suelo, una de 0 a 15 cm y otra de 15 a 30 cm de profundidad por parcela experimental, en las fincas Monte León y Palo Verde. Estas muestras fueron analizadas en el CEDA (Centro Experimental de Desarrollo Agrícola) en Comayagua, para determinar la capacidad de retención de humedad y la densidad aparente. Se utilizaron cilindros para evitar que las muestras se disturbaran y no alterar el valor de densidad aparente. Los datos se procesaron por sitio, sacando promedio ponderado con base en la profundidad de cada horizonte.

Variables Evaluadas

Porcentaje de humedad en el suelo

Se tomaron muestras de suelo de 5 a 30 cm, cada siete días. Cada muestra fue colocada en un horno por un periodo de 24 horas. Por diferencia de peso y con relación al peso seco se obtuvo el porcentaje de humedad en el suelo; luego se utilizó el valor de densidad aparente para obtener la humedad en suelo basado en el volumen. El horno donde se realizó la prueba pertenece a la Compañía Azucarera Tres Valles. Los muestreos se hicieron de 5 a 30 cm porque esa es la profundidad a la cual se encuentra la mayor presencia de raíces. Para confirmar esta premisa se realizó un perfil de raíces en las Fincas Monte León y Palo Verde, hasta una profundidad de 60 cm, donde se pesó la cantidad de raíz presente cada 10 cm de profundidad (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de raíz de caña de azúcar a diferentes profundidades de suelo en las fincas Monte León y Palo Verde, Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Honduras, 2008.

Profundidad (cm)	Peso Raíz (g)	Raíz (%)
00-10	126	62
10-20	33	16
20-30	14	7
30-40	10	5
40-50	9	4
50-60	8	4

Parámetros de calidad y contenido de humedad en la caña

Semanalmente se muestrearon los tallos de caña, tomando al azar seis tallos por parcela, asegurando un área buffer de 3 m desde la carretera en cada parcela de muestreo. Los seis tallos se tomaron en un radio aproximado de 1 m². En el mismo sitio se tomaron las muestras de suelo de 5 a 30 cm para determinar humedad homogenizando la muestra.

En los tallos muestreados se analizó la composición de la caña (brix, cantidad de fibra y humedad en el tallo) y el contenido de azúcares (Pol del jugo y Pol en la caña). Se estimó el rendimiento de azúcar basado en el contenido de Pol en la caña. Pol se refiere al contenido de sacarosa o azúcar recuperable. Todos los análisis se realizaron en el laboratorio de la Compañía Azucarera Tres Valles.

- Composición de la caña: Está determinada por el contenido de brix, humedad y fibra. El brix es el contenido total de sólidos (azúcares recuperables como sacarosa y azúcares no recuperables), la humedad se refiere a la cantidad de líquidos presentes en el tallo de la caña y la fibra es el residuo¹.
- Contenido de azúcares: Se refiere al Pol del jugo y al Pol de la caña. El Pol del jugo indica el porcentaje de sacarosa en el jugo, el Pol de la caña es el contenido de sacarosa en la caña, se mide con un polarímetro.
- Pureza del jugo: la pureza del jugo es el % de Pol del jugo dividido entre el % de brix del jugo. La pureza determina que cantidad del total de los sólidos es sacarosa.
- Rendimiento de azúcar: se estimó con el contenido de pol en la caña. Cada grado pol equivale a 9.09 kg de azúcar/t de caña.

Tratamientos

Los tratamientos fueron 10, 20, 30 y 40 días sin riego previo a la cosecha en el cultivo de caña de azúcar variedad CB 3822.

¹ Arevalo, G. 2008. Composición de la caña. Zamorano EAP. Comunicación personal.

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con el objetivo de bloquear gradientes de fertilidad en el suelo. Se ubicaron tres bloques y tres repeticiones por tratamiento, dando un total de 12 parcelas experimentales en cada finca (Figura 1 y 2).

Análisis Estadístico

El análisis estadístico se realizó con el programa “Statistical Analysis System” (SAS®) y MINITAB, haciendo un análisis de correlación, análisis de varianza y separación de medias con la prueba de diferencia mínima significativa para las variables humedad en el suelo y variables de calidad. La separación de medias se realizó con los datos del último muestreo, el análisis de correlación se realizó utilizando todos los datos, para establecer la correlación en tiempo entre la humedad en el suelo y en la caña con el contenido de azúcar en el tallo (Anexo 3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Suelos

En su mayoría son suelos de textura media (franco arenoso) con pequeñas áreas de suelos de textura muy fina (Figura 3 y 4).

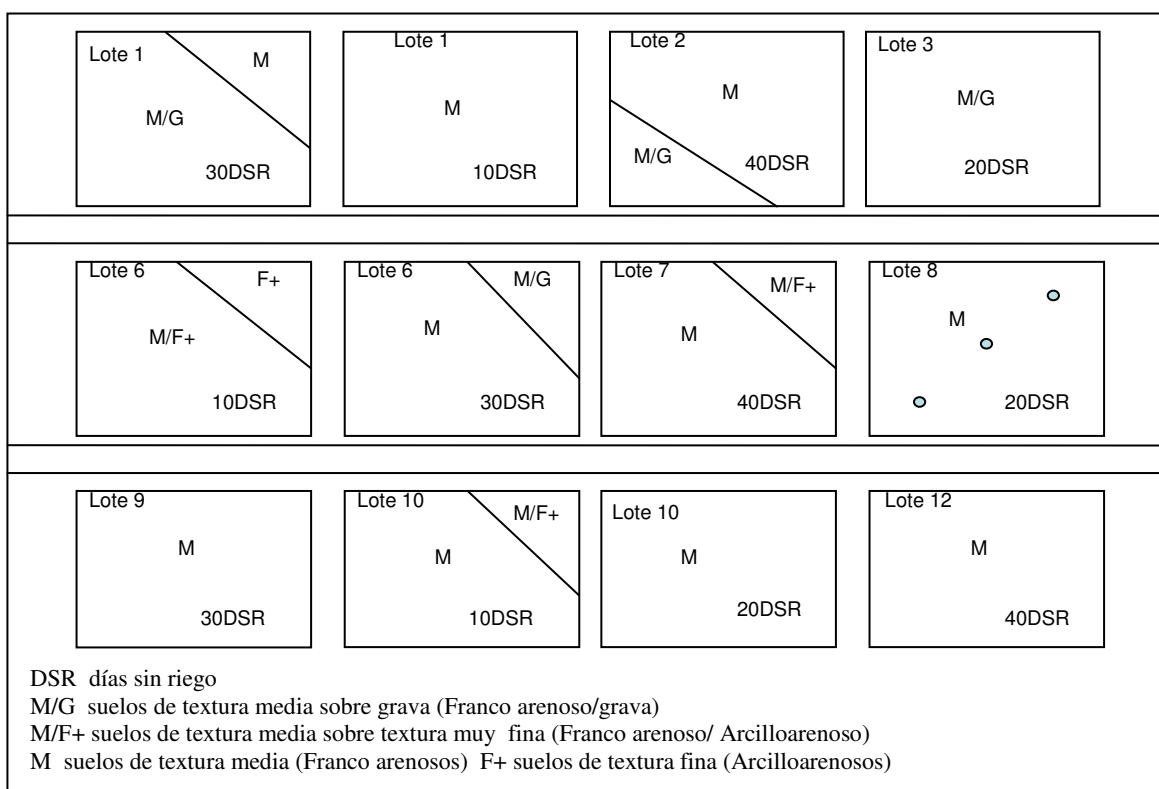


Figura 3. Clase textural de 0 a 40 cm, en las parcelas experimentales Finca Monte León, Ingenio Azucarero Tres Valles, Cantarranas, Francisco Morazán, Honduras, 2008.

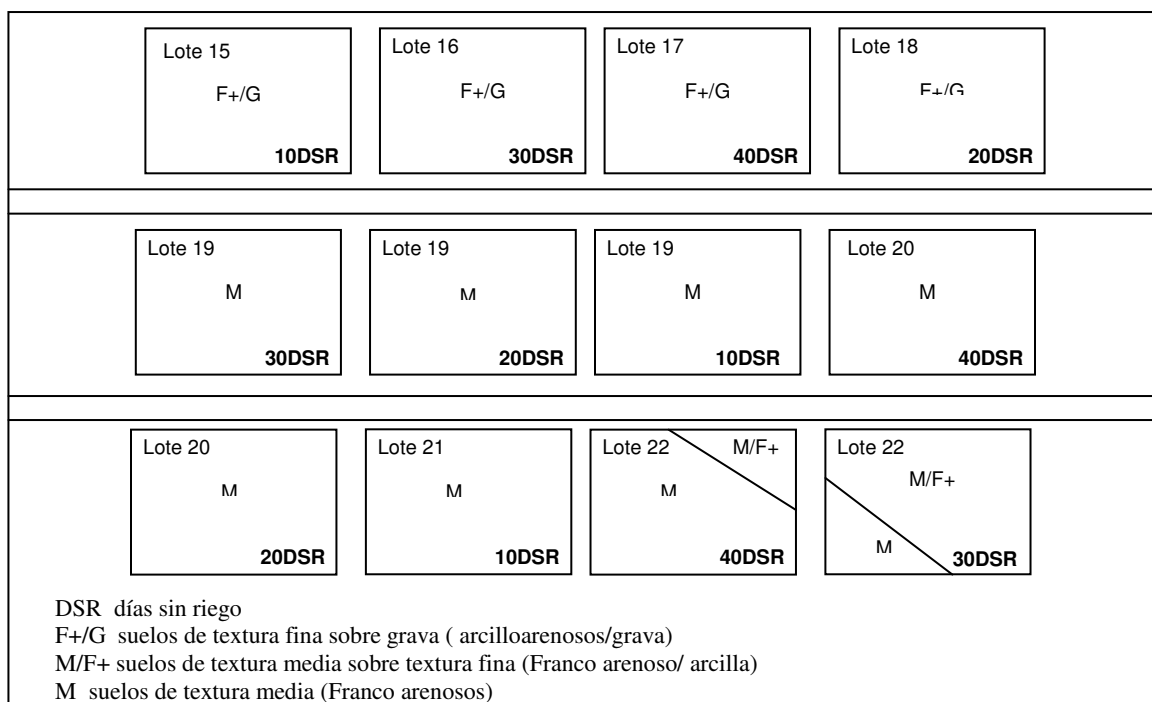


Figura 4. Clase textural de 0 a 40 cm, en las parcelas experimentales Finca Palo Verde, Ingenio Azucarero Tres Valles, Cantarranas, Francisco Morazán, Honduras, 2008.

La capacidad de retención de humedad en promedio de los suelos en el área experimental es de 19.7 % de humedad a capacidad de campo y 12.18% a punto de marchitez permanente y con una densidad aparente de 1.67. A una profundidad de 30 cm equivale a una lámina promedio de 22.55 mm de agua aprovechable (Cuadro 3).

Cuadro 3. Capacidad de retención de humedad del suelo de 0 a 40 cm de profundidad en el área experimental. Fincas Monte León y Palo Verde, Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Honduras, 2008

Clase textural	DAP ^o	% Humedad		Agua aprovechable	
		CC ^y	PMP ^u	%	mm /30 cm
M/G	1.76	15.90	9.10	6.80	20.40
M/F+	1.64	21.53	13.48	8.05	24.15
F+/G	1.62	22.57	16.45	6.12	18.39
M	1.65	18.77	9.69	9.08	27.24
Promedio	1.67	19.69	12.18	7.51	22.55

^oDAP densidad aparente, ^yCC capacidad de campo, ^uPMP punto de marchitez permanente.

Humedad en el Suelo

Se encontró diferencia ($P \leq 0.05$) en el contenido de humedad del suelo al suspender el riego 10 días antes de cosecha, comparado con la suspensión del riego 20 y 30 días antes y de estos con 40 días antes de cosecha. El porcentaje de humedad que permitió obtener más azúcar recuperable fue de 12.2%, humedad que se logró al retirar el riego 20 días antes de cosecha (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de los días de suspensión del riego previo a la cosecha de la caña en el contenido de humedad en el suelo de 5 a 30 cm de profundidad, Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Honduras, 2008.

Días sin riego	% Humedad inicial	% Humedad final	% Diferencia de Humedad
10	19.7	16.3a ^{&}	3.4
20	20.3	12.2b	8.1
30	21.0	11.6b	9.4
40	20.7	8.0c	12.7

[&]Medias en la misma columna con diferente letra son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$) y con la misma letra no son significativamente diferentes ($P \geq 0.05$)

Variables de calidad

Rendimiento en Azúcar

Al retirar el riego 10, 20, 30 y 40 días antes de cosecha se obtuvo un rendimiento de azúcar de caña de 124.1, 137, 134.7 y 132 kg/t respectivamente. El menor rendimiento ($P \leq 0.05$) se obtuvo con 10 días sin riego antes de la cosecha. No hubo diferencia ($P \geq 0.05$) en rendimiento al retrar el riego 20, 30 y 40 días antes de la cosecha (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de los días de suspensión del riego previo a la cosecha en el rendimiento de azúcar (kg/t de caña), Fincas Monte León y Palo Verde, Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Honduras, 2008.

Días sin riego antes de cosecha	Azúcar (kg/t caña producida)
10	124.1b [↓]
20	137.0a
30	134.7a
40	132.0a

[↓]Medias en la misma columna con la misma letra no son significativamente diferentes ($P \geq 0.05$), con diferente letra son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$).

Composición de la caña

No hubo diferencia ($P \geq 0.05$) al suspender el riego 10, 20, 30 y 40 días antes de cosecha, en el contenido de humedad, brix (azúcares recuperables y no recuperables) y fibra de la caña (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efecto de los días de suspensión del riego previo a la cosecha en la composición de la caña, Fincas Monte León y Palo Verde Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Honduras, 2008.

Días sin riego antes de cosecha	Humedad de la caña (%)	Brix (%)	Fibra (%)
10	69.5	20.30	10.6
20	67.0	22.40	10.4
30	66.9	22.15	10.3
40	66.5	20.54	11.0

Contenido de azúcares recuperables (pol del jugo y de la caña) y pureza del jugo de la caña

No se encontró diferencia ($P \geq 0.05$) en el contenido de pol del jugo (cantidad de azúcar recuperable del total de sólidos en el jugo expresado en %) y pol de la caña con la suspensión del riego 10, 20, 30 y 40 días previo a la cosecha. La pureza del jugo varió con la suspensión del riego a los 10 ó 40 días con relación a la suspensión del riego 20 ó 30 días antes de la cosecha, sin embargo fue igual al realizar la suspensión del riego 10 ó 40 días antes de cosecha o realizar la suspensión 20 ó 30 días antes. La mayor pureza en el jugo se obtuvo con la suspensión del riego 10 ó 40 días antes de cosecha (Cuadro 7).

Cuadro 7. Efecto de los días de suspensión del riego previo a la cosecha en el contenido de azúcares recuperables (Pol) y la pureza del jugo, Fincas Monte León y Palo Verde, Ingenio Tres Valles Cantarranas, Honduras, 2008.

DSRAC ^ª	PolJ [†] (%)	PolC ^{*k} (°)	Pureza (%)
10	17.8a [∩]	13.65a [∩]	87.8a [∩]
20	18.6a	15.07a	82.8b
30	18.5a	14.82a	83.5b
40	18.2a	14.52a	88.6a

[∩] Medias en la misma columna con la misma letra no son significativamente diferentes ($P \geq 0.05$) y con diferente letra son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). ^ªDSRAC días sin riego antes de cosecha, [†]PolJ Pol jugo, ^{*k}PolC Pol caña.

Correlación entre variables

Hay una relación directa entre los días de suspensión del riego y las variables brix, pol y rendimiento e inversa con la humedad de la caña. La humedad en el suelo y en la caña tiene una correlación inversa con el rendimiento brix y pol. No se encontró correlación entre los días de suspensión del riego, humedad en el suelo y en la caña con la pureza ni el contenido de fibra (Cuadro 8).

Cuadro 8. Correlación (R^2) entre los días después de la suspensión del riego (DDSR), humedad en el suelo y humedad en caña, brix, pol del jugo y caña, fibra y rendimiento, en las Fincas Monte León y Palo Verde, Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Honduras, 2008.

Variable	Brix	PolJ [∩]	Pureza	PolC [∩]	Fibra	Rend [∩]	^ª HC
DDSR [∩]	0.54*	0.65**	0.23ns [∞]	0.58*	0.18ns	0.590**	-0.74**
HS [∨]	-0.82**	-0.88**	-0.03ns	-0.83**	-0.14ns	-0.840**	0.90**
HC [∩]	-0.85**	-0.86**	0.08ns	-0.88**	-0.25ns	-0.887**	1.00**

** Altamente significativo ($P \leq 0.01$), * Diferencia significativa ($P \leq 0.05$), [∞]ns No significativo [∩]DDSR Días después de suspensión del riego, [∨]HS humedad en el suelo, ^ªHC humedad en la caña, [∩]PolJ Pol jugo, [∩]PolC Pol caña, [∩]Rend rendimiento de azúcar ^ξPE parámetro estadístico, ^ªP probabilidad.

La correlación entre el rendimiento de azúcar, humedad en el suelo y humedad en caña, fue inversa y altamente significativa ($P \leq 0.01$). Considerando la significancia de la correlación se estableció un modelo de predicción para estimar el rendimiento con la humedad en la caña y en el suelo:

$$\text{lb/t caña} = 865 - 0.79X_1 - 8.26Z_1$$

$$R^2 = 79.6\% \quad R^2(\text{ajustado}) = 76.8\% \quad P \leq 0.05$$

Donde:

lb/t de caña = rendimiento esperado en campo en lb de azúcar/ tonelada métrica.

X_1 = % de humedad en el suelo

Z_1 = % de humedad en la caña

La ecuación indica que si la humedad en el suelo es constante, por cada cambio de una unidad en la humedad de la caña, el rendimiento será afectado positiva o negativamente 8.26 lb de azúcar/t. Si la humedad en la caña es constante por cada cambio de una unidad en la humedad del suelo, el rendimiento será afectado en 0.78 lb de azúcar/t. Debe tomarse en consideración que el contenido de azúcar varía en función de la capacidad del cultivo a resistir el estrés por la falta de humedad en el suelo y que su metabolismo se ve afectado cuando el cultivo es sometido a un estrés severo, que provoca que la conversión de azúcar en azúcar recuperable sea más lenta afectando el rendimiento.

CONCLUSIONES

- La suspensión del riego 20 ó 30 días antes de la cosecha generaron el mayor rendimiento de azúcar/t de caña (137 y 134 kg/t de caña respectivamente) en la variedad CB 3822.
- La suspensión de riego 10 días antes de cosecha no permitió una buena acumulación de azúcar por tonelada de caña (124 kg/t).
- La concentración de azúcares es inversa a la humedad del suelo y de la caña.
- La mayor cantidad de azúcar por tonelada de caña en suelos de textura media (franco arenoso) se obtuvo con una humedad en el suelo de 12.2 % y 67 % de humedad en la caña.

RECOMENDACIONES

- En condiciones de suelo con predominancia de textura franco arenosa realizar la suspensión del riego 20 ó 30 días antes de la cosecha.
- No suspender el riego 40 días antes de la cosecha, porque implica un estrés muy elevado para el cultivo, que puede afectar el rebrote del siguiente ciclo.
- No suspender el riego 10 días antes de la cosecha, porque además de tener un menor rendimiento, aumentan los costos del riego.
- Asegurar una humedad en el suelo de 11-12% para suelos de textura media (francos arenosos) y una humedad en la caña de 67% al momento de la cosecha, mediante muestreos con tensiómetro para relacionar la tensión con la humedad en el suelo.
- Repetir el ensayo en otro tipo de suelo y variedad.

BIBLIOGRAFÍA

Asociación de productores de azúcar de Honduras (APAH). 2007. Funazúcar. Datos de producción nacional de azúcar. Honduras. 43 p.

CATV. 2007. Reportes de Zafra. Reportes de humedad en caña. Honduras. 75 p.

CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar). 2005. Informe Anual 2004-2005. Guatemala. 102 p.

Netafim. 2007. Manejo de cosecha de caña de azúcar. Parámetros de calidad y manejo de cosecha. Consultado el 2 de Marzo de 2008. (en línea). Disponible en: http://www.sugarcane.crops.com/s/agronomic_practices/harvesting_management/

Padrón, E. 1996. Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y la ganadería. Editorial Larousse. México. 215 p.

Revista Científica. 2004. Efecto de la floración en la calidad agroindustrial de la caña de azúcar. Consultado el 5 de Marzo de 2008. (en línea). Disponible en: http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/canadeazucar/cana2202/pdf/aguilar_n.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Temperatura máxima y mínima diaria (°C) para los meses de Diciembre 2007, Enero y Febrero de 2008, en las Fincas Monte León y Palo Verde, Ingenio Tres Valles Cantarranas, Francisco Morazán, Honduras.

Día	Dic-07			Ene-08			Feb-08		
	Max	Min	$\Delta^{\circ}\text{T}^{\text{p}}$	Max	Min	$\Delta^{\circ}\text{T}$	Max	Min	$\Delta^{\circ}\text{T}$
1	21.57	20.30	1.27	22.73	21.93	0.80	21.30	19.78	1.52
2	21.05	19.45	1.60	22.87	21.61	1.26	22.33	20.72	1.61
3	21.40	20.00	1.40	17.98	17.41	0.56	20.64	18.98	1.66
4	21.19	19.93	1.26	18.78	18.18	0.59	20.51	19.33	1.18
5	21.39	19.94	1.45	19.53	18.75	0.78	20.61	19.76	0.85
6	21.80	20.32	1.48	21.62	20.49	1.13	22.56	21.41	1.15
7	21.33	19.88	1.45	20.90	19.84	1.05	22.58	20.77	1.81
8	20.20	19.27	0.93	21.26	19.81	1.45	22.55	20.94	1.61
9	22.58	21.30	1.28	22.33	20.70	1.64	22.38	20.78	1.60
10	22.25	21.00	1.25	21.54	20.40	1.14	22.05	20.41	1.64
11	21.06	19.75	1.31	21.28	19.70	1.58	23.19	21.93	1.26
12	22.10	20.59	1.51	22.17	20.44	1.73	23.23	21.88	1.35
13	21.05	19.92	1.13	21.14	19.45	1.69	24.36	22.69	1.68
14	22.20	20.85	1.35	21.18	19.78	1.40	23.78	22.46	1.32
15	21.49	19.85	1.64	20.90	19.30	1.60	23.76	22.58	1.18
16	21.26	20.46	0.80	21.81	20.54	1.28	20.36	19.21	1.15
17	20.93	20.10	0.82	22.77	21.26	1.50	22.65	21.15	1.50
18	20.13	19.62	0.52	22.85	21.42	1.43	23.40	22.38	1.02
19	21.94	20.35	1.59	23.03	21.60	1.43	23.34	22.35	0.99
20	20.82	19.40	1.42	23.00	21.93	1.08	22.13	20.87	1.25
21	20.01	18.32	1.69	22.26	21.38	0.88	21.99	20.36	1.63
22	20.14	18.56	1.58	22.75	21.45	1.30	21.63	20.06	1.57
23	21.88	20.59	1.30	22.27	20.82	1.45	22.18	20.46	1.72
24	21.15	20.06	1.09	22.90	21.77	1.14	21.95	20.32	1.63
25	22.14	21.31	0.83	22.57	21.10	1.47	22.29	20.65	1.64
26	21.45	19.90	1.55	22.18	21.14	1.05	22.91	21.30	1.61
27	20.96	19.58	1.38	22.98	21.73	1.25	24.98	23.57	1.42
28	22.37	21.02	1.35	22.77	21.48	1.28	21.21	20.43	0.78
29	21.79	20.13	1.65	23.45	22.24	1.22	22.97	21.74	1.23
30	21.80	20.27	1.53	20.85	19.20	1.64			
31	23.40	22.33	1.06	20.94	19.32	1.62			
Promedio	21.44	20.14	1.30	21.79	20.52	1.27	22.41	21.01	1.40

^p $\Delta^{\circ}\text{T}$ diferencia de temperatura

Anexo 2. Evapotranspiración y precipitación diaria en mm/día para los meses de Diciembre 2007, Enero y Febrero 2008, en las Fincas Monte León y Palo Verde, Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Francisco Morazán, Honduras.

Día	Dic-07		Ene-08		Feb-08	
	Eto ^ε	PP ^ρ	Eto	PP	Eto	PP
1	3.65	0.25	2.69	0	3.23	0
2	3.45	0	6.27	1.52	4.87	0
3	2.96	0	4.73	0.25	3.43	0
4	5.09	0	4.48	0	1.91	0
5	3.67	0	2.34	1.02	1.60	4
6	3.59	0	3.24	0	2.68	0.2
7	3.43	0	2.19	0	3.62	0
8	1.93	0.25	3.36	0	4.83	0
9	2.63	0	3.51	0	4.35	0
10	2.33	0.25	2.91	0	3.72	0.2
11	3.21	0	3.62	0	4.14	0
12	3.72	0.25	3.48	0	4.37	0
13	3.66	0	4.48	0	4.79	0
14	4.98	0	3.36	0	4.4	0
15	3.46	0.25	3.45	0	3.73	0
16	3.11	0	3.3	0	2.11	2.6
17	4.1	0.5	4.3	0	3.84	0
18	3.3	0	4.38	0	2.32	0.6
19	4.24	0	3.98	1.53	2.58	6.6
20	3.9	0	4.07	0	4.86	0.4
21	3.9	0.25	2.9	0	4.44	0
22	4.32	0	3.93	0	4.10	0
23	3.53	0	2.2	0	3.68	0
24	3.58	0	3.51	0	4.13	0
25	4.94	0	3.43	0	4.36	0
26	4.38	0	3.06	0	4.25	0
27	3.16	0	4.03	0	6.30	0
28	3.27	0	5.82	0	4.00	1.6
29	3.63	0	3.63	0	4.74	0.2
30	3.72	0.25	3.94	0		
31	3.74	0.76	4.63	0		
Acumulado	112.58	3.01	115.22	4.32	111.38	16.40
Promedio	3.63	0.10	3.72	0.14	3.84	0.57

^εEto evapotranspiración, ^ρPP precipitación

Anexo 3. Comportamiento de las variables de calidad en caña de azúcar y humedad en el suelo para la variedad CB-3822, con los días sin riego previo a la cosecha, Fincas Monte León y Palo Verde, Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Francisco Morazán.

Días sin Riego¹	DDSR²	Brix (%)	PolJ³ (%)	Pureza (%)	HC⁴ (%)	HS⁵ (%)	PolC⁶ (°)	Fibra (%)	Azúcar (kg /t)
10	10	19.6	16.0	81.6	70.6	17.67	12.91	10.1	117.4
	0	20.3	17.9	87.8	69.5	16.30	13.65	10.6	124.1
20	20	19.4	16.5	85.2	70.6	20.57	12.98	10.5	118.0
	14	20.2	17.6	87.0	69.1	18.25	13.77	11.6	125.2
	7	20.3	18.2	89.4	68.6	14.94	14.28	11.1	129.8
	0	22.5	18.6	82.9	67.0	12.15	15.07	10.4	137.0
30	30	17.3	15.3	88.0	71.5	17.95	12.6	10.5	114.6
	23	18.4	16.4	89.4	71.4	16.8	13.0	10.8	118.6
	16	19.4	16.4	84.4	69.3	14.4	13.7	10.6	124.6
	9	20.2	17.4	86.3	68.2	12.3	14.3	10.8	130.3
	0	22.2	19.0	85.6	66.9	11.6	14.8	10.3	134.7
40	40	18.2	15.6	85.8	71.3	20.2	12.7	10.8	115.0
	33	18.5	15.8	85.8	70.8	18.3	12.9	10.7	117.6
	26	18.9	16.2	85.9	69.8	16.1	13.4	11.8	122.1
	19	19.3	16.6	86.1	69.4	14.3	13.7	11.3	124.9
	12	19.8	17.2	86.8	68.4	11.0	14.2	11.4	128.9
	6	20.2	17.6	87.0	67.9	9.4	14.3	11.2	130.1
0	20.5	18.2	88.6	66.5	8.0	14.5	11.0	132.0	

¹Días sin riego Días previo a la cosecha donde el cultivo estuvo sin riego

²DDSR Días después de suspensión del riego

³PolJ Pol jugo

⁴HC Humedad caña

⁵HS Humedad Suelo

⁶PolC Pol caña