

Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Agrónomo.



Título. Evaluación de la tecnología de plantación Base Ancha en la Unidad Básica de Producción Cooperativa Yumurí.

Autor: Reinier Pérez Noriega

Tutores: MSc. Oscar Suárez Benítez. Profesor. Auxiliar
Dr.C. Mayda Bárbara Álvarez Díaz.

Consultante: Ing. Geraldo Blas Martínez

Curso: 2018 – 2019.

RESUMEN.

Con el objetivo de evaluar la tecnología de plantación Base Ancha y su utilización como alternativa para mejorar los rendimientos agrícolas en la caña de azúcar (*Saccharum spp. híbrido*), se realizó una investigación en la Unidad Básica de Producción Cooperativa Yumurí de la UEB Ciudad Caracas en el municipio de Lajas. Las evaluaciones se realizaron en el bloque 318, campos uno (tecnología de siembra Base Ancha) y tres (tecnología de siembra Tradicional) plantados de la variedad B80250, cinco días antes de cosecha a la edad de 15 meses. Se tomaron los valores de las variables número de tallos, altura de tallos, diámetro de tallos, rendimiento agrícola según metodología reportada por el INICA. Para la valoración económica se utilizó la ficha de costo vigente en el sistema empresarial AzCuba para estas tecnologías. Se realizó un análisis de comparación de medias con las variables estudiadas mediante la utilización del estadígrafo InfoStat (2009) para una probabilidad $p=0.05$. Como resultado se encontraron diferencias significativas en la tecnología Base Ancha con el sistema tradicional en las variables número de tallos por metro lineal, altura de tallos, y rendimiento agrícola. La variable diámetro de tallos no mostró diferencias significativas. El análisis económico demostró que es factible la utilización de la tecnología Base Ancha al obtener 3330.42 \$ por cada hectárea sembrada al compararla con el sistema Tradicional. Se recomendó utilizar la tecnología de plantación Base Ancha siempre que las condiciones del suelo, clima, disponibilidad de implementos y maquinaria lo permitan.

Palabras claves: caña de azúcar; Base Ancha.

.

ABSTRACT.

In order to evaluate the broad-based plantation technology and its use as an alternative to improve agricultural yields in sugarcane, an investigation was carried out in the Basic Unit of Cooperative Production Yumurí of the UEB Ciudad Caracas in the municipality of Lajas. The evaluations were made in block 318, fields one and three planted of the variety B80250, five days before harvest at the age of 15 months. The values of the variables stem number, stem height, stem diameter, agricultural yield according to the methodology reported by INICA were taken. For the economic valuation, the current cost card in the AzCuba business system was used for these technologies. A comparison analysis of means with the variables studied was carried out using the InfoStat statistic (2009) for a probability $p = 0.05$. As a result, significant differences were found in the Wide Base technology with the Traditional system in the variables number of stems per linear meter, height of stems, and agricultural yield. The stem diameter variable did not show significant differences. The economic analysis showed that it is feasible to use the Broad Base technology to obtain \$ 3330.42 for each hectare planted when compared with the traditional system. It was recommended to use Broad-based plantation technology whenever the conditions of the soil, climate, availability of implements and machinery allow it.

Dedicatoria.

Dedico este trabajo a mi abuelo Nelson Noriega Leonart el cual falleció con deseos de verme graduado. Donde quiera que esté, esto es para él.

Agradecimientos.

- A mi tutor MSc. Oscar Suárez Benítez por haberme guiado paso a paso durante la realización de este trabajo.
- A toda mi familia por su apoyo incondicional y amor que me han brindado.
- A MSc. Felipe del Sol González (Loli) y Ana Lilian Hernández Cabeza (Lili) quienes me apoyaron desde el primer día y me dedicaron su tiempo para guiarme e instruirme en cada paso de mi carrera.
- A mis compañeros de aula, excelentes personas y en especial a Daimerys, Isvel, Rodolfo, Juan Paulo, Marlon, Carlos, Yair y Jabel.
- Quiero agradecer a todas aquellas personas que de una forma u otra formaron parte de esta investigación y que me brindaron su ayuda y su apoyo incondicional durante los 5 años.

ÍNDICE.

INTRODUCCIÓN.	1
PROBLEMA CIENTIFICO.	4
HIPÓTESIS.	4
OBJETIVO GENERAL.	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	4
APORTES DE LA INVESTIGACIÓN.	4
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	6
1.1. El cultivo de la caña de azúcar.....	6
1.2. Introducción de la caña de azúcar en Cuba.	6
1.3. Clasificación taxonómica(Bernal, 2016).	7
1.3.1 Descripción.	7
1.4. Morfología	7
1.4.1. La hoja.	7
1.4.2. El tallo.	8
1.4.3. Sistema radical.	8
1.5. Aptitud de las tierras.	8
1.6. Etapas fenológicas del cultivo.	10
1.6.1. Germinación y emergencia.	11
1.6.2. Amacollamiento o ahijamiento.	11
1.6.3. Rápido crecimiento	11
1.6.4. Maduración	11
1.7. Potencial de productividad de la caña de azúcar	12
1.8. La caña de azúcar y la temperatura.	12
1.9. Los tipos de cepa	13
1.9.1. Primavera quedada.....	13
1.9.2. Retoños quedados.....	13
1.9.3. Retoños.	13
1.9.4. Frío del año.....	13
1.9.5. Siembra de Frío.	14

1.9.6. Siembra de Primavera.	14
1.10. Servicios Científicos- Técnicos.	14
1.10.1. Servicio de Variedades y Semillas (SERVAS).	15
1.10.2. Servicio fitosanitario (SERFIT).	15
1.10.3. Servicio de recomendaciones de fertilizantes y enmiendas (SERFE).	17
1.10.4. Servicio de control integrado de malezas (SERCIM).	17
1.11. Diversificación	18
1.11.1. Cultivares energéticos	18
1.11.2 Variedades recomendadas para la alimentación del ganado vacuno. ...	19
1.14. Manejo Agronómico.	19
1.14.1. Preparación de suelo	19
1.14.2. Tecnologías de siembra del cultivo de la caña de azúcar.	20
1.14.3. Cómo surcar para plantar en surcos de Base Ancha.	23
1.15. Ventajas de las plantaciones de surco Base Ancha:	24
1.15.1. Cantidad de material de plantación que se emplea.	25
1.15.2. Tape de los propágulos.	25
1.16. Atenciones culturales a las plantaciones.	26
1.17. Cierre de campo.	26
1.18. Cosecha.	27
2. MATERIALES Y METODOS.	27
2.1. Localidad donde se desarrolló la evaluación.	27
2.2. Diseño de la investigación.	28
2.3. Cumplimiento de los objetivos.	28
Para el cumplimiento del objetivo 1.	28
Para el cumplimiento del objetivo 2.	29
Para el cumplimiento del objetivo 3.	30
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	31
3.1. Caracterización de la UBPC Yumurí y su sistema de producción de caña.	31
3.1.1. Composición edáfica.	31
3.1.2. Composición varietal por ha. Proyección hasta el 2024.	32
3.1.3. Rendimiento agrícola de los últimos 5 años:	33

3.1.4. Situación financiera.....	34
3.1.5. Recursos humanos.	34
3.2 Resultados de las evaluaciones de las variables altura del tallo, número de tallos, grosor del tallo y rendimiento agrícola, de las tecnologías de plantación Base Ancha y Tradicional.....	35
3.2.1. Diámetro de los tallos.	35
3.2.2. Altura de tallo.	36
3.2.3. Número de tallos.	37
3.2.4. Rendimiento agrícola.	38
3.3. Valoración económica de la tecnología Base Ancha.	40
CONCLUSIONES.....	41
RECOMENDACIONES.	42
BIBLIOGRAFIA	43
ANEXOS.	

INTRODUCCIÓN.

La caña de azúcar es uno de los cultivos agroindustriales más importantes a nivel mundial. Está distribuida en más de 100 países sobre un área de 25 millones de hectáreas, fundamentalmente en las zonas tropicales y subtropicales., ocupa el lugar 12 en cuanto al área cultivada de un total de 161 cultivos en todo el mundo(Burquiz, 2013).

Es una de las pocas especies capaces de producir la energía para su procesamiento y la mayor parte de su demanda de nutrientes, de defenderse de plagas y enfermedades, admitir prácticas de laboreo mínimo, conservar el suelo y superar a los bosques tropicales en la captura y secuestro de carbono, entre otras muchas bondades que la favorecen(Cuéllar, 2003).

Es un cultivo de extraordinaria capacidad que, en buenas condiciones culturales, produce volúmenes superiores a las 100 t ha⁻¹ de tallos y si se incluyen las hojas y puntas, que no se emplean para la producción de azúcar, el volumen de biomasa vegetal se eleva en 20% (Suárez, 2005).

En Cuba en la década de los 90 del siglo pasado los rendimientos agrícolas de la caña de azúcar se vieron muy deprimidos por una disminución muy marcada de importaciones de fertilizantes, herbicidas y combustible principalmente. En la actualidad los rendimientos están en el orden de las 50 t caña ha⁻¹ en condiciones de secano(Álvarez, 2017).

La producción de azúcar de caña en el mundo y en particular en Cuba en los momentos actuales merece una valoración integral teniendo en cuenta los componentes ambiental, económico y social, como pilares fundamentales de la sostenibilidad. La variación de los precios de los componentes de la industria y los portadores energéticos en el mercado mundial, comparado con los precios del azúcar de caña en ese mismo mercado, están haciendo insostenible la producción, aun teniendo en cuenta otros derivados que por supuesto implican la

introducción de nuevas tecnologías, lo cual a veces limita un gran número de fábricas a la producción casi exclusiva de azúcar(Martínez, 2015).

En Cuba la caña de azúcar se encuentra distribuida a través de todo el territorio nacional y ocupa alrededor de 659167.5 ha, según el censo anual de cultivos realizado por el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), lo que representa cerca del 40 % del área total cultivada. Los 11 cultivos que cubren más del 3% de la superficie cañera son:C86-12, C90-469, CP52-43, C323-68, C1051-73, C86-156, C86-56, C87-51, B80250, Co997 y C86-503, ocupan 487103.0 ha para 73.9 % del área cañera nacional(Mesa, 2019).

La caña de azúcar es una gramínea anual en la que se manejan dos tipos de plantaciones: caña planta, que es el ciclo que comprende desde la siembra hasta el primer corte, y retoño que empieza después del primer corte y termina con el último (pueden ser cinco o más) antes de hacer una nueva siembra, lo que se conoce como renovación(Álvarez, 2014).

La necesidad de alcanzar una producción eficiente de caña de azúcar, evaluada en contenido de azúcar por unidad de área, lleva implícita la urgencia de cambios en las prácticas agrícolas tradicionales. Por ello, la búsqueda de tecnologías más apropiadas para el incremento del rendimiento agrícola ha sido siempre preocupación de los productores e investigadores(Bolaños, 2015).

Son varios los autores que citan como componente de rendimiento agrícola en el cultivo de la caña de azúcar la distancia de plantación entre hileras y cantidad de yemas por metro lineal. En Argentina se describe una tecnología donde se propone aumentar los actuales niveles de producción de azúcar por hectárea, con el uso de los surcos de Base Ancha(Scandaliaris, 2008).

En Australia el programa de siembras a distancias estrechas o de alta densidad ha confirmado el potencial de incrementar significativamente los rendimientos a través del uso de surcos dobles o de Base Ancha y de surcos a distancias estrechas. Los surcos dobles o de Base Ancha han demostrado ser atractivos a

los productores, ya que estos pueden ser estudiados fácilmente en sus propias granjas, con poca o ninguna modificación a su equipamiento(Bull, 2003).

En Mauritania, con la plantación en surcos dobles, se obtiene un incremento significativo del rendimiento en caña y se mejora el rendimiento de las máquinas cosechadoras. Esta tecnología fue recomendada a escala comercial, a principios de 2006, para incrementar la productividad en el cultivo de la caña de azúcar(Chowing, 2005).

En Cuba, al triunfo de la Revolución predominaban distancias de 1.40 y 1.50 m entre surcos. La distancia de 1.60 m se estableció como norma generalizada a finales de los años 60 del pasado siglo para acomodar la incipiente mecanización de la cosecha con cosechadoras KTP, que se montaban sobre las estructuras de cosechadoras de cereales soviéticas, de ancha trocha(Gómez, 2008).

La tecnología de siembra en Base Ancha se introdujo por primera vez en nuestro país a finales del siglo pasado, con buenos resultados en la mayoría de los lugares plantados pero factores económicos y subjetivos desestimularon su aplicación(Martínez, 2015).

En el presente siglo estudios realizados en la provincia de Camagüey demostraron la posibilidad de introducir la tecnología de plantación en surcos de Base Ancha o hileras dobles, separadas a 0,40 m, con un espacio entre los surcos (distancia entre “camellón”) de 1,40 m, resultando de esta forma 1,80 m de centro a centro de los surcos, en comparación con el método Tradicional de plantación con 1,60 m de separación entre las hileras(Martínez, 2015).

En el año 2016 por indicación de la dirección de AzCuba, se introduce de forma masiva en la provincia Cienfuegos el sistema de plantación Base Ancha. En este trabajo se expone los resultados alcanzados por la UBPC Yumurí una de las primeras unidades en validar esta tecnología.

PROBLEMA CIENTIFICO.

Son escasos los estudios realizados que demuestren la validez de la tecnología de plantación Base Ancha en lo productivo y económico en la Unidad Básica de Producción Cooperativa Yumurí.

HIPÓTESIS.

El estudio de variables morfológicas, productivas y económicas aportará elementos que permitan validar la tecnología de siembra Base Ancha en el proceso de producción de caña de azúcar en la Unidad Básica de Producción Cooperativa Yumurí.

OBJETIVO GENERAL.

Evaluar la tecnología de plantación Base Ancha en la Unidad Básica de Producción Cooperativa Yumurí.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Caracterizar la UBPC Yumurí y su sistema de producción de caña.
2. Estudiar en la tecnología de siembra Base Ancha y el sistema de siembra Tradicional las variables altura del tallo, diámetro del tallo, número de tallo y rendimiento agrícola.
3. Evaluar en la tecnología de siembra Base Ancha y el sistema Tradicional la variable factibilidad económica.

APORTES DE LA INVESTIGACIÓN.

Productivo.

La tecnología de plantación Base Ancha permite obtener un aumento en el rendimiento agrícola en un 20 % superior al Tradicional.

Económico.

Utilizando la tecnología de plantación Base Ancha, se pueden tener ahorros importantes para el sistema de producción de caña en la provincia de Cienfuegos.

Medioambiental.

Tiene un aporte medioambiental porque se realizará un manejo sostenible de la tierra al disminuir considerablemente el número de labores de preparación del suelo, utilización de herbicidas y fertilizantes.

Social.

El resultado económico por el uso de la tecnología de plantación Base Ancha puede ser empleado para el desarrollo de nuevas infraestructuras, mejoras salariales y de condiciones de vida.

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. El cultivo de la caña de azúcar.

La caña de azúcar en los momentos actuales adquiere mayor importancia., cada vez son mayores sus potencialidades, por la gran cantidad de alimentos que de la misma se extraen, por vía directa e indirecta, a través del producto principal y sus derivados, razón por la que constituye una de las principales fuentes de ingreso de los países en desarrollo(Guillén, 2017).

Dentro de los principales bienes agropecuarios la caña de azúcar supera los 1 700 millones de toneladas, superando en el doble las producciones de maíz y arroz a nivel mundial. El 75% de estas producciones mundiales de azúcar se concentran en orden decreciente en Brasil, India, China, Tailandia, Estados Unidos, México, Australia(FAO, 2015).

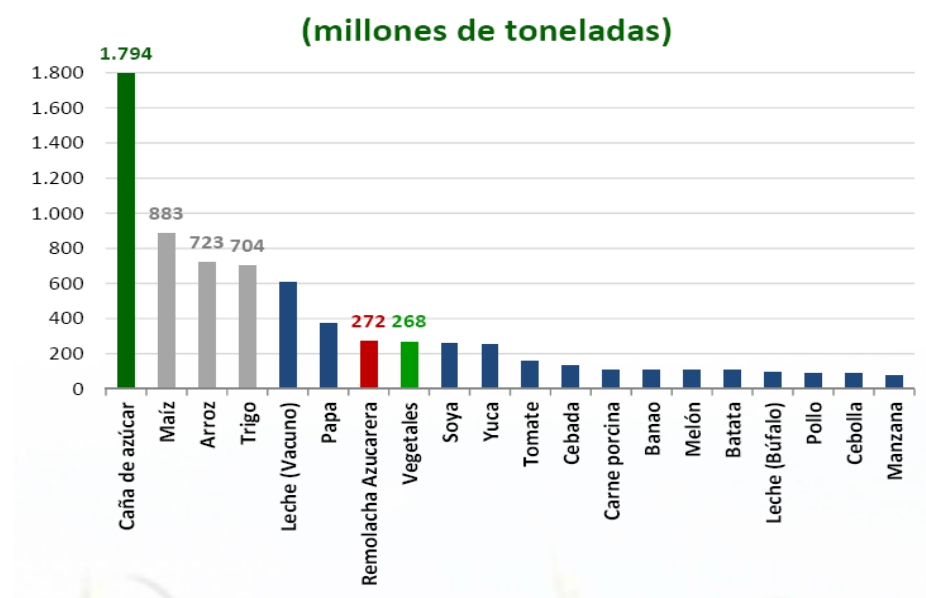


Figura 1. Producción mundial de bienes agropecuarios (2015).

1.2. Introducción de la caña de azúcar en Cuba.

La caña de azúcar, planta del género *Saccharum*, familia *Poácea*, es una planta proveniente del sureste asiático. La expansión musulmana supuso la introducción de la planta en territorios donde hasta entonces no se cultivaba. Así llegó al continente europeo, más en concreto, a la zona costera entre las ciudades de

Málaga y Motril, siendo esta franja la única zona de Europa donde se arraigó. Posteriormente los españoles llevaron la planta, primero a las islas Canarias y luego a América. Así, este cultivo se desarrolló en países como Cuba, Brasil, México, Perú, Ecuador y Colombia, que se encuentran entre los mayores productores de azúcar del mundo(Almazán, 2010).

1.3.Clasificación taxonómica(Bernal, 2016).

División: *Magnoliophyta*.

Clase: *Liliopsida*.

Subclase: *Commelinidae*.

Orden: *Cyperales*.

Familia: *Poaceae* .

1.3.1 Descripción.

La Caña de Azúcar es una poácea tropical, un pasto gigante emparentado con el sorgo y el maíz. Tiene un tallo macizo de 2 a 5 metros de altura con 5 o 6 cm de diámetro. El sistema radical lo compone un robusto rizoma subterráneo. El tallo acumula un jugo rico en sacarosa, compuesto que al ser extraído y cristalizado en el ingenio forma el azúcar. La sacarosa es sintetizada por la caña gracias a la energía tomada del sol durante la fotosíntesis con hojas que llegan a alcanzar de dos a cuatro metros de longitud. En su parte superior encontramos la panocha, que mide unos 30 cm. de largo(Leitón, et al.,2008).

1.4. Morfología

1.4.1. La hoja.

Las hojas son la parte más importante en la conversión de la energía solar en azúcares. Son alargadas y están recorridas en toda su longitud por una nervadura central, con bordes aserrados. Se originan en los nudos y están dispuestas de manera alterna a lo largo del tallo. Cada hoja está formada por la lámina foliar y por la vaina o yagua. La unión entre estas dos partes se conoce con el nombre de lígula, y en cada extremo de esta existe una aurícula con pubescencia variable. La

forma y el color de la lígula, así como la forma de la aurícula, son elementos de identificación de cultivares(Santana *et al.*,2014).

1.4.2. El tallo.

El tallo es uno de los órganos más importantes de esta planta, porque en este se almacena el azúcar. El número, diámetro, color y hábito de crecimiento dependen de la variedad. Su longitud estará acorde con las condiciones ambientales y el manejo agronómico que reciba el cultivo. Los tallos pueden ser primarios, secundarios o terciarios. La yema (ojo) está ubicada en la banda de las raíces y normalmente se presenta una por cada nudo(Bernal, 2016).

Por su forma pueden ser triangulares, ovaladas, abobadas, pentagonales, romboideas, redondas, ovals, picudas y triangulares, lo que depende de la variedad. Constituye el elemento de propagación agámica de la caña de azúcar, aunque también se reproduce por medios biotecnológicos y es un elemento de identificación de variedades(AzCuba, 2014).

1.4.3. Sistema radical.

El sistema radical de la caña de azúcar constituye el anclaje de la planta y el medio para la absorción de nutrientes y agua del suelo formado por dos tipos de raíces, las primeras que surgen de la estaca original o primordiales que se originan a partir de la banda de raíces localizada en el anillo de crecimiento de la estaca original que se planta, estas son delgadas, muy ramificadas, y su periodo de vida llega hasta el momento en que aparecen las raíces de los nuevos brotes o hijos, lo que ocurre entre los dos y tres meses de plantada la caña, estas son numerosas, gruesas, de rápido crecimiento, y su proliferación avanza con el desarrollo de la planta(Leitón, *et al.*, 2008).

1.5. Aptitud de las tierras.

La clasificación de las tierras se hace a partir de los “Rendimientos mínimos potenciales”. Las “Unidades de Tierra” (UT) utilizadas son las unidades cartográficas del mapa nacional de suelos y los bloques cañeros del catastro especializado, ambos a escala 1:25 000. Las variables de suelo y clima, a utilizar por el sistema para determinar las categorías de aptitud, son: tipo y subtipo de

suelo, pedregosidad, pendiente, rocosidad, salinidad, profundidad efectiva, acidez del suelo pH, aluminio cambiante, capacidad de intercambio catiónico, drenaje, compactación, y precipitaciones medias anuales(Gutiérrez, *et al.*, 2013).

La clasificación utilizada es:

A1 “Sumamente Apta”.

Tierras que no tienen limitaciones señaladas para sostener el cultivo de la caña de azúcar, con rendimientos mayores a 53 t ha⁻¹, o solo con limitaciones de menor cuantía que no reduzcan la producción ni eleven los insumos(Crespo, 2012).

A2 “Moderadamente Apta”.

Tierras con limitaciones que de conjunto son moderadas para la aplicación sostenida de un uso determinado con rendimientos entre 37 y 53 t ha⁻¹, los factores limitantes que las afectan pueden reducir la productividad alrededor de 30% y aumentar los insumos necesarios, hasta el grado en que las ventajas globales obtenidas del uso adoptado, si bien todavía atractivas, serán apreciablemente inferiores a la esperada de las tierras con clase A1(Álvarez, 2017).

A3 “Marginalmente Apta”.

Tierras con limitaciones graves para la aplicación sostenida de un uso determinado, con rendimientos de entre 22 y 37 t ha⁻¹, se reduce la productividad por encima de 50% y/o se incrementan los insumos necesarios para sostener la producción, de forma tal que este costo solo se justifica circunstancialmente(Castro, 2015).

N “No Apta”.

Tierras con limitaciones tan graves que impiden su aprovechamiento sobre una base sostenida, en las que puede disminuir la productividad en más de 70%, con rendimientos menores a 22 t ha⁻¹. En este caso, los beneficios no justifican los insumos necesarios. De la superficie total evaluada, un 86% resultó apto para la

caña de azúcar (categorías A1, A2 y A3), el resto fue “No Apta”. De la categoría A1, 19% se dedicaba a otros usos y 8% de la dedicada al cultivo resultó “No Apta”. (Lofton *et al.*, 2012).

A partir de estos resultados se derivó el ordenamiento territorial de las áreas, dejando las de mayor potencial productivo para el cultivo de la caña. Se evaluaron y ubicaron, según la capacidad de las tierras, cultivos alternativos que respondieran a la diversificación del sector

1.6. Etapas fenológicas del cultivo.

El cultivo de caña de azúcar en su ciclo de caña planta tiene un desarrollo vegetativo de duración variable, este depende de la variedad y de la influencia del clima. De la siembra a la cosecha el cultivo puede durar desde 14 y hasta 17 meses. Como se muestra en la figura 2 en este periodo la caña de azúcar pasa por cuatro etapas: germinación y/o emergencia, amacollamiento o ahijamiento, rápido crecimiento, maduración y floración(Romero *et al.*, 2012).

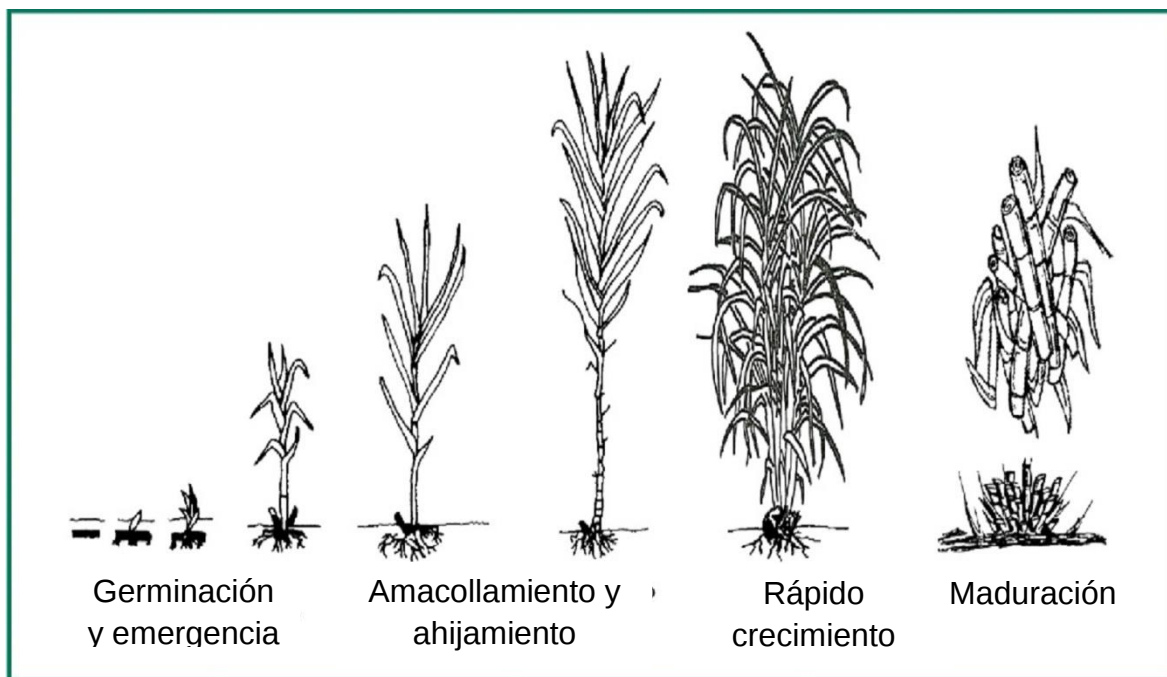


Figura 2. Etapas fenológicas de la caña de azúcar.

1.6.1. Germinación y emergencia.

La germinación es el proceso que da paso de los órganos primordios latentes en la yema al estado activo de crecimiento y desarrollo. Aunque la duración de esta etapa puede variar, inicia entre los 7 a 10 días después de la siembra. El crecimiento inicial se prolonga hasta los 35 días. Las temperaturas óptimas para la brotación oscilan entre los 24 a 37°C con disponibilidad de buena humedad en el suelo(Santana *et al.*, 2014).

1.6.2. Amacollamiento o ahijamiento.

Esta etapa comienza alrededor de los 35 a 40 días después de la plantación y se caracteriza por el brote de varios tallos a partir de las articulaciones nodales que se encuentran en la base de los tallos primarios. Los factores que favorecen el ahijamiento son: la variedad, los días de larga duración y alta intensidad luminosa, una temperatura cercana a los 30°C es la óptima, buenas condiciones de humedad en el suelo y buen nivel de nitrógeno(FIRA, 2010).

1.6.3. Rápido crecimiento

En esta fase el cultivo requiere temperaturas sobre los 30°C, disponibilidad de nutrientes y buena condición de humedad. En esta etapa ocurre una elongación rápida del tallo, presenta una gran acumulación de materia seca y la planta alcanza su máxima área foliar (hojas). Su duración puede prolongarse de acuerdo a la variedad, la temperatura y la humedad. Sin embargo, como referencia puede citarse que comienza alrededor de los 120 días después de la plantación y es a los 180 días aproximadamente queda definido la población de tallos(Romero *et al.*, 2012).

1.6.4. Maduración

En esta etapa de desarrollo de la planta de caña se da el proceso de síntesis y acumulación de sacarosa en los tallos de la caña. La maduración de la caña es de la base al ápice (extremo superior) de la planta. Esta parte del desarrollo tiene una duración de unos 2 a 3 meses. Los factores que favorecen el almacenamiento de sacarosa son aquellos que inhiben el crecimiento de la planta, entre ellos la

presencia de noches frescas (temperaturas de 18°C), días calurosos y secos(Dávila, 2014).

Aplicaciones elevadas o extemporáneas de nitrógeno tiene un efecto negativo porque retarda la maduración(FIRA, 2010).Los cultivares (variedades) constituyen un factor intrínseco de gran importancia en la maduración, registrándose entre ellos diferencias en la modalidad y en la producción de azúcar por hectárea(Romero *et al*, 2012).

1.7. Potencial de productividad de la caña de azúcar

La producción de caña de azúcar en ese país durante el periodo de los años 60 a principios de los 90 oscilaba de manera general entre 75 y 85 t ha⁻¹ en los años sin problemas climáticos serios, pero aumentó a 95 t ha⁻¹ en los últimos años del siglo pasado. Es decir, que, aunque la productividad promedio ha tendido a aumentar marcadamente en la mayoría de los cultivos, el cuadro no es tan claro cuando se trata del potencial de productividad de muchos otros, como la caña de azúcar. Aparentemente, es una cuestión discutible si el potencial de producción en realidad ha aumentado en muchos cultivos de las últimas décadas. Sin embargo, la mayoría de ellos se siembran en condiciones inferiores a las ideales y están sujetos a una serie de estreses(FAO, 2017).

Las características de las variedades deben ser bien manejadas en este sentido, si se tiene en cuenta que los procesos básicos que determinan la productividad son la intercepción de la radiación solar, la fotosíntesis y la repartición de materia seca. De manera que variedades resistentes al encamado, con la característica “siempre verde “que mantengan altos contenidos de sacarosa a altos niveles de nitrógeno, sembradas a densidades elevadas y bien fertilizadas, deberían ser capaces de alcanzar altos niveles de productividad(González, 2014).

1.8. La caña de azúcar y la temperatura.

La caña de azúcar requiere temperaturas altas para su crecimiento, estando las óptimas entre 20 y 30°C, aunque la variedad y las prácticas culturales pueden modificar este rango ligeramente. El rango de temperatura óptimo para la

brotación varía entre 26 y 33°C. En el sur de Brasil, las temperaturas críticas fueron de 19-20°C, sin riego y 18-19°C, con riego. Esta diferencia es debida a la temperatura del suelo, que se considera de gran impacto en el crecimiento de la raíz(Dávila, 2014).

1.9. Los tipos de cepa

La caña de azúcar normalmente se planta como un cultivo perenne y se cosecha varias veces antes de resembrarlo. Al primer ciclo se le denomina caña planta y a los ciclos subsiguientes socas. Aunque la caña de azúcar puede sembrarse con semilla verdadera, los cultivos comerciales siempre se siembran utilizando cortes de tallo o esquejes a menudo llamados semilla. En dependencia del momento de la plantación y de la edad de cosechadas(Rodríguez, 2016) las cepas pueden adquirir diferentes categorías, así se tiene:

1.9.1. Primavera quedada.

Corresponde a las áreas sembradas de primavera en el año actual, que se decide en el estimado de junio-30 dejar quedar.

1.9.2. Retoños quedados.

Corresponde a las áreas de retoño que se decide en el estimado junio 30 dejar quedar y por tanto no se molerán en la zafra próxima.

Socas. Se incluyen las áreas de cañas nuevas que se molerán en la zafra, Primaveras Quedadas y Frío del año anterior, Primavera del año actual molible y áreas de caña planta que se cortarán para semilla.

1.9.3. Retoños.

Corresponde a las socas que van a zafra y los retoños que no serán demolidos. Los movimientos se harán por número de corte.

1.9.4. Frío del año.

Abarca las áreas que se siembran de Frío en el año actual, de acuerdo con el programa ajustado al cierre del estimado de junio 30.

1.9.5. Siembra de Frío.

Corresponde a las áreas que se siembran de frío en el próximo año, se debe definir la que se usará para semilla con vista a la recomendación de nitrógeno.

1.9.6. Siembra de Primavera.

Se consideran las áreas que se sembrarán de primavera en el próximo año, definiendo las que se emplearán para semilla con vista a las recomendaciones de nitrógeno, así como considerar las áreas que se planificarán dejar quedar, elemento a tener en consideración al momento de asignar el rendimiento esperado(Hernández, 2018).

Temperaturas por debajo de 20°C afectan tanto la longitud del periodo de gran crecimiento, como la magnitud de la maduración. Las temperaturas bajas son la manera más eficaz de madurar la caña de azúcar. Aunque las fluctuaciones en la temperatura pueden tener un efecto positivo en la acumulación de sacarosa, una temperatura de menos de 5°C daña potencialmente el crecimiento, incluso para las variedades más tolerantes al frío(Rodríguez, 2016).

1.10. Servicios Científicos- Técnicos.

El sector agrícola cañero necesita nuevos conocimientos científicos que puedan ser aplicados en la práctica para hacer frente a los retos actuales y futuros. Hay que mejorar la competitividad en un entorno económico cada vez más difícil y garantizar al mismo tiempo la utilización sostenible de los recursos y los servicios unidos a una constante capacitación de la población agraria. Es por esto que el Instituto de Investigación de la caña de azúcar desarrolla 35 proyectos de investigación que apoyan y retroalimentan la producción cañera cubana(Guillén, 2017).

Estos proyectos nos permiten interactuar en el proceso de producción de caña a través de un grupo de servicios científico técnicos responsables de asegurar un correcto manejo agronómico con criterio de sostenibilidad en lo económico, social y medio ambiental(Hernández, 2018).

1.10.1. Servicio de Variedades y Semillas (SERVAS).

El SERVAS surge con el objetivo de Perfeccionar la explotación comercial del recurso principal y base de la producción azucarera, los cultivares de caña de azúcar, producción de semilla certificada y su inspección(Guillén, 2017). Hoy se precisa:

- Cambios en todos los sistemas de selección.
- Entrada de variedades para incrementar genofondos.
- Disciplina técnica en el cumplimiento de los proyectos.
- Buscar variedades azucareras y de madures temprana.
- Estudios para el uso diversificado de la caña de azúcar: obtención de variedades energéticas y para la alimentación animal.

Para asegurar la constante introducción de nuevas variedades a la producción cañera, el SERVAS como sistema tiene implementado una forma de parcela demostrativa llamada “Prueba de Validación Comercial de Variedades”, con el objetivo de que el productor evalúe bajo las condiciones de su cooperativa los resultados productivos de los nuevos cultivares recomendados comparándolos con la variedad principal o con las que se pretenden cambiar(Díaz y Labrada, 2003).

1.10.2. Servicio fitosanitario (SERFIT).

Es evidente que el cambio climático está modificando la distribución de las plagas y las enfermedades de los animales y las plantas, por lo que es difícil prever todos los efectos de este cambio. La modificación de las temperaturas, la humedad y los gases de la atmósfera pueden propiciar el crecimiento y la capacidad con que se generan las plantas, los hongos y los insectos, alterando la interacción entre las plagas, sus enemigos naturales y sus huéspedes.(FAO, 2015).

El cultivo de la caña de azúcar ha sido afectado por diferentes plagas desde que el hombre comenzó a cultivarla. En el mundo se conocen alrededor de 130 enfermedades bacterianas, fungosas, virales y trastornos fisiológicos que de una

forma u otra afectan las plantas en las diferentes etapas de su desarrollo lo que provoca grandes pérdidas económicas para aquellos países productores de azúcar(INICA, 2007).

En Cuba se han informado en caña de azúcar alrededor de cincuenta y nueve enfermedades y ciento cinco artrópodos plagas, las que por su importancia y los daños que causan a las plantaciones se clasifican en primer y segundo orden. Las enfermedades de primer orden son: carbón, roya parda, raquitismo de los retoños, escaldadura foliar(Santana *et al.*, 2014).

El efecto de las enfermedades en la caña de azúcar (*Saccharum spp.*), como en otros cultivos ha sido una de las principales causas de pérdidas en la industria azucarera. La evolución de enfermedades en el mundo cañero y en Cuba en particular, ha tenido un crecimiento vertiginoso en las últimas décadas y lo que es más importante aún, se ha incrementado al mismo tiempo la intensidad con la que atacan las plantaciones(Mesa, 2016).

El Objetivo del Servicio fitosanitario (SERFIT), es lograr el manejo fitosanitario en las plantaciones cañeras y áreas de semilla con el establecimiento de un sistema de recomendaciones para la detección, prevención y control de plagas y enfermedades presentes o no en el país(INICA, 2018).

Se fundamenta en la implantación de un sistema de control sanitario con la finalidad de aportar a las unidades de producción los principios metodológicos básicos para determinar la presencia y magnitud de las plagas principales, brindar recomendaciones que viabilicen la toma de decisiones técnico – económicas para el control sanitario(Cuéllar, 2003).

El Servicio Fitosanitario para la caña de azúcar mantiene bajo supervisión todas las áreas del cultivo en Cuba, utilizando para el control de plagas, la aplicación de medios biológicos producidos en los centros de producción de entomófagos y entomopatógenos(CREE), que por su eficiencia contribuyen a reducir o controlar la presencia de éstas y preservar el ambiente(Rodríguez y Valencia, 2012).

1.10.3. Servicio de recomendaciones de fertilizantes y enmiendas (SERFE).

El servicio fue concebido sobre la base de la experiencia y los resultados obtenidos en 3 112 cosechas de experimentos de campo de la red de estaciones del INICA. Su objetivo es proporcionar a las entidades productoras de caña los fundamentos para que se apliquen los fertilizantes a la caña de azúcar sobre la base de criterios científicamente fundamentados, en cantidades que satisfagan las necesidades del cultivo, evitando que su déficit constituya un factor limitativo del rendimiento agrícola y la calidad de los jugos y que su empleo irracional contribuya a la contaminación del medio ambiente, contribuyendo a la preservación de la fertilidad de los suelos y crear una base de datos sobre ésta, llevando sistemáticamente su registro (INICA, 2018).

El servicio consta de dos tipos de monitoreo:

- Encuesta a través de muestreo foliar: análisis foliares a campos comerciales para conocer el comportamiento del cultivo ante las recomendaciones, y de ser necesario, corregirlas.
- Lotes controles: se establecen en campos representativos y se usan para evaluar el efecto que tienen en las recomendaciones de fertilizantes la fitotecnia empleada, los efectos del clima y los factores edáficos limitativos.

1.10.4. Servicio de control integrado de malezas (SERCIM).

Es un servicio de planificación, asesoramiento, control y capacitación de las actividades de control integral de malezas, a todos los niveles de AZCUBA. Además, realiza la evaluación de nuevos productos herbicidas, y junto con el SERFE evalúa y aplica maduradores y bioestimulantes en las áreas dedicadas al cultivo de la caña de azúcar (INICA, 2018).

Elabora planes anuales de control integral de malezas a todos los niveles, incluyendo la necesidad de herbicidas y medios, las áreas a atender por aplicación de herbicidas, cultivo deshierbe, limpia manual y por cada medio de control de forma quincenal y anual.

Este servicio permite a los productores cañeros actualizar los conocimientos sobre las malezas y su manejo con el uso de los componentes de control integrado., selecciona los mejores tratamientos de herbicida, dosis y detalles de aplicaciones, información sobre costos y productividad de las labores de control químico, mecanizadas, por tracción animal y manuales y especificaciones sobre boquillas, mochilas y asperjadoras.

1.11. Diversificación

En la actualidad el programa de fitomejoramiento del INICA realiza recomendaciones de cultivares para dar respuesta a la tarea de diversificar la producción cañera, en aras de lograr la competitividad del sector e incrementar la productividad. Con tales fines se han liberado individuos con elevada producción de biomasa para la producción de energía, otros han sido evaluados con éxito para fines forrajeros en la alimentación del ganado vacuno, dado su elevado porcentaje de digestibilidad como materia seca(INICA, 2007).

1.11.1. Cultivares energéticos

Las variedades energéticas de caña de azúcar son individuos, preferentemente F1, originados de cruzamientos entre *Saccharum officinarum* y *Saccharum spontaneum*, géneros enmarcados en la clasificación del ciclo fotosintético C4, cuyos integrantes se caracterizan por su gran potencialidad de formar biomasa, debido a su capacidad de fijación de CO₂ con mayor eficiencia que las plantas C3. Tanto en tallos como en caña integral producen el doble de materia seca MS por área/año, que los productores de azúcar, y cinco o más veces la MS que los bosques energéticos más precoces son resistentes a plagas, enfermedades y condiciones adversas y poseen el doble de fibra que las Tradicionales, con aceptable contenido de sólidos solubles y más baja humedad(Oliva, *et al.*,2014).

Basados en las premisas antes descritas, el INICA, dentro de su programa de variedades y semilla, tiene como objetivo el desarrollo de cultivares energéticos. Así, el cultivar C90-176, recomendado por su alto contenido de biomasa, se encuentra en todas las provincias. Al cierre de 2016 ocupaba un área de 1384 ha.

En Cuba ha sido utilizada en pruebas de molida para ajustes de ingenios a inicios de zafra, y además permite acumular bagazo para generar energía, también sus tallos han sido utilizados como tutores del cultivo del tomate y otras hortalizas(INICA, 2016).

1.11.2. Variedades recomendadas para la alimentación del ganado vacuno.

El estudio de variedades para la alimentación del ganado vacuno se inició en la década de los 90. De las variedades recomendados, seis se adaptan a los suelos secantes C86-503, C90-530, C90-317, C89-176, C86-165 y C86-12, y cinco para las condiciones de mal drenaje: C86-12, C86-503, Co997, C137-81 y C132-81. Estos cultivares constituyen una solución para las condiciones de estrés(Jorge *et al.*, 2008).

1.14. Manejo Agronómico.

El manejo agronómico es responsable del rendimiento agrícola del cultivo de la caña de azúcar, y varía según los diferentes tipos de suelos, cepas, cultivares, clima, y tecnologías de manejo utilizadas., elementos que hay que tener en cuenta para la búsqueda de la sostenibilidad en la producción cañera(Bouzoet *al.*, 2012).

1.14.1. Preparación de suelo

Las labores de preparación de suelo se hacen en cada bloque cañero basándose en el estudio de los factores limitantes de cada zona edafoclimática, de modo que se pueda aplicar en cada condición la variante más apropiada, según la tecnología y los medios disponibles para realizarla(Oliva *et al.*, 2014).

Las tecnologías de mayor aplicación son:

El laboreo mínimo. Se realiza sin inversión del prisma y un mínimo de labores, en dependencia de las condiciones edafoclimáticas, y puede hacerse laboreo localizado y laboreo químico(FAO, 2015).

Laboreo localizado. El laboreo localizado consiste en el desmenuzado e incorporación de la vieja cepa o los residuos aledaños en una franja de 40 cm de ancho por 30-40 cm de profundidad, creándose una zona fragmentada y

descompactada para el desarrollo de la plantación, la tecnología a realizar en el campo a demoler, roturar con arado, hacer un pase de grada para destruir terrones y alisar el terreno, surcar y mullir con máquina de laboreo mínimo(Callejas, 2011).

Laboreo químico. El laboreo químico se basa en la eliminación de la cepa con herbicidas cuando las cepas del campo a demoler hayan retoñado y alcancen las dos semanas después de la cosecha, esperar hasta que los retoños amarilleen, este es el indicador de que el plantón ha muerto, y proceder con la máquina de laboreo mínimo al surcado y mullido. Para la aplicación de estas tecnologías se han desarrollado familias de implementos. En Cuba se ha demostrado que esas tecnologías son eficientes y no hay afectaciones por la compactación(Comparni, 2006).

Laboreo Tradicional. La combinación de diferentes operaciones constituye las labores Tradicionales de preparación de suelos, comenzando con la rotura por medio de arados de disco o gradas pesadas, seguidas de uno o más pases de gradas medianas, alistando el terreno con pases de gradas ligeras, cuando el suelo esté debidamente desmenuzado y no existan terrones y trozos de rizoma vivos se procede al surcado(FAO, 2015).

1.14.2. Tecnologías de siembra del cultivo de la caña de azúcar.

La siembra de la caña de azúcar es la actividad agrícola más importante del ciclo de vida de este cultivo, porque determina el futuro de la plantación, la productividad y la rentabilidad de la unidad productora en los siguientes seis o siete años. Es, además, la que produce un mayor impacto en los rendimientos, pero al mismo tiempo, la más costosa, por lo que su ejecución se deberá hacer con el mínimo de riesgos posibles(Cuéllar, 2003).

Una buena implantación del cañaveral asegura.

- ✓ Un elevado porcentaje de brotación.
- ✓ Una población inicial de tallos óptima y temprana.
- ✓ Una distribución uniforme de los tallos y sin fallas.

- ✓ Un cierre temprano facilitando el control de malezas.
- ✓ Una alta población de tallos molibles a cosecha.
- ✓ La conformación de cepas vigorosas establecidas.
- ✓ Una mayor longevidad de cepa

La tecnología de siembra de la caña de azúcar se define por la forma en que conformamos el surco, o sea la distancia que se precisa entre cada hilera de plantación.

1.14.2.1. Tecnología de siembra Tradicional (1,60metros).

El surque en la siembra Tradicionales realiza a la distancia entre surcos de 1,60 metros, a una profundidad de 20 a 30 cm de la capa arable(Santana *et al.*, 2014).

El implemento más utilizado es el surcador doble (Figura 3), donde una pata del implemento se monta en el último surco conformado y la otra pata va construyendo en nuevo surco, de esta forma se garantiza la distancia correcta entre surco. También existen surcadores triples (Figura 4) que utilizan el mismo proceder con la diferencia que construyen dos surcos a la vez.



Figura 3.Surcador doble para tecnología de siembra Tradicional.



Figura 4.Surcador triple para tecnología de siembra Tradicional.

Después de surcada la semilla se deposita en el fondo del surco sin chupones ni hojas, solo canuto o caña real, horizontalmente en el suelo, colocando dos cañas

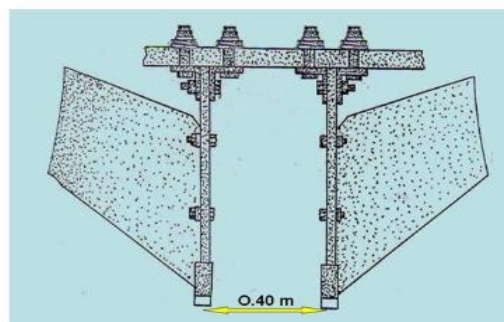
La profundidad de rotura debe estar en concordancia con el tipo de suelo, pero siempre superior en cinco centímetros a la profundidad prevista para el surcado. Para suelos profundos es aceptable lograr un lecho mullido de 30 a 35 cm. para surcar a 25 o 30, en suelos menos profundos un lecho de 25 para surcar a 20 cm como mínimo. Salvo excepciones esto se puede lograr en cualquier tipo de suelo en Cuba(INICA, 2015).

1.14.3. Cómo surcar para plantar en surcos de Base Ancha.

Un buen surcado para plantar en Base Ancha se logra en los suelos suficientemente mullidos hasta lograr más de 85 por ciento de partículas menores de 50 milímetros en el fondo y paredes de los surcos que se elaboren y la ausencia de cantidades significativas de partículas mayores de 150 milímetros, tanto en la “berma” de los surcos como en la superficie del camellón. Estas son las condiciones que permiten después un tape correcto de los(Bolaños, 2015).

Para realizar los surcos de Base Ancha, se construyó un equipo a partir de un surcador “Rome” de los existentes en la década del 80 al que se le retiraron las vertederas interiores y se unieron las exteriores a 40 cm entre ellas (Figuras 6 y 7). De esta forma se conforman los surcos con una “cresta” en el medio, que permite la separación de los propágulos de caña(Polanco, 2017).

Todas las experiencias desarrolladas han sido con este surcador, pero después de las evaluaciones realizadas en la práctica productiva en diferentes tipos de suelos se han hecho algunas modificaciones en su diseño que permiten un mejor trabajo(Campos y Ambriz, 2006).



Figuras 6 y 7. Mono surcador utilizado anteriormente.

Este tiene el inconveniente de que se “envasa” o “embota” con los residuos de cosecha y terrones existentes en el terreno y además solo realiza un surco a la vez. Es por ello que se ha desarrollado un nuevo prototipo ya probado con éxito (Figura 8) que es un surcador doble y que no se “envasa” con los residuos de cosecha, presencia de terrones o malezas permanentes como se muestra a continuación(Gómez, 2011).

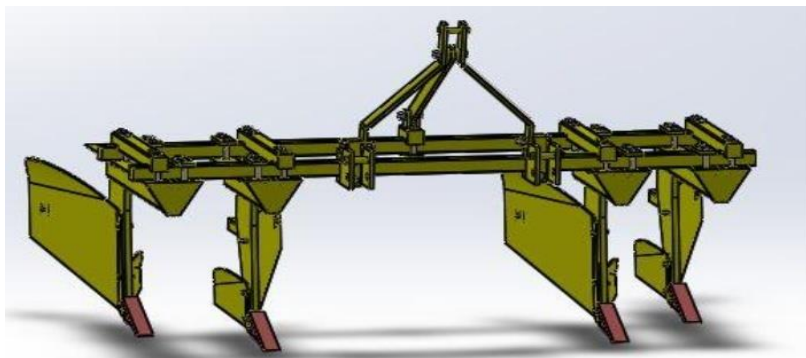


Figura 8. Surcador doble y con vertederas descentradas.

Este surcador se caracteriza por tener órganos de trabajo no en un mismo plano sino uno delante y otro más atrás para evitar el efecto de “rastrillo”, es decir, que no se “atore”. Su principal ventaja con relación al anterior es que se hacen dos surcos a la vez por lo que su productividad es el doble(INICA, 2015).

1.15. Ventajas de las plantaciones de surco Base Ancha:

- Se logra disminuir la distancia entre hileras sin variar las tecnologías actuales de atenciones culturales y de cosecha.
- La distancia de centro a centro de camellón (1.80m) se ajusta perfectamente a la trocha de los nuevos equipos que se están adquiriendo para la cosecha.
- Para realizar cualquier labor se recorren 695 m menos en cada hectárea que con distancia de plantación de 1.60m.
- La plantación en surcos de Base Ancha se considera una práctica agronómica para contrarrestar los efectos de la sequía.
- Se obtiene mayor porcentaje de brotación.
- Cierre del campo más rápido al ser menor la distancia de camellón.

- Se obtienen mayor número de tallos por hectárea.

La densidad de población, es decir, el número de tallos por unidad de área, es probablemente uno de los factores que pueden decidir en el incremento del rendimiento en caña de azúcar(García y Toledo, 1987).

1.15.1. Cantidad de material de plantación que se emplea.

En el cultivo de la caña de azúcar en la mayoría de los países productores en dependencia de la variedad, edad de la caña de semilla, calidad del material de plantación forma de distribución de los propágulos y otros factores se emplean desde 8 hasta 12 toneladas por hectárea. En el marco Tradicional de plantación en Cuba, es decir con distancia entre las hileras de 1.60 metros en función de los mismos factores se emplea por lo general entre 8 y 10 t ha⁻¹ lo que representa entre 15 y 20 yemas por metro lineal(Scandaliaris, 2008).

En la plantación en surcos de Base Ancha se emplea entre 10 y 12 t ha⁻¹pues se plantan dos hileras, pero resulta fácil comprender que en un metro lineal de la doble hilera se alcanza siempre como mínimo 30 yemas lo que resulta una garantía para lograr una buena población. Además, si se producen fallas en una hilera entonces queda la otra que llega a cerrar los espacios y son menores los niveles de resiembra necesarios(Díaz y Labrada, 2003).

1.15.2. Tape de los propágulos.

Este es el aspecto donde más cuestionamiento o preguntas se hacen los productores porque piensan que se introduce algo que va dificultar el correcto tape de los propágulos. Hay que señalar que en la práctica se ha demostrado que el tape se puede efectuar con cualquiera de las variantes que normalmente se emplean para surcos Tradicionales, pero como es lógico haciendo algunas regulaciones de los implementos(Santana *et al.*, 2014).

Lo recomendable es el empleo de un equipo (Figura 9 y 10) con el que se puede realizar un tape uniforme tanto en surcos Tradicionales como de Base Ancha y de fácil regulación según las condiciones del terreno donde se trabaje. Obsérvese que el equipo admite regulaciones en sentido horizontal y dispone de ruedas de

profundidad por lo que se logra un tape uniforme. Importante señalar que el tape se puede realizar con cualquier implemento siempre que se puedan efectuar las regulaciones necesarias para que se aplica una lámina de suelo adecuada (aproximadamente 5 cm) sobre los propágulos(Gómez, 2011).



Figura 9. Tapador con ruedas de profundidad.



Figura 10. Tapador sencillo utilizando órganos de una flexible.

1.16. Atenciones culturales a las plantaciones.

Las atenciones culturales desde el control de malezas, fertilización, cultivo o cualquiera de las que se realizan normalmente a las plantaciones, se pueden hacer de la forma Tradicional y con los mismos implementos que en los surcos o hileras sencillas a 1.50 o 1.60 m. Esto es muy importante aclararlo, pues muchos productores presentan dudas. Con este marco de plantación no hay que modificar ninguna de las tecnologías actuales de producción de caña incluida la cosecha(Díaz y Labrada, 2003).

1.17. Cierre de campo

En el periodo comprendido entre los 120 y 180 días, el entrecruzamiento de las hojas o comienzo del cierre de campo en el surco de Base Ancha , se logra con más de 30 días de antelación al Tradicional, condicionado, fundamentalmente, por la distancia de plantación empleada(Chowing, 2005).

El cierre de campo más rápido en el surco de Base Ancha es uno de los resultados más importantes, pues limita la presencia de las arvenses, por lo que se realizan menos operaciones de limpieza, con el consiguiente ahorro de

recursos. Esto coincide con lo reportado por García y Toledo (1987), al plantear que, entre el cierre más rápido y la cantidad de malas hierbas, se establece una correlación inversa.

El estrechamiento de la distancia entre surcos, desde 1,6 hasta 0,9 m, produjo un adelanto del cierre del campo de alrededor de dos meses y como consecuencia, una reducción de 50 % del número y costo total de las labores de deshierbe integral (manual, cultivo y herbicidas)(Díaz y Labrada, 2003).

1.18. Cosecha

La cosechadora CASE tiene regulación en el grado de inclinación de sus órganos de corte o cuchillas lo que se desconoce en sentido general según hemos podido comprobar al preguntar a los operadores y demás personal que trabaja en los pelotones de corte(Crespo, 2012).

Para cosechar el surco de Base Ancha , se debe poner con 11 grados de inclinación según se recomienda por el fabricante para cepas más anchas debido a un mejor desarrollo de la cepa siendo a su vez el órgano de corte menos agresivo(Polanco, 2017).

2. MATERIALES Y METODOS.

El trabajo desarrollado es experimental. Se utilizaron los métodos.

Métodos Empíricos.

Realización de entrevistas, observación y revisión de documentos.

Métodos Matemáticos Estadísticos.

Análisis de comparación de medias utilizando el paquete estadístico Info Stat (2009) para el procesamiento de los datos.

2.1. Localidad donde se desarrolló la evaluación.

El trabajo se desarrolló en la UBPC Yumurí, perteneciente a la Unidad Empresarial de Base (UEB) Ciudad Caracas en el municipio de Lajas, correspondiente a la Empresa Azucarera Cienfuegos.

2.2. Diseño de la investigación.

Se seleccionó el campo 1 y 3 del bloque de caña 318 que reúne las siguientes variables agronómicas y precipitación reportada. (Tabla 1)

Tabla 1. Variables agronómicas y precipitaciones reportadas en el periodo de evaluación.

Bloque 318	Tecnología de siembra	Área (ha)	Variedad	Cepa	Suelo	Precipitaciones (mm)
Campo 1	Base Ancha	7,80	B80250	Caña planta	Sialitizados cálcicos	1495
Campo 3	Tradicional	6,90	B80250	Caña planta	Sialitizados cálcicos	1495

2.3. Cumplimiento de los objetivos.

Para el cumplimiento del objetivo 1.

Para caracterizar la UBPC se estudiaron las variables.

Variables agronómicas.

- ✓ Composición edáfica.
- ✓ Composición varietal. Proyección.
- ✓ Rendimiento agrícola de 5 años anteriores a la investigación.

Variables Económicas.

- ✓ Cuenta operaciones.
- ✓ Cuentas por cobrar.
- ✓ Cuentas por pagar.
- ✓ Financiamiento disponible.

Recursos humanos.

- ✓ Número de trabajadores por ha.
- ✓ Salario promedio.

✓ Fuerza técnica.

Para el cumplimiento del objetivo 2.

Evaluar las variables altura del tallo, número de tallos, grosor del tallo y rendimiento agrícola, de las tecnologías de plantación Base Ancha y Tradicional.

Los valores de las variables en estudio se tomaron cinco días antes de la cosecha a la edad de 15 meses.

Metodología utilizada.

Se definieron cuatro estaciones de muestreo por la diagonal del campo, en cada estación se trabajó en 20 metros lineales donde se realizaron las mediciones. Los datos tomados se organizaron según muestra la Tabla 2.

Tabla 2. Organización de los datos tomadas en el campo.

Puntos de muestreo	Muestra	No. tallos totales		Altura (20 tallos)		Diámetro (20 tallos)		TCH	
		Tradic	B. A	Tradic	B. A	Tradic	B. A	Tradic	B. A
1	20 m								
2	20 m								
3	20 m								
4	20 m								
Promedio									

Número de tallos: Se contaron los tallos que ocupaban el espacio de un metro lineal par cada estación de muestreo y se calculó la media para cada tecnología.

Altura de los tallos: Se midieron a 20 tallos la altura a cada estación de muestreo (desde la base hasta el 1er dewlap visible) con una cinta métrica y se calculó la media en cada estación de muestreo.

Diámetro de los tallos: Se midieron los diámetros de 20 tallos (en los entrenudos centrales) con un pie de rey y se calculó la media para esa estación de muestreo.

Variable rendimiento: Se utilizó la fórmula de Martínez y Landell (1995).

$TCH = D^2 \times h \times \# \text{ tallos} \times (0,007854) / \text{distancia entre surcos}.$

TCH= toneladas de caña por hectáreas.

D^2 = diámetro del tallo al cuadrado.

h= altura de los tallos

Donde 0.007854 es factor constante.

Para el cumplimiento del objetivo 3.

Se utilizó la ficha de costo vigente en el sistema empresarial, evaluando económicamente las dos tecnologías en estudio mediante las siguientes expresiones matemáticas:

$$RTBA = (RBA * Pc) - CBA$$

$$RTST = (RT * Pc) - CST$$

$$RCT = RTBA - RTST$$

Leyenda.

RTBA: Resultado económico Tecnología Base Ancha

RTST: Resultado económico Tecnología Tradicional.

RCT: Resultado Comparativo de las tecnologías en estudio

RBA: Rendimiento Base Ancha (tha^{-1})

Pc: Precio de la caña (MN)

RT: Rendimiento Sistema Tradicional (t ha^{-1})

Pc: Precio de la caña (MN)

CST: Costo Sistema Tradicional.

CBA: Costo de Base Ancha.

Métodos Matemáticos Estadísticos para el procesamiento de la información.

Para el procesamiento de los datos se utilizó de paquete estadístico InfoStat (2009).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterización de la UBPC Yumurí y su sistema de producción de caña.

La unidad se encuentra ubicada en el centro sur de la empresa (UEB) Ciudad Caracas y la autopista nacional la divide, limita al norte con la UBPC Ajuria, al sur con la UBPC San Alejo, al este con la UBPC Maribona y al oeste limita con la UBPC Manacas.

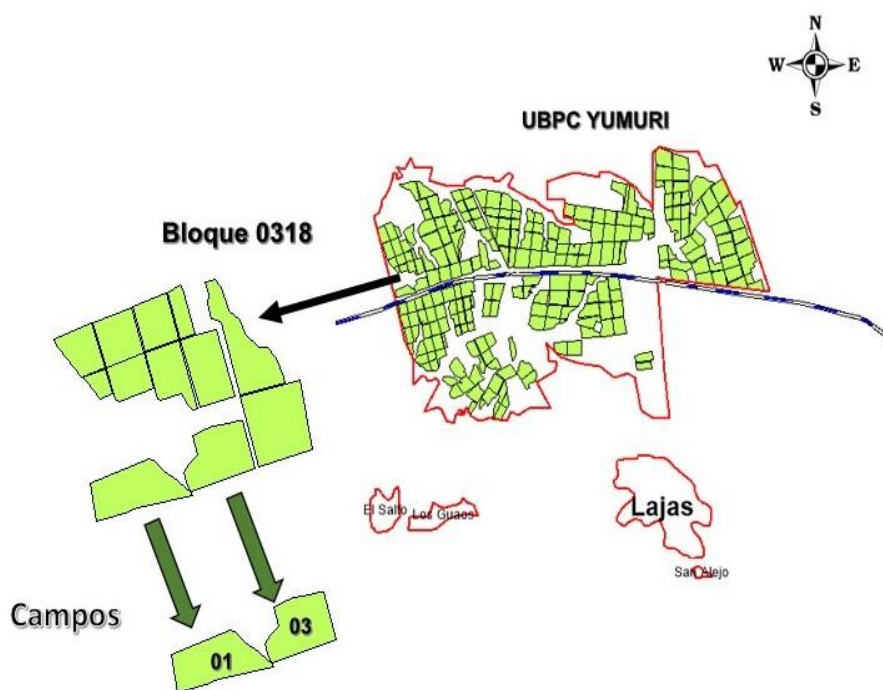


Figura 11. Límites geográficos de la UBPC Yumurí.

3.1.1. Composición edáfica.

La UBPC cuenta con un suelo de alto potencial productivo de $75,0 \text{ t ha}^{-1}$, ligeramente ondulado y de buen drenaje. Los suelos que la caracterizan son los sialitizados cálcicos, que ocupan un 84 %, seguido por los sialitizados no cálcicos y vertisuelos con el 11 % y 5 % respectivamente. (Figura 12).

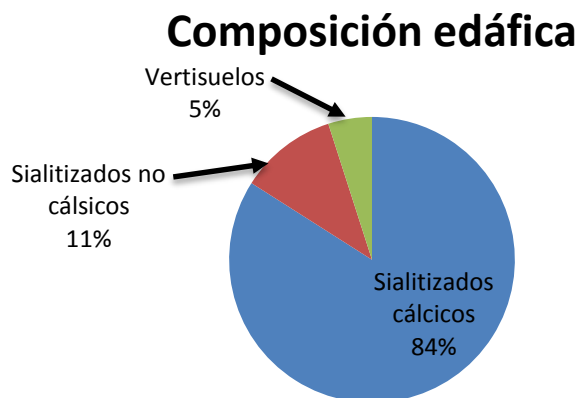


Figura 12. Composición edáfica (%).

3.1.2. Composición varietal por ha. Proyección hasta el 2024.

La UBPC cuenta con 10 variedades distribuidas en los diferentes tipos de suelos, donde las de mayor representatividad por los porcentajes que ocupan son C 90-469, C 96-156 y B 80-250 siendo la variedad utilizada en la evaluación de la tecnología de Base Ancha y Tradicional. El resto de las variedades solo ocupan el 29,97% del área. (Figura 13).

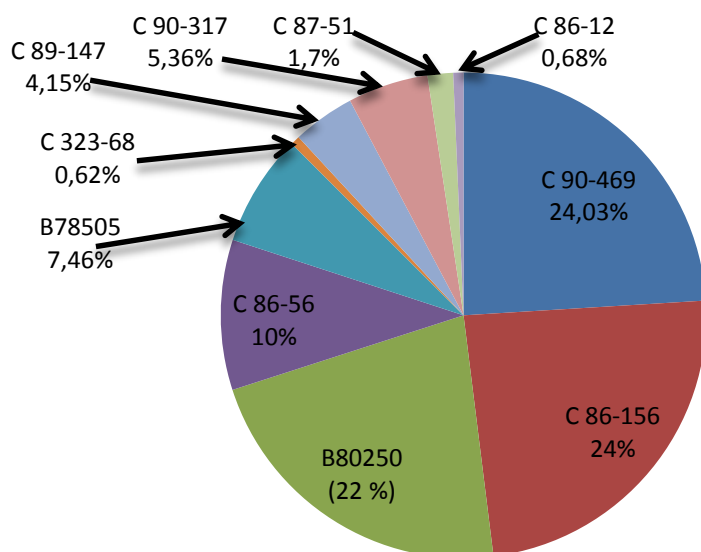


Figura 13. Composición de las variedades en porciento.

También en la composición varietal se cuenta con variedades de ciclo corto y medianamente azucareras las que decrecerán en la proyección al 2024. Entre las variedades que se decrecen están C323-68 y C87-51., mostrando un crecimiento progresivo en variedades adecuadas a ciclos largos de cosecha, diferentes épocas de plantación, resistentes a las principales enfermedades y con buen contenido azucarero. En la Tabla 5 se puede detallar el crecimiento de variedades azucareras en la composición varietal de la UBPC Yumurí al cierre del año 2024(Tabla 3).

Tabla 3. Proyección varietal hasta el 2024 (% con respecto al area total).

Variedades	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
C 90-469	13,25	24,03	16,99	18,25	20,15	18,25	16,99
C 86-156	47,66	24,00	22,57	24,2	25,64	25	23,61
B 80-250	12,42	22,00	8,74	10	14,26	12,23	8,42
C 86-56	4,52	10,00	0,82	1,62	2,15	2,28	1,2
B 78-505	14,61	7,46	16	18,25	17,26	14,1	16
C 323-68	0,62	0,62	6,98				
C 89-147		4,15					
C 90-317	5,44	5,36	6,24	3,42	4,56	8,12	13,22
C 87-51		1,70					
C 86-12	1,48	0,68	21,66	24,26	15,98	20,02	21,76

3.1.3. Rendimiento agrícola de los últimos 5 años:

En la Figura14 observamos los rendimientos agrícolas de los últimos 5 años donde hay una tendencia a la caída de los mismos, motivado por el envejecimiento de las cepas y el comportamiento de la variable precipitación que en los últimos años producto del cambio climático se están comportando por debajo de la media histórica para esta región.

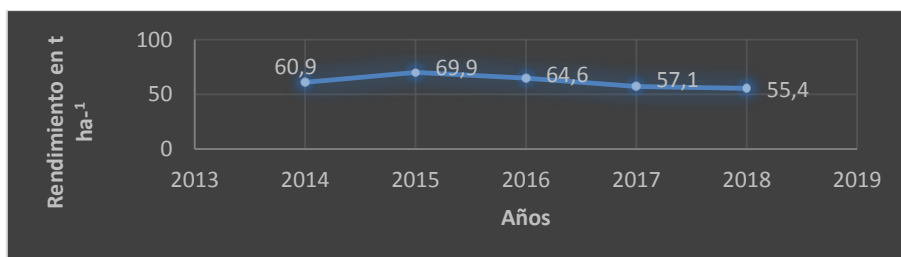


Figura 14. Rendimientos agrícolas (tha⁻¹) de los últimos 5 años.

3.1.4. Situación financiera.

La unidad tiene solvencia económica como se aprecia en la tabla 4, pues cuenta con un financiamiento disponible de 1 006 058,83 pesos. Las cuentas por cobrar y pagar, están dentro de los parámetros de tiempo permisibles.

Tabla 4. Situación financiera de la UBPC Yumuri.

Cuenta operaciones	\$ 1 165 765,30
Cuentas por cobrar	\$ 62 006,25
Cuentas por pagar	\$ 221 712,72
Financiamiento disponible	\$ 1 006 058,83

3.1.5. Recursos humanos.

Cuenta con 6 ingenieros agrónomos que ocupan las plazas de técnico de herbicidas, jefe de estimados y jefe de producción. También se cuenta con 3 técnicos medios en contabilidad, uno es el jefe económico y dos en el departamento. En el área agrícola los 3 jefes de lotes y el jefe de maquinarias son técnicos.

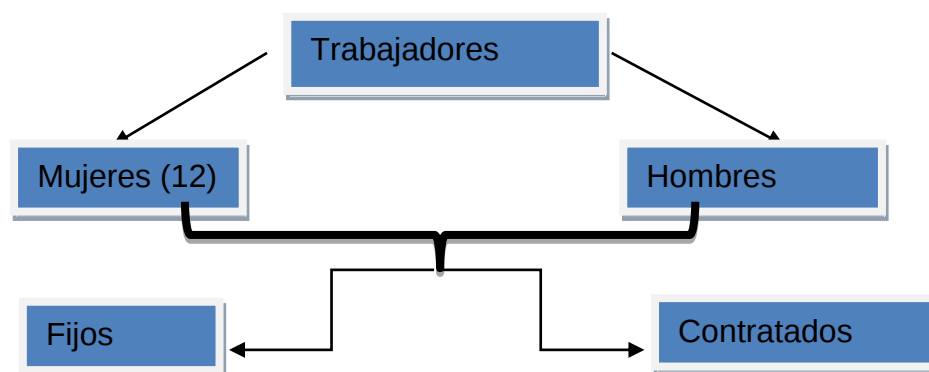


Figura 15. Organigrama de la UBPC por género y tipo de contrato

El organigrama muestra la estructura organizativa de la UBPC por área y nivel de subordinación hasta llegar a los lotes que con sus trabajadores constituyen la base productiva.

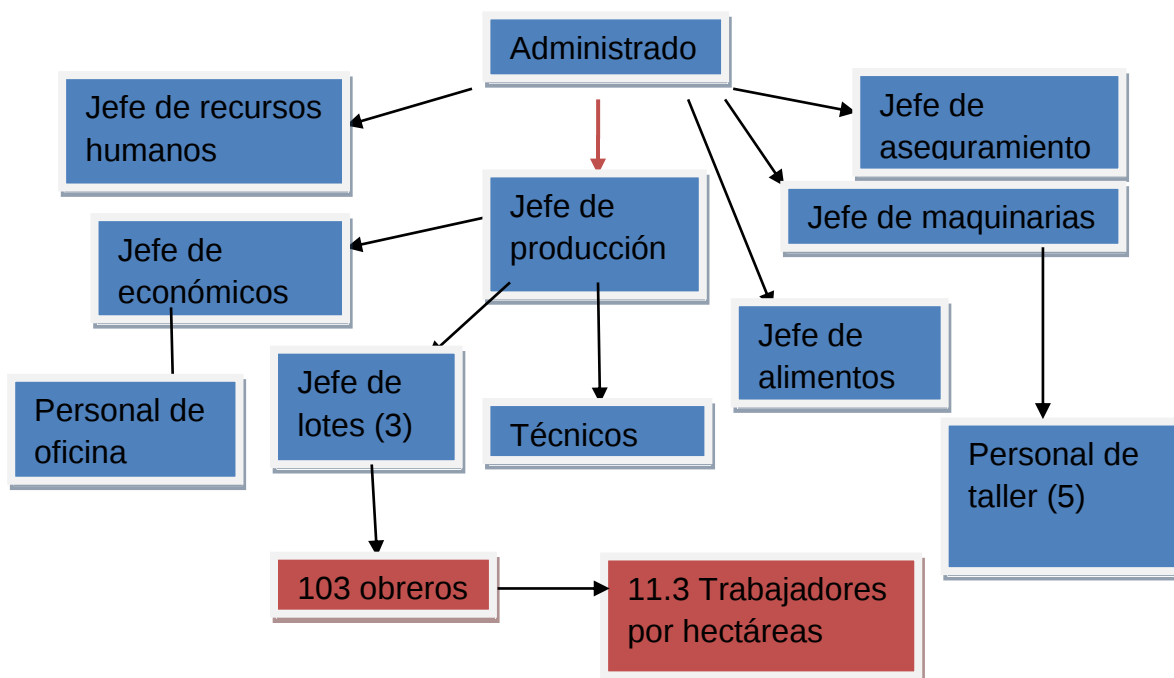


Figura 16. Estructura organizativa de la UBPC.

Salario promedio:

La UBPC trabaja con un anticipo diario de 22,00 pesos. En el pasado año los ingresos medios por trabajador fueron de 26 228,01 pesos y la estimulación en divisa tuvo un monto total de 15 709,56 CUC con una tasa promedio de 0,33 \$ por cada peso de anticipo devengado.

3.2 Resultados de las evaluaciones de las variables altura del tallo, número de tallos, grosor del tallo y rendimiento agrícola, de las tecnologías de plantación Base Ancha y Tradicional.

3.2.1. Diámetro de los tallos.

Como se puede apreciar en la Figura 17 no existen diferencias estadísticas significativas al evaluar el diámetro de los tallos en la tecnología de Base Ancha, con sistema de plantación Tradicional, estos resultados coinciden con los

obtenidos por INICA (2019) en la provincia de Artemisa, también resultados similares reportaron Santoset al; (2011) al evaluar la tecnología de siembra base ancha con la tradicional en la provincia de Camagüey. También (Jorge, Jorge y Arencibia, 2004) plantearon que esta es una cualidad intrínseca de cada cultivar, determinada por sus características botánicas.

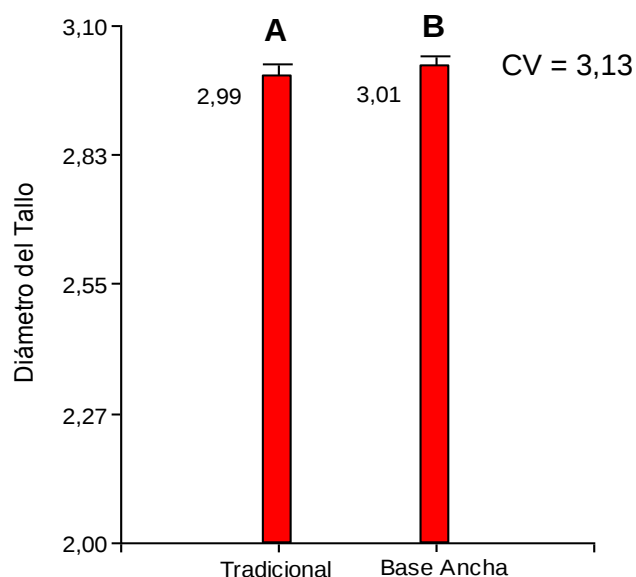


Figura 17. Comparación del diámetro del tallo en las tecnologías Base Ancha y Tradicional.

Letras diferentes en una misma columna difieren significativamente a $P < 0,05$ (Newman-Keuls)

3.2.2. Altura de tallo.

La Figura 18 diferencias significativa al evaluar la altura de los tallos, entre las tecnologías en estudio. Las evaluaciones realizadas muestran que la longitud de los tallos es significativamente superior en el método de plantación en surcos de Base Ancha. Este resultado se justifica por la competencia, principalmente por la luz, que se establece entre los tallos desde temprana edad de la plantación, al ser mayor la densidad por unidad de área. Resultados similares reportan Santoset al; (2011) al evaluar la tecnología de siembra Base Ancha con la Tradicional en la provincia de Camagüey.

Estudios más reciente realizados por Becerra *et al*; (2017) no encontraron diferencias estadísticas significativa, en estudios realizados en las UBPC Tato Madruga y Jaime H. Vilella ambas de la provincia de Villa clara.

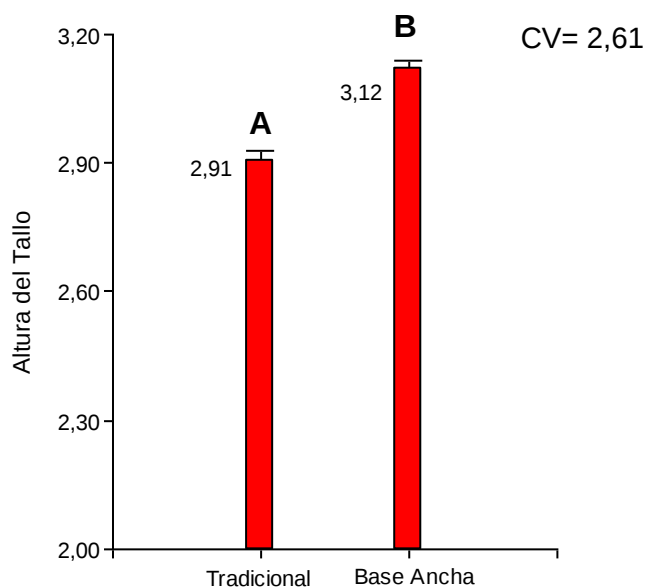


Figura 18. Comparación de la altura del tallo en las tecnologías Base Ancha y Tradicional.

Letras diferentes en una misma columna difieren significativamente a $P < 0,05$ (Newman-Keuls)

3.2.3. Número de tallos.

El número de tallos por unidad de área es el principal componente del rendimiento agrícola de la caña de azúcar. En el estudio realizado se observaron diferencias significativas entre el número de tallo en la tecnología de Base Ancha cuando la comparamos con el sistema Tradicional de plantación. (Figura19).

Clásicos de la literatura cañera mundial como Reynoso (1862), Dillewijn (1952) y Humbert (1965) señalaron el marcado efecto que ejerce el número de tallos en los campos de caña en el rendimiento agrícola y el control de las plantas indeseables. Igualmente, García y Toledo (1987) señalan que la densidad de población, es

decir, el número de tallos por unidad de área es probablemente uno de los factores que más deciden en el incremento del rendimiento agrícola.

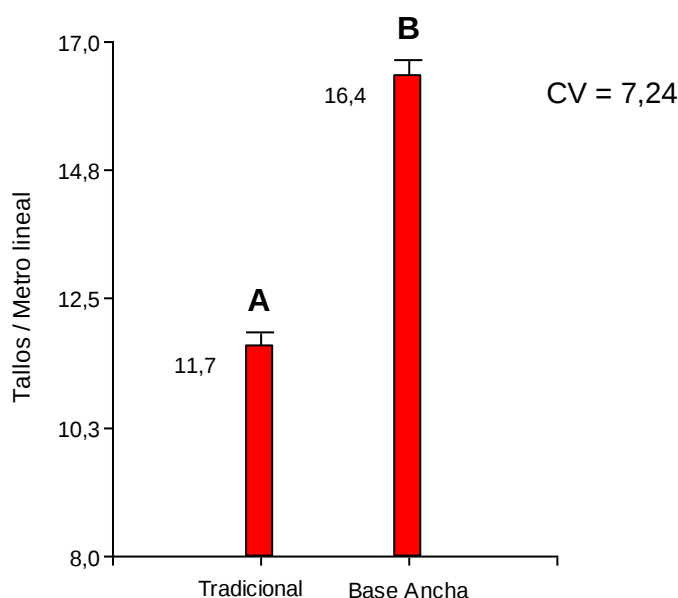


Figura 19. Comparación del número de tallos por metro lineal en las tecnologías Base Ancha y Tradicional.

Letras diferentes en una misma columna difieren significativamente a $P < 0,05$ (Newman-Keuls)

Resultados similares fueron reportados por Becerra *et al*; (2017) no encontraron diferencias estadísticas significativa, en estudios realizados en las UBPC Tato Madruga y Jaime H. Vilella ambas de la provincia de Villa clara.

3.2.4. Rendimiento agrícola.

La variable rendimiento agrícola ($t\ ha^{-1}$) mostro diferencias significativas en la tecnología de Base Ancha cuando la comparamos con el sistema Tradicional de siembra. (Figura 20).

Precisamente, el incremento del número de tallos por unidad de área que se obtiene con esta nueva tecnología es lo más importante por su marcado efecto en el rendimiento agrícola. Muchos autores coinciden en plantear la importancia de aumentar la densidad de población para obtener mayores rendimientos en el cultivo de la caña de azúcar.

Un campo de caña bien desarrollado en áreas mecanizables debe tener como cantidad optima entre 85 000 y 90 000 tallos por hectárea y actualmente nuestros cañaverales con la distancia de 1,60 m entre surcos promedian solamente 75 000 tallos(Gómez, Rossi, Plantero, Prieto, y Fumero, 2016).

En parcelas experimentales de la UBPC Rigoberto Corcho. Provincia de Artemisa se alcanzaron rendimientos de 91,02 t ha⁻¹ para Base Ancha y 62,14 sistema Tradicional de plantación (INICA, 2019).

También resultados similares reportaron Santos *et al*; (2011) al evaluar la tecnología de siembra base ancha con la tradicional en la provincia de Camagüey al reportar rendimientos de 96 t ha⁻¹y 78 t ha⁻¹respectivamente.

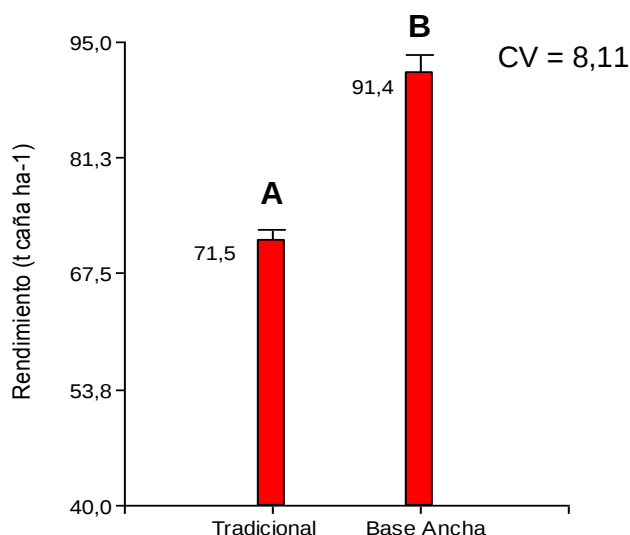


Figura 20. Comparación del variable rendimiento agrícola (tha⁻¹) en las tecnologías Base Ancha y Tradicional.

Letras diferentes en una misma columna difieren significativamente a $P < 0,05$ (Newman-Keuls)

3.3. Valoración económica de la tecnología Base Ancha.

$$\begin{aligned} RTBA &= (RBA * Pc - CBA) \\ &= (91,41 * 180,22) - 4918,61 \\ &= \mathbf{11555,30 \$} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} RTST &= (RT * Pc - CST) \\ &= (71,51 * 180,22) - 4662,65 \\ &= \mathbf{8224,88 \$} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} RCT &= RTBA - RTST \\ &= 11555,30 - 8224,88 \\ &= \mathbf{3330.42 \$} \end{aligned}$$

La tecnología de plantación Base Ancha ofrece mayores resultados económicos al compararla con el sistema Tradicional, al aportar 3330.42 \$ más por cada hectárea plantada.

Leyenda.

RTBA: Resultado económico Tecnología Base Ancha
RTST: Resultado económico Tecnología Tradicional.
RCT: Resultado Comparativo de las tecnologías en estudio
RBA: Rendimiento Base Ancha (t ha⁻¹)
Pc: Precio de la caña (MN)
RT: Rendimiento Sistema Tradicional (t ha⁻¹)
Pc: Precio de la caña (MN)
CST: Costo Sistema Tradicional.

CONCLUSIONES

1. La Unidad Básica de Producción Cooperativa cuenta con una sólida infraestructura para enfrentar con éxito el proceso de producción de caña con resultados favorable en lo productivos, económicos, y en la gestión favorable de los recursos humanos.
2. Las variables diámetro del tallo, numero de tallos, y rendimiento agrícola mostraron diferencias estadísticas significativas, no así la variable altura del tallo cuando comparamos la tecnología de plantación Base Ancha y Tradicional.
3. Por cada hectárea sembrada con la tecnología Base Ancha se obtiene 3330.42 \$ más de ganancia al compararla con el sistema Tradicional.

RECOMENDACIONES.

Utilizar la tecnología de plantación Base Ancha siempre que las condiciones del suelo, clima, disponibilidad de implementos y maquinaria lo permitan.

BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, N. (2010). Ficha técnica del cultivo de la caña de azúcar. La Habana, Cuba.
- Almazán, O. (2010). El azúcar en la raíz de la nacionalidad cubana. *AZÚCAR: Memoria Y Cultura*, 3, 42.
- Álvarez Cruz, J. (2014). Competir en el mercado implica reducir costos en la caña. Cienfuegos, Cuba.
- Álvarez, F. (2017). *Composición química y fenológica de 8 variedades de caña de azúcar (Saccharum spp) para su recomendación en la alimentación animal* (Tesis de Grado), Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez. Cienfuegos, Cuba.
- Bernal. (2016). *Producción de metabolitos secundarios durante la propagación de la caña de azúcar en Biorreactores de Inmersión Temporal*. (Tesis Doctoral) . La Habana, Cuba.
- Bolaños. (2015). Características del surco de base ancha y su implementación en siembras comerciales de caña de azúcar. In *VI Congreso Tecnológico del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)*. La Habana, Cuba.
- Bouzo, L., Villegas, R., Arcia, J., Pérez, & Zuaznabar. (2012). Elementos metodológicos para el desarrollo del proyecto de estimación de los rendimientos mínimos potenciales para caña de azúcar en la República de Cuba. La Habana, Cuba.

- Bull. (2003). Informe sobre las siembras de distancias estrechas o de alta densidad. *Estaciones Experimentales de La Caña de Azúcar (BSES)*. La Habana, Cuba.
- Burquiz. (2013). Cane and Sugar Production. Ottawa, Canada.
- Callejas, A. (2011). Evaluación de la respuesta de cuatro variedades a aplicación de madurante sobre la respuesta al rendimiento de azúcar en el cultivo de caña de azúcar. La Habana, Cuba.
- Campos, A., & Ambriz, R. (2006). Tipos de surcado de caña de azúcar en el Estado de Morelos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. La Habana, Cuba.
- Castro, N. (2015). *Clasificación de los suelos de Cuba*. La Habana, Cuba.
- Chowing. (2005). High-Density Planning. Annual Repor, Mauritius Sugar Industry Research Institute. Ottawa, Canada.
- Chowing. (2005). High-Density Planning. Annual Repor, Mauritius Sugar Industry Research Institute. Ottawa, Canada.
- Comparni. (2006). *Evaluación de variedades de Caña de Azúcar (Sacharum spp) en el Ingenio La Unión, Santa Lucia Cotzumalguapa*. Universidad de San Carlos, Guatemala.
- Crespo, G. (2012). Recuperación de la fertilidad del suelo en áreas ganaderas degradadas. *Revista cubana de ciencia agrícola*, 355.
- Cuéllar. (2003). Caña de Azúcar, Paradigma de Sostenibilidad. La Habana, Cuba.
- Dávila, D. A. (2014). *Evaluación de dos sistemas de siembra en caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) para la obtención de semilla en la provincia del Cañar—cantón La Troncal*. UNIVERSIDAD DE CUENCA. Colombia.

- Díaz, J., & Labrada, R. (2003). Manejo Integrado de Malezas. Curso de Control Integrado de Malezas de Caña de Azúcar. La Habana, Cuba.
- Organización Mundial de Alimentos (FAO). (2009). Guía para la descripción de suelos. *Jefe del Servicio de Publicaciones*, 99. La Habana, Cuba.
- Organización Mundial de Alimentos (FAO). (2015). Revista sobre Agricultura orgánica promueve experiencias para la conservación de suelos. Retrieved from <http://www.fao.org/cuba/noticias/detailevents>
- Organización Mundial de Alimentos (FAO) (2010). Producción Sostenible de Caña de Azúcar en México en Boletín Informativo. México.
- García, & Toledo. (1987). Influencia de la distancia entre surcos y la densidad de plantación sobre la población y los rendimientos de tres variedades de caña de azúcar. *Ciencia Y Técnica de La Agricultura Cañera*, 4, 5–20.
- Gómez, H. (2008). *Surco de base ancha y rotación de cultivos en caña de azúcar*. (Tesis de Maestría) Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- Gómez, Rossi, I., Plantero, B., Prieto, J., & Fumero, M. (2016). Un marco de plantación que permite elevar el rendimiento agrícola del cultivo de la caña de azúcar. Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Camagüey, Cuba.
- González, R. Á. (2015). Caracterización cualitativa de las variedades de Caña de azúcar. *Manual de Procedimientos Para La Implementación Del SERVAS*. La Habana, Cuba.
- Grupo Empresarial AzCuba. (2014). Protocolo lotes de control para la evaluación de la Inversión de la plantación en surco Base Ancha. Dirección de Producción y Servicios. La Habana, Cuba.

- Guillén. (2017). *Conferencia presentada en el consejo de dirección del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar*. Documentos en archivos del INICA. La Habana, Cuba.
- Gutiérrez, A., Díaz, F., Vidal, L., Rodríguez, I., Pineda, E., Betancourt, Y., & Gómez, J. (2013). *Manual de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de la caña de azúcar en los suelos arcillosos pesados con regadío superficial*. La Habana, Cuba.
- Hernández. (2018). *Evaluación de la cepa primer retoño como semilla registrada en caña de azúcar (Saccharum spp) en la Empresa Azucarera Cienfuegos*. Universidad de Cienfuegos, Cuba.
- Instituto Nacional de Imbestigaciones de la caña de azucar (INICA). (2006). *Instructivo técnico para la producción y cultivo de la caña de azúcar*. La Habana, Cuba.
- Instituto Nacional de Imbestigaciones de la caña de azucar (INICA), (Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar). (2007). *Instructivo técnico para la producción y cultivo de la caña de azúcar*. La Habana, Cuba.
- Instituto Nacional de Imbestigaciones de la caña de azucar (INICA), (Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar). (2015). *Instructivo tecnológico para la plantación de la caña de azúcar en surcos de base ancha*. La Habana. Cuba.
- Instituto Nacional de Imbestigaciones de la caña de azucar (INICA), (Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar). (2018). *Manual (SERFE), Servicio de Fertilizantes y Enmiendas*. La Habana. Cuba.

- Jorge, O., Suárez, H., García, A., & Vera. (2008). Diversificación de las variedades de caña en la alimentación y sostenibilidad del ganado vacuno. *Revista ATAC*, (2) 14–21.
- Leitón, Pineda, Ponce, & Ramírez. (2008). Estudio de investigación a escala de laboratorio para la purificación y estabilización del jugo de caña. Bogotá, Colombia.
- Lofton, J., Tubana, B., Kanke, Y., Teboh, J., Viator, H., & Dalen, M. (2012). Estimating sugarcane yield potential using an in-season determination of normalized difference vegetative index. Ottawa, Canada.
- Martínez, J. (2015). Evaluación Agrotécnica de la Combinada Cosechadora de Caña de Azúcar CASE IH 8800 y del Semirremolque Autobasculante de Fabricación Cubana en Suelos Arcillosos Pesados con Superficies Acanterada. La Habana, Cuba.
- Mesa, J. M., Gonzáles, & Rodríguez, M. (2016). XXIII Reunión Nacional de Variedades, Semillas y Sanidad Vegetal. La Habana, Cuba.
- Mesa Rodríguez, F. J. (2019). XXVI Reunión Nacional de Variedades, Semillas y Sanidad Vegetal. La Habana, Cuba.
- Oliva, L., Rubén, & Fernández. (2014). Fomento y reposición, de la Caña de Azúcar en Cuba. La Habana, Cuba.
- Polanco, F. (2017). MAQUINARIA Y MECANIZACIÓN AGRÍCOLA. Bogotá, Colombia.
- Rodríguez, I., Pérez, H., & Cruz, O. (2010). Prácticas agrícolas establecidas para evitar la degradación de los suelos en la UBPC Tuinucu. *Revista Cuba & Caña*, 51–56.

- Rodríguez, L., & Valencia, J. (2012). Impacto del tráfico de equipos durante la cosecha de caña de azúcar (*Saccharumofficinarum*). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* ,3 (2) pp.3-6.
- Romero, R., & Scandaliaris, P. (2012). Página Web de NETAFIM. *Página Web de NETAFIM*. Retrieved from <http://www.sugarcane crops.com>
- Santana, González, Crespo, & Guillén. (2014). Instructivo técnico para el manejo de la caña de azúcar. La Habana, Cuba.
- Scandaliaris. (2008). Plantación de caña de azúcar en surcos de base ancha. California, Estados Unidos.
- Súares, R. (2005). Caña de azúcar y sostenibilidad: enfoques y experiencias cubanas. La Habana, Cuba.

ANEXOS.

Anexo1. Ficha de costo para cada una de las tecnologías en estudio, evaluando económicamente el costo y el valor de la producción de una hectárea.

Actividad	Tradicional	Base Ancha
Rotura	217,86	217,86
1^{ra} grada	98.46	98.46
Cruce	177.85	177.85
2^{da} grada	83,37	83,37
Surque	59.85	59.85
Siembra	820.00	820.00
(sembradora)		
Semilla Costo	1980.00	2376.00
Atenciones culturales	1225.26	1085.22
Total de gastos	4662.65	4918,61