

**Análisis económico comparativo de días y
distanciamiento de resiembra en caña de
azúcar, SER San Antonio, Nicaragua**

Roberto Jose Marengo Peña

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Honduras

Noviembre, 2013

ZAMORANO
CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE AGRONEGOCIOS

Análisis económico comparativo de días y distanciamiento de resiembra en caña de azúcar, SER San Antonio, Nicaragua

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

Presentado por

Roberto Jose Marengo Peña

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2013

Análisis económico comparativo de días y distanciamiento de resiembra en caña de azúcar, SER San Antonio, Nicaragua

Presentado por:

Roberto Jose Marengo Peña

Aprobado:

Wolfgang Pejuán, M.Sc.
Asesor principal

Ernesto Gallo, M.Sc.
Director
Departamento de Administración de
Agronegocios

Raul Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Análisis económico comparativo de días y distanciamiento de resiembra en caña de azúcar, SER San Antonio, Nicaragua

Roberto Jose Marenco Peña

Resumen: Resiembra es una práctica cultural necesaria en la caña de azúcar para mantener la densidad poblacional de un lote en este cultivo. SER San Antonio depende de la resiembra por lo que necesitaba encontrar los días óptimos a realizar la resiembra después de cosecha (DRDC) y distanciamiento para efectuar la resiembra que resultará con beneficios económicos. Se realizó un experimento con un diseño de bloques completos al azar en un arreglo en parcelas divididas con 3 repeticiones y con DRDC en la parcela principal y distancia de resiembra en las sub-parcelas. Se evaluó los factores de distancia de resiembra a 1, 2 y 3 metros de longitud y a edades de DRDC 20, 30 y 40 días. A mayor edad de resiembra, los rendimientos de la caña de azúcar son más bajos debido a la competitividad de luz. El estudio indicó que la resiembra se justifica económicamente a la distancias de 1, 2 y 3 metros. La resiembra se recomienda hacer a la edad de 20 días de edad debido a que otorga mayor beneficio económico que a las edades de 30 y 40 días.

Palabras clave: Esqueje, presupuesto parcial, recepa, retoño.

Abstract: Reseeding is a cultural practice required in sugar cane plantations to keep the correct density in the population. SER San Antonio needed to find the optimal days to reseed after being harvested (APAH) and the distance to reseed to obtain economic benefits. The experiment was settled under a randomized block design with a split plot arrangement, with 3 repetitions, and with APAH in the principal plot and distance of reseeding in the sub plot. Reseeding distance was evaluated at 1, 2 and 3 meters of distance and at APAH of 20, 30 and 40 days. Older sugar cane plots at the time of the reseeding have lower yields due to the competitiveness for sunlight. Reseeding is a cultural practice that justifies itself economically. It is recommended to reseed at the age of 20 days because it grants greater economic benefit, followed by the age of 30 and 40 days.

Key words: Cutting, partial budget, sprout, transplantation.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4 CONCLUSIONES.....	15
5 RECOMENDACIONES.....	16
6 LITERATURA CITADA.....	17
7 ANEXOS.....	18

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Descripción de Tratamientos.....	4
2. Índice de Crecimiento y pronóstico de rendimientos de caña (kg/ha) utilizando parámetros recolectados en campo.....	6
3. Análisis ANOVA, significancias estadísticas de factores evaluados.....	9
4. Medias de rendimiento (t/m) según edad de resiembra.....	9
5. Medias de rendimiento (t/m) a distancias de resiembra.....	9
6. Ingreso brutos por variación de distancia y días a resiembra.....	10
7. Presupuesto parcial de factor de distancia de resiembra a un metro comparado a no realizar resiembra.....	10
8. Presupuesto parcial de factor distancia de resiembra en dos metros comparado a no realizar resiembra.....	11
9. Presupuesto parcial de factor distancia de resiembra en tres metros comparado a no realizar resiembra.....	11
10. Presupuesto parcial de 20 días de edad del lote al momento de resiembra comparado a no realizar resiembra.....	12
11. Presupuesto parcial de 30 días de edad del lote al momento de resiembra comparado a no realizar resiembra.....	12
12. Presupuesto parcial de 40 días de edad del lote al momento de resiembra comparado a no realizar resiembra.....	13
Figuras	Página
1. Rendimiento de caña de azúcar (t/ha) a diferentes edades de resiembra.....	8
2. Ingreso brutos de edad de lote al momento de resiembra en un lote con 20% de despoblación.....	14
Anexos	Página
1. Precio de una tonelada de caña en las últimas cuatro zafras.....	18

1. INTRODUCCIÓN

En el mundo existen dos fuentes para producir azúcar, remolacha azucarera (*Beta bulgaris L.*) que es originaria de Europa, y la caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) originaria de la India. La caña de azúcar es una planta que crece en macollas y la altura de sus tallos oscila entre dos a cinco metros. Cada macolla tiene alrededor de siete a ocho tallos de cinco a seis centímetros de diámetro al momento de la cosecha. La semilla de la caña es un esqueje de su mismo tallo de 56 cm de largo del cual se originan las raíces primarias y adventicias (Guerrero 1999).

Los españoles introdujeron la caña de azúcar a América en siglo XV debido al buen desarrollo observado. Al principio la producción de azúcar era a nivel de hogar, es decir, cada hogar cultivaba caña para suplir su necesidad. A mediados del siglo XVIII en Nicaragua se realizó la primera exportación de azúcar pero no fue hasta 1892 que se fundó el primero ingenio llamado “San Antonio” (CNPA 2009). San Antonio es el ingenio azucarero más grande del Grupo Pellas. SER San Antonio, como se le denominan por sus siglas en inglés “Sugar, Energy and Rum”, siembra alrededor de 31,155 ha de las cuales 15,534 ha son propias, 3,484 ha son alquiladas y 12,137.02 ha son de colonos (personas que siembran sus tierras y venden su caña al ingenio).

El ciclo de crecimiento de la caña en SER San Antonio tiene una duración de 11 a 12 meses hasta su cosecha. Durante este tiempo la planta presenta cuatro fases de desarrollo: germinación y emergencia, macollamiento y cierre de la plantación, periodo de rápido crecimiento y la fase de maduración y cosecha (Romero 2012, Scandaliaris 2012).

La resiembra es una práctica agrícola de suma importancia para el cultivo de caña de azúcar. Consiste en reponer el material vegetativo que no germinó luego de su cosecha. Con la resiembra el SER San Antonio intenta obtener la densidad de caña de azúcar adecuada para mantener los rendimientos de producción. Esta práctica se realiza en las primeras 4 semanas del cultivo luego de haber sido cosechada (Bakker 1999). Hay tres formas de realizar la resiembra en esquejes, plántula y macolla (recepta). La recepta se implementa cuando el porcentaje de despoblación¹ es inferior al 10%.

¹ Despoblación: espacio vacío con un número menor de plantas de lo indicado dentro de un surco que no retoñó en un lote de caña de azúcar.

Para realizar la resiembra se toma en cuenta el porcentaje de la despoblación del lote. SER San Antonio resiembra distancias mayores a 1 metro en un lote con una despoblación entre 10% y 30%, para que sea rentable. La Gerencia de Campo de SER San Antonio está interesada en conocer la distancia y edad óptima de resiembra que sea justificado económicamente.

La producción de azúcar de Nicaragua para la zafra 2012-2013 fue de 768.5 millones de kilogramos de azúcar lo cual se aproxima a \$ 400, 000, 000. De los 768.5 millones de kilogramos de azúcar, 416 millones de kilogramos fueron destinados para el mercado nicaragüense y para el inventario de seguridad nacional y los restantes 347.5 millones de kilogramos para exportación a los mercados de Estados Unidos, México, Venezuela y Canadá (CNPA 2012).

SER San Antonio es el ingenio más grande en Nicaragua con una producción de 6, 000,000 t de azúcar molida por zafra. Además de la producción de azúcar también produce energía y etanol. Debido a las grandes áreas agrícolas, el Ingenio San Antonio está enfocado en reducir costos de producción y usar los recursos de la manera más eficiente posible aumentando la productividad.

La resiembra es una práctica cultural muy utilizada en el cultivo de caña de azúcar. Esta es una forma en la cual los rendimientos de producción no disminuyen por su reducción en la población. Es necesario tener un nivel óptimo de edad y distancia para resembrar la caña de azúcar. El nivel óptimo se encuentra en donde los costos de resiembra sean inferiores a los beneficios de la resiembra.

Es de suma importancia para la Gerencia de SER San Antonio conocer la distancia óptima para la resiembra en donde se justifique económicamente realizarla. Igualmente, se debe establecer la edad óptima de la resiembra, evaluando el desarrollo de la misma en comparación con el retoño.

SER San Antonio resiembra dentro de un surco con espacio mayor a 1 metro siempre y cuando el lote tenga un porcentaje de despoblación entre 10% y 30%. Cuando el porcentaje de despoblación es menor al 10% se utiliza recepa. Recepa es extraer parte de una macolla desarrollada y trasplantarla en un espacio despoblado para que la macolla se desarrolle y produzca más caña. SER San Antonio no cuenta con datos suficientes para determinar a qué edad es ideal realizar la resiembra, lo cual es importante debido a que si el retoño ha crecido mucho evitará el desarrollo de la resiembra.

SER San Antonio realiza resiembra para obtener la densidad poblacional adecuada para evitar que los rendimientos sean inferiores a lo estimado. SER San Antonio desconoce los parámetros de resiembra (edad y distancia a resembrar) necesarios para justificar económicamente la resiembra. La resiembra es afectada por la edad del lote al momento en el cual se realiza debido a la competitividad de luz creada por el retoño por ende afecta la distancia mínima de resiembra a diferentes edades.

La parcela de investigación se estableció en SER San Antonio, Chichigalpa, Nicaragua. Debido a la geografía del lugar y las condiciones climáticas, no se puede generalizar los resultados del estudio, son factores que influyen en el desarrollo de la planta.

Se determinaron los siguientes objetivos para realizar el estudio:

- Estimar y comparar el rendimiento en caña de azúcar de distintas edades y distancias a resiembra.
- Determinar el cambio neto de ingresos en caña de azúcar de distintas edades y distancias a resiembra con respecto a no resembrar.
- Determinar la distancia y los días óptimos después de cosecha para realizar resiembra.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en el occidente de Nicaragua, área reconocida por su producción de maní y caña de azúcar. El experimento se realizó utilizando un diseño de bloques al azar con un arreglo en parcelas divididas. Se evaluó los factores edad al momento de la resiembra (parcela principal) y la longitud de resiembra (sub-parcela). Se justificó la resiembra mediante datos estadísticos utilizando un análisis de varianza y económicamente utilizando un presupuesto parcial.

Localización y características. El ensayo de campo fue realizado en SER San Antonio, ingenio azucarero en el municipio de Chichigalpa, departamento de Chinandega, Nicaragua. El lote destinado para el ensayo fue Palazios, código #15025, con la variedad de caña de azúcar CP 89-2143. En el lote se trabajó con un sistema de riego por gravedad en un suelo franco. Se inició el ensayo el día 8 de febrero del 2013 y se terminó la toma de datos el 21 de julio del 2013.

Descripción de la investigación. La investigación comprende de dos fases. La primera fase es el establecimiento del proyecto en el campo. Se realizó un experimento con un diseño de bloques completos al azar en un arreglo en parcelas divididas con 3 repeticiones y con DRDC en la parcela principal y distancia de resiembra en las sub-parcelas. Se realizó la toma de datos necesaria para estimar la producción de azúcar según los tratamientos (Cuadro1). En la segunda fase de la investigación, se analizó económicamente la resiembra utilizando la metodología de presupuesto parcial. Las resiembras más factibles serán implementadas en SER San Antonio (toma en cuenta la distancia de la resiembra y la edad del retoño).

Cuadro 1. Descripción de Tratamientos

Tratamiento	Distancia	Edad
	Resiembra en Metros	
T1	1	20
T2	2	20
T3	3	20
T4	1	30
T5	2	30
T6	3	30
T7	1	40
T8	2	40
T9	3	40

Fase de campo. El ensayo se estableció bajo un diseño de bloques al azar en parcelas divididas. Este modelo resultó ser el indicado para este experimento debido a que se están midiendo dos factores. Se midió edad de retoño al momento de resiembra y la distancia adecuada para resiembra en la cual la planta logre desarrollarse para decidir la edad y distancia de resiembra óptima o no realizar la resiembra.

La parcela principal está conformada por sub parcelas. La parcela principal midió los rendimientos del factor edad al momento de la resiembra (DRDC) a tres edades (20, 30 y 40 días). Las sub-parcelas midieron los rendimientos del factor distancia de resiembra a 1, 2 y 3 metros. Las 3 parcelas principales constan de 3 sub-parcelas. Se realizaron 3 repeticiones del bloque (3 parcelas principales con sus 3 sub-parcelas).

El ensayo consta con de 9 tratamientos con los factores a considerar: edad de retoño y longitud de resiembra. Cada sub-parcela tiene tres surcos, sembrados a una distancia un metro y medio entre surcos y cinco metros de largo lo que hace un total de 22.5 m². Entre parcelas principales se hizo un espacio de un metro para diferenciar el inicio y final de las parcelas. El ensayo comprende un área total de 688.5 m².

Para la elección del lote Palazios se tomó en cuenta la ubicación, de modo que estuviera cerca del casco de la planta procesadora. La facilidad para riego en cualquier momento es indispensable debido a que al momento de resiembra, se debe de regar el lote para que la semilla germine. El retoño de la caña, luego de haber sido cosechado el lote, deberá crecer uniforme y con una densidad apropiada para evitar que el lote esté muy despoblado y para que las parcelas de retoño sean uniformes o parecidas.

A los 20 días después de haber sido cosechado el lote, se delimitó la primera parte del ensayo con estacas. Las observaciones de cada tratamiento se obtuvieron del segundo surco de los tres existentes.

Para los tratamientos de resiembra, se decidió utilizar las distancias de 1, 2 y 3 metros debidos que asemeja la realidad en despoblaciones que se encuentran en el ingenio. Para realizar resiembra, SER San Antonio se guía por las despoblaciones que encuentra en el campo para realizar la resiembra, es decir que resiembra lo que está despoblado.

En las parcelas, se midió la distancia de resiembra indicada por el tratamiento y se despobló. Se abrió una zanja en el surco para luego colocar la semilla. Se sembraron 10 yemas hábiles por metro de la misma variedad de caña, promedio que se utiliza en la siembra comercial. Para el tratamiento de despoblación, se extrajeron las macollas en la distancia del tratamiento y se recepó fuera de la parcela para no perder plantas hábiles.

Las parcelas de los 20 días fueron las primeras en delimitarse y establecerse. A medida el lote avanzaba en días de edad, se iban estableciendo el resto de parcelas de las edades de 30 y 40 días de la misma forma.

Recolección de datos. En la recolección de datos del experimento se recolectó información sobre la germinación de las plantas y el comportamiento de la densidad

poblacional. La germinación y densidad poblacional es importante como información anexa al experimento para observar como la resiembra se comporta con competencia de las plantas dentro del lote.

Se registró el comportamiento de los diferentes tratamientos hasta la edad de 178 días. A los 178 días de edad la caña de azúcar deja de crecer. Esta es la edad en la cual se estima un índice de crecimiento la cual da resultado al pronóstico de rendimientos de tonelaje por hectárea del lote.

Estimación de rendimientos. A los 178 días después de haber sido cosechado el lote, se estimó el índice de crecimiento, el cual es una estimación del rendimiento de un lote. Se seleccionó un metro en el centro de la estación de los tratamientos y se midió el número de tallos por metro y el peso de todos los tallos encontrados. Se seleccionaron cinco tallos de los tallos pesados anteriormente, y se les tomaron las medidas de clorofila, altura y diámetro de los tallos. Con esas variables se calculó en Excel con ayuda de una tabla de SER San Antonio, las estimaciones de rendimientos (vea Cuadro 2).

Para obtener el índice de crecimiento se multiplica el promedio de altura de los cinco tallos por la cantidad de tallos por metro. En el cuadro 2, la repetición uno del tratamiento 1 se multiplicó cuatro tallos por metro por la altura promedio de los tallos que es de 1.24 m resultando en un Índice de Crecimiento de 4.96. Los parámetros de Índice de Crecimiento en SER San Antonio indican que si el IC es menor a 17 es bajo, mayor que 17 y menor que 23 es intermedio y mayor o igual a 23 es bueno. En este ejemplo, el IC de la repetición 1 del tratamiento 1 es clasificado como bajo.

Cuadro 2. Índice de Crecimiento y pronóstico de rendimientos de caña (kg/ha) utilizando parámetros recolectados en campo.

Tratamiento	Índice Clorofila	Promedio Diametro tallos	Tallos /metro	Altura (metros)	Peso/Tallos (Lbs)	Índice de Crecimiento	Ton Caña /ha
Resiembra 1 m	29.6	20.0	4	1.24	1.16	4.96	7.59
	32.6	18.5	2	0.60	0.88	1.20	2.87
	35.4	20.0	3	1.19	1.47	3.57	7.21

Para el pronóstico de rendimientos de tonelada métrica de caña de azúcar por hectárea se utilizó la ecuación de rendimientos. La ecuación multiplica los tallos por metro por la constante 4,684, que es la cantidad de metros lineales en una manzana para obtener la cantidad de tallos por manzana (según el distanciamiento utilizado por SER San Antonio). La cantidad de tallos por manzana se multiplica por el peso promedio por tallo para obtener las libras de caña de azúcar por manzana. Se divide la cantidad de libras de caña de azúcar entre 2204 (libras por tonelada métrica) para convertir a tonelada métrica de caña de azúcar por manzana. Para finalizar el dato en tonelada métrica de caña de azúcar por hectárea, se debe multiplicar por 0.6988 para convertir de manzana a hectáreas el dato final.

$$\text{Rendimiento} \frac{t}{ha} = \frac{\left(\frac{\text{tallos}}{\text{metro}} \times \frac{lb}{\text{tallo}} \times 4684 \right)}{\frac{2204}{0.6988}}$$

Con los datos del rendimiento por manzana, se dividen estos entre 6,666.6 metros, la cantidad de metros lineales por hectárea en un distanciamiento de 1.5 metro entre surco, para obtener las toneladas por metro. Con el dato de toneladas por metro se calculó cuánto es el ingreso que se percibió por el rendimiento de la caña de resiembra y se comparó con el costo de resiembra de 1 metro para obtener el ingreso bruto.

$$\text{Ingreso por rendimientos} = \text{rendimientos} \frac{t}{m} \times \text{precio } t$$

Análisis estadístico. Se analizaron los resultados de la estimación de rendimientos en el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para probar si existía diferencia estadística de los dos factores a evaluar, edades después de cosecha y distanciamiento de resiembra. Adicionalmente se realizó una separación de medias.

Análisis económico. Se utilizó un método de presupuesto parcial para el análisis económico. El presupuesto parcial, un método comúnmente utilizado en la agricultura, realiza la comparación de un tratamiento o una tecnología nueva contra otra tecnología asumiendo que el resto de variables no se alteran. Es decir, se realiza una prueba sobre un factor en la producción, en este caso la resiembra en diferentes edades, asumiendo que las demás actividades culturales del cultivo de caña (e.g., la labranza del terreno, fertilización o el riego) no cambian. Al momento de obtener los resultados, si el factor a evaluar presenta cambios positivos, debido a ingresos adicionales o costo reducidos, comparado al nivel del factor base con que se trabaja, el productor debería considerar cambiar a utilizar el nuevo nivel del factor. Para llegar a esta conclusión se debe realizar una comparación entre ingresos adicionales financieros menos los costos adicionales (i.e., ingresos adicionales más costos reducidos, menos, costos adicionales más ingresos reducidos).

Con los resultados de medias de rendimiento obtenidos del análisis estadístico de cada edad, se obtiene los ingresos multiplicando el precio de la tonelada métrica de caña por los rendimientos obtenidos por el metro (solamente los que son estadísticamente significativos). Puede existir una variación en el precio que SER San Antonio paga por tonelada debido a que se castiga por no cumplir los rangos de azúcar obtenida por tonelada; de igual forma se premia por estar en el rango. El precio de la tonelada métrica de caña es de US \$26.61 (Ver Anexo 1).

Luego de obtener los resultados de los ingresos, se compara con los costos de resembrar un metro para saber el resultado financiero de la práctica. Con estos resultados de ingresos brutos menos costos, se identifica cuál de los tratamientos de resiembra entregan más beneficios económicos y cual edad de retoño es la mejor para resembrar según sus ingresos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados estadísticos. Los rendimientos de toneladas de caña de azúcar por hectárea se reducen a medida se resiembra a mayor edad (Figura 1). En el factor distancia, tienen la misma tendencia a reducir su rendimiento a mayor edad en que se resiembra. A medida el lote tiene mayor edad, la resiembra cuando germina se encuentra con una competencia más agresiva de las plantas vecinas. También, a medida que el lote tiene mayor edad, la caña de azúcar se acama. Acamar ocurre cuando la caña de azúcar está muy grande y no se puede sostener erecta y se recuesta sobre otros surcos de caña de azúcar. Acamación provoca que la luz no penetre para ser absorbida por la resiembra. Es por este factor que la resiembra a mayor edad no sobrevive o tiene diferencias en rendimientos no significativos.

El factor de distancia de resiembra indica que a mayor distancia de resiembra, obtienen mayores rendimientos por metro. La resiembra de tres metros demuestra rendimientos superiores en comparación a la resiembra de 1 metro y 2 metros. El distanciamiento beneficia a la resiembra por el efecto de competitividad de luz mencionado anteriormente. Esto es debido a que a mayor distancia de resiembra, mayor es el espacio por el cual a luz puede penetrar y se evita que la caña de azúcar se traslape cuando se acama.

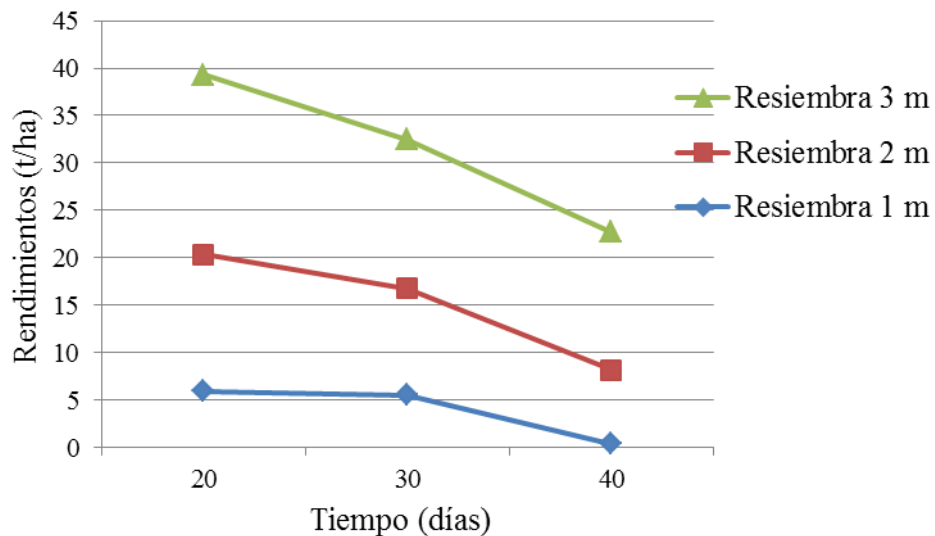


Figura 1. Rendimiento de caña de azúcar (t/ha) a diferentes edades de resiembra.

Los datos de edad y distancia son estadísticamente significativos. Esto se puede observar en el valor P del factor edad que es inferior al nivel de significancia usual (alfa) de 0.05 (Cuadro 3). El factor distancia es también estadísticamente significativo. La interacción de edad-distancia no es significativa debido a que tiene un valor P mayor al alfa de 0.05. No se toma en análisis esta relación debido a que su resultado pudo haber sido al azar (coincidencia).

Cuadro 3. Análisis ANOVA, significancias estadísticas de factores evaluados.

Factor	Suma de cuadrado	gl	Media cuadrática	F	Significancia
Edad	284.734	2	142.367	6.245	0.014
Distancia	1452.267	2	726.134	31.855	0.000
Edad-Distancia	32.328	4	8.082	0.355	0.836
Error	273.544	12	22.795	-	-

Las medias de rendimientos indican que la resiembra a los 20 días obtiene los rendimientos más altos y mientras que los rendimientos más bajos pertenecen a la edad de 40 días (Cuadro 4.). La desviación estándar de la distribución muestral de días a resiembra es de 2.251 días. La diferencia en los rendimientos se presenta por el estrés de competitividad de la resiembra con el lote en donde se realiza evitando que la resiembra se desarrolle en su totalidad.

Cuadro 4. Medias de rendimiento (t/m) según edad de resiembra.

Factor	Media t/m	Error Estandar
20 días	0.0040 a	2.251
30 días	0.0033 ab	2.251
40 días	0.0023 b	2.251

*Letras iguales en la columna de media significa que no son estadísticamente significantes pero son estadísticamente significantes con letras diferentes.

El valor P de las medias de los rendimientos según la distancia a resiembra (Cuadro 5) demuestra que existe significancia estadística entre las 3 distancias, el valor P en las 3 resiembras es inferior a 0.05. Las resiembras de 3 metros o con mayores distancias tienen mayores rendimientos que las resiembras de menos distancia. Resiembra de 3 m tiene una media de rendimiento de 0.005 t/m mientras que la resiembra de 1 m tiene 0.0012 t/m. La desviación estándar de la distribución muestral de distancia a resiembra es de 2.251 t/m. La diferencia en rendimientos debido a la distancia de resiembra se presenta por la competitividad que la resiembra se enfrenta por el lote que tiene mayor edad.

Cuadro 5. Medias de rendimiento (t/m) a distancias de resiembra.

Factor	Media t/m	Error Estandar
Resiembra 1 m	0.0012 a	2.251
Resiembra 2 m	0.0034 b	2.251
Resiembra 3 m	0.0050 c	2.251

*Letras iguales en la columna de media significa que no son estadísticamente significantes pero son estadísticamente significantes con letras diferentes.

Resultados económicos. El precio de la tonelada de caña es de US\$ 26.61 dólares por tonelada de caña (puede existir una variación por castigo de no cumplir los rangos de azúcar producida por tonelada). Se realizó una comparación de los ingresos de rendimiento por metro de caña con los costos por metro de resiembra para conocer el beneficio o pérdida económica que se incurren en resiembra (Cuadro 6.).

Cuadro 6. Ingreso brutos por variación de distancia y días a resiembra.

Factor	Rendimientos t/m	Precio t	Ingreso total	Costo	Ingreso bruto
Resiembra 1 m	0.001	\$26.61	\$0.03	\$0.03	\$0.00
Resiembra 2 m	0.003	\$26.61	\$0.08	\$0.03	\$0.05
Resiembra 3 m	0.005	\$26.61	\$0.13	\$0.03	\$0.10
20 días	0.004	\$26.61	\$0.11	\$0.03	\$0.08
30 días	0.003	\$26.61	\$0.08	\$0.03	\$0.05
40 días	0.002	\$26.61	\$0.05	\$0.03	\$0.02

La resiembra de 3 m otorga una ganancia de US\$ 0.10 por cada metro de resiembra que se realiza mientras que la resiembra de 1 m no representa ganancia ni perdida ya que los ingresos por los rendimientos (US\$ 0.03) iguala a los costos de resiembra de que 1 metro que es US\$ 0.03 (Cuadro 7).

Cuadro 7. Presupuesto parcial de factor de distancia de resiembra a un metro comparado a no realizar resiembra.

Ingresos adicionales debido al cambio		Costos añadidos debido al cambio	
Resiembra 1 m	\$0.03	Resiembra 1 m	\$0.03
Costos Reducidos debido al cambio		Ingreso reducido debido al cambio	
Ninguno		Ninguno	
Subtotal		Subtotal	
Resiembra 1 m	\$0.03	Resiembra 1 m	\$0.03
Cambio neto:	Resiembra 1 m:	\$0.03-\$0.03= \$0.00	

La resiembra de 2 m otorga una ganancia de US\$ 0.06 por cada metro resembrado. Los ingresos brutos producidos por los rendimientos de la resiembra son de US\$ 0.09 por metro. Los costos de la resiembra son de US\$ 0.03 por lo que los ingresos resultan en US\$ 0.06 (Cuadro 8). Realizar resiembra no reduce costos por su cambio, ni reduce costos. Los ingresos por rendimientos son superiores a la resiembra de 1 m.

Cuadro 8. Presupuesto parcial de factor distancia de resiembra en dos metros comparado a no realizar resiembra.

Ingresos adicionales debido al cambio		Costos añadidos debido al cambio	
Resiembra 2 m	\$0.09	Resiembra 2 m	\$0.03
Costos Reducidos debido al cambio		Ingreso reducido debido al cambio	
Ninguno		Ninguno	
Subtotal		Subtotal	
Resiembra 2 m	\$0.09	Resiembra 2 m	\$0.03
Cambio neto:	Resiembra 2 m:	\$0.09-\$0.03= \$0.06	

La resiembra de 3 metros de distancia tiene un costo de US\$ 0.03 por metro (Cuadro 9.). El ingreso de la resiembra de 3 metros es de US\$ 0.10 por metro, es el resultado del ingreso de los rendimientos (US\$ 0.13) menos el costo de la resiembra. La resiembra de 3 m tiene los mayores ingresos brutos por metro.

Cuadro 9. Presupuesto parcial de factor distancia de resiembra en tres metros comparado a no realizar resiembra.

Ingresos adicionales debido al cambio		Costos añadidos debido al cambio	
Resiembra 3 m	\$0.13	Resiembra 3 m	\$0.03
Costos Reducidos debido al cambio		Ingreso reducido debido al cambio	
Ninguno		Ninguno	
Subtotal		Subtotal	
Resiembra 3 m	\$0.13	Resiembra 3 m	\$0.03
Cambio neto:	Resiembra 3 m:	$\$0.13 - \$0.03 = \$0.10$	

La edad ideal para resiembra es a los 20 días luego de haber sido cosechado el lote. A esta edad la resiembra al momento de germinar no tiene una competitividad muy fuerte con el retoño del lote. Esta tendencia se refleja en los ingresos por metro de resiembra de 20 días, la cual en comparación con las demás es la más alta con un ingreso bruto de US\$ 0.08 por metro de resiembra. A todas las edades la resiembra es beneficiosa ya que se obtienen ingresos brutos adicionales positivos (Cuadro 10).

Cuadro 10. Presupuesto parcial de 20 días de edad del lote al momento de resiembra comparado a no realizar resiembra.

Ingresos adicionales debido al cambio		Costos añadidos debido al cambio	
20 días	\$0.11	20 días	\$0.03
Costos Reducidos debido al cambio		Ingreso reducido debido al cambio	
Ninguno		Ninguno	
Subtotal		Subtotal	
20 días	\$0.11	20 días	\$0.03
Cambio neto:	20 días	$\$0.11 - \$0.03 = \$0.08$	

La resiembra de 30 días después de cosecha presenta un ingreso de US\$ 0.06 por metro (Cuadro 11.). La resiembra de 30 días obtiene menos ingresos que la resiembra de 20 días pero aun así es ganancia en comparación a no resembrar.

Cuadro 11. Presupuesto parcial de 30 días de edad del lote al momento de resiembra comparado a no realizar resiembra.

Ingresos adicionales debido al cambio		Costos añadidos debido al cambio	
30 días	\$0.09	30 días	\$0.03
Costos Reducidos debido al cambio		Ingreso reducido debido al cambio	
Ninguno		Ninguno	
Subtotal		Subtotal	
30 días	\$0.09	30 días	\$0.03
Cambio neto: 30 días		$\$0.09 - \$0.03 = \$0.06$	

La edad de 40 días de edad del retoño la resiembra tiene un ingreso neto de US\$ 0.03 por metro. De los tratamientos de edad del lote, los 40 días es la que otorga menos beneficios económicos. Es preferible resembrar a la edad de 20 y 30 días, a pesar que no tienen diferencia estadística, debido a que se obtendrá mayores ingresos netos por el metro resembrado sin embargo por motivos de retraso, la resiembra a 40 días es rentable (ver Cuadro 12).

Cuadro 12. Presupuesto parcial de 40 días de edad del lote al momento de resiembra comparado a no realizar resiembra.

Ingresos adicionales debido al cambio		Costos añadidos debido al cambio	
40 días	\$0.06	40 días	\$0.03
Costos Reducidos debido al cambio		Ingreso reducido debido al cambio	
Ninguno		Ninguno	
Subtotal		Subtotal	
40 días	\$0.06	40 días	\$0.03
Cambio neto: 30 días		$\$0.06 - \$0.03 = \$0.03$	

La resiembra a los 30 y 40 días está dominada por la resiembra de 20 días (Figura 2.). Esto ocurre debido a que la resiembra de 30 y 40 días produce menos por un costo mayor. Los beneficios económicos son mayores en la edad de 20 días.

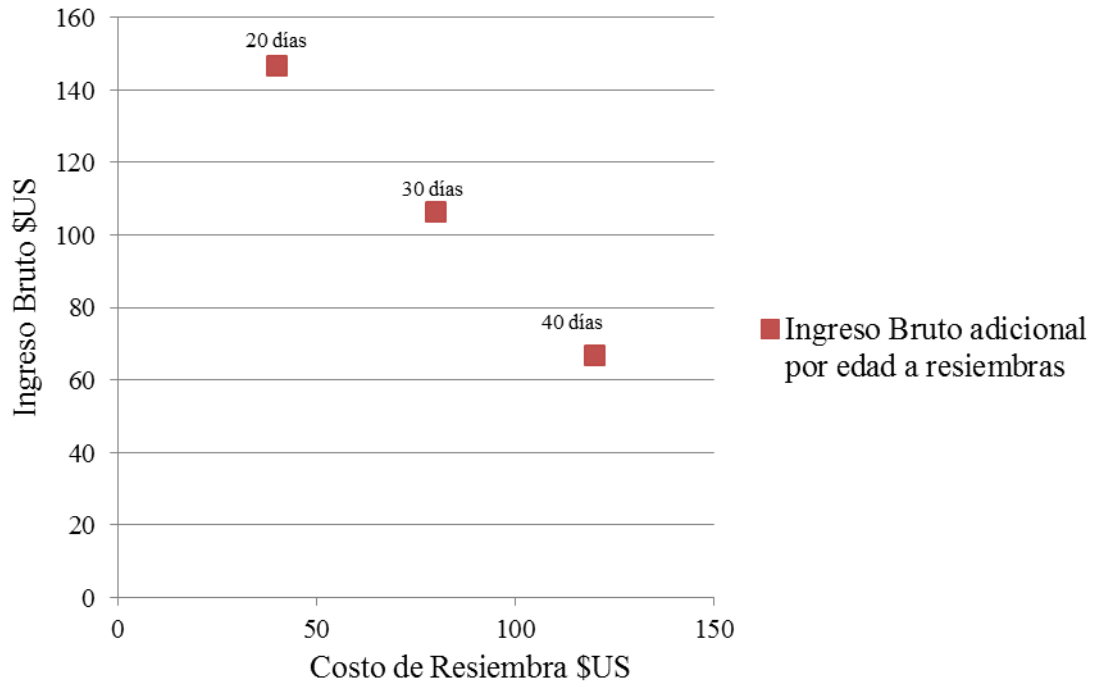


Figura 2. Ingresos brutos de edades de lote al momento de resiembra en un lote con 20% de despoblación.

4. CONCLUSIONES

- La edad de resiembra con mayor rendimiento (t/m) es a los 20 días después de haber sido cosechado el lote con 0.04 t/m y un ingreso bruto de US\$ 0.08 por metro. La resiembra a 30 días otorga un rendimiento de 0.003 t/m con un ingreso bruto de US\$ 0.05 y 40 días con 0.02 t/m y un ingreso bruto de US\$ 0.02.
- La resiembra se debe realizar a cualquier distancia de 1, 2 o 3 metros, teniendo en cuenta que es preferible que el lote tenga la menor área a resembrar. La resiembra a 3 m de longitud otorga el mayor rendimiento (0.005 t/m) y un beneficio económico de US\$ 0.10 por metro. Debido a la competitividad de la luz, la resiembra de 2 m de longitud otorga un rendimiento de 0.003 t/m y un beneficio económico de US\$ 0.05 por metro seguido por la resiembra de 1 m (0.001 t/m) que otorga un beneficio económico de US\$ 0.00.
- Es preferible tener pocos espacios largos a resembrar que varios espacios cortos asumiendo una misma distancia a resembrar.
- Las 3 edades de resiembra (20, 30 y 40 días después de cosecha) producirá beneficios económicos comparados a no realizar la resiembra, sin embargo entre menos edad de resiembra, se obtienen mayores beneficios económicos. Entre mayor longitud de resiembra representará mayores ingresos. La resiembra de un 1 metro a la edad de 40 días no es recomendable debido a que es probable que la resiembra no germine.

5. RECOMENDACIONES

- Repetir este estudio con otras variedades de caña de azúcar con las cuales se trabaja en SER San Antonio para observar el comportamiento de otras variedades de caña.
- Repetir este estudio y llevarse hasta las siguientes cosechas de la resiembra para tener los datos veraces de los rendimientos que tendrá y no solo basarse en lo estadístico ya que los rendimientos son subestimados y pueden mejorar en la próxima cosecha.

6. LITERATURA CITADA

Amaya Estévez, A; Cock, J.H; Hernandez, A; Irvine, J. Biología. 1995. En:CENICAÑA. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia, Cali, CENICAÑA, 1995. p. 31-62. Consultado el 9 de julio de 2013. Disponible en http://www.cenicana.org/pdf/documentos_no_seridados/libro_el_cultivo_cana/libro_p31-62.pdf

Bakker, H. 1999. Sugar Cane Cultivation and Management: Sugar Cane Production Technology. New York, USA, Kluwer Academic/Plenum Publishers. p. 174

BCN (Banco Central de Nicaragua), 2009. Estadísticas de Producción de Azúcar. Consultado el 12 de julio de 2013. Disponible en <http://www.cnpa.com.ni/index.php/category-blog>

CIMMYT 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. Mexico D.F., Mexico: CIMMYT. Consultado el 3 de noviembre de 2013. Disponible en <http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>

Guerrero, A. 1999. Cultivos Herbáceos Extensivos: Caña de Azúcar. 6 ed. España. Ediciones Mundi-Prensa. p. 349-353.

Mendiburu Delgado, F. 2005. Notas sobre el curso: Estadística Aplicada a la Forestería II. Consultado el 28 de septiembre de 2013. Disponible en <http://tarwi.lamolina.edu.pe/~fmendiburu/index-filer/academic/Foresteria%20II/Teoria/Aplicada2.pdf>

Romero, R. Scandaliaris, J. 2012. Fases Fenológicas de Caña de Azúcar, EEAOC (en línea). Consultado el 3 de junio de 2013. Disponible en <http://avibert.blogspot.com/2012/04/fases-fenologicas-cana-de-azucar-eeaoc.html>

7. ANEXOS

Anexo 1. Precio de una tonelada de caña en las últimas cuatro zafras.

ZAFRA	BASE US\$
2010-2011	22.57
2011-2012	24.29
2012-2013	27.61
2013-2014	26.61