

**UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN**  
**OSCAR LUCERO MOYA**  
**Facultad de Ciencias Agrícolas**  
**FUM Cacocum**



*Trabajo de Diploma*

En opción al título de ingeniero en procesos agroindustrial.

**Título:** Evaluación del comportamiento agroproductivo de la *Saccharum spp* (caña de azúcar) en condiciones edafoclimática de la UBPC “Arroyo Blanco”, municipio Cacocum.

**Autor:** Alexander Cruz Ortiz.

**Tutor:** Ing. Idelner Ricardo Hijuelos.

**Año, 2013**



*“No sólo hay que preocuparse de producir más, sino de cómo se produce, para qué se produce, para quién se produce y qué perseguimos con esa producción.”*

*Che*

## **Resumen:**

La investigación se desarrolló durante el período de Mayo del año 2011 hasta junio del 2012 en el área de la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) “Arroyo Blanco, perteneciente a la unidad empresarial de base de atención a productores agropecuarios Cristino Naranjo del Municipio Cacocum, sobre un suelo vertisoles. Donde se evaluó el comportamiento agrícola e industrial de cuatro variedades de *Saccharum spp. Híbrido (caña de azúcar)* (C 89-161, C 323-68, C 1051-73, C 86-503) en un suelos vertisoles de la UBPC “Arroyo Blanco” del municipio Cacocum que posibilite mejorar los rendimientos agrícolas de la unidad. Se realizaron cuatro parcelas con 5 carreras de 7,5 m largo sembrado a 1,60 m, se determinó al comenzar la cosecha. El diseño utilizado fue el de completamente al azar con 4 tratamiento y 4 repeticiones. Los indicadores morfofisiológicos determinados son: la longitud del tallo, diámetro, longitud de los entrenudos, número de hojas activas, número de tallos por metro lineales y el rendimiento agrícola. El análisis industrial que se determinó fue el por ciento de pol, brix pureza, toneladas de pol por hectáreas y el rendimiento industrial. La variedad que mejor rendimiento agrícola alcanzó en el suelo vertisoles fue la C 86-503 y C 89-16, con resultados económico favorables para la producción cañera de unidad.

**Palabras claves:** Caña, suelo, rendimiento, variedades

#### Summary:

The investigation was developed during the period of May of the year 2011 until June of the 2012 in the area of the Basic Unit of Cooperative Production (UBPC) "Stream Blanco, belonging to the managerial unit of base of attention to agricultural producers Cristino Naranjo tree of the Municipality Cacocum, on a floor vertisoles. Where the agricultural and industrial behavior of four varieties of *Saccharum* spp was evaluated. Hybrid (cane of sugar) (C 89-161, C 323-68, C 1051-73, C 86-503) in a floors vertisoles of the UBPC "Arroyo Blanco" of the municipality Cacocum that facilitates to improve the agricultural yields of the unit. They were carried out four parcels with 5 careers from 7,5 m long field to 1,60 m, it was determined when beginning the crop. The used design was the one of totally at random with 4 treatment and 4 repetitions. The indicative certain physiologic is: the longitude of the shaft, diameter, longitude of the knots, number of active leaves, number of shafts for lineal meter and the agricultural yield. The industrial analysis that was determined was the pol percent, brix purity, tons of pol for hectares and the industrial yield. The variety that better agricultural yield reached in the floor vertisoles was the C 86-503 and C 89-16, with good economic results for the production unit cane.

Key words: Cane, floor, yield, varieties

## INDICE

		Pág.
	<b>Introducción.....</b>	1
	<b>Revisión bibliográfica .....</b>	5
1.1	Reseña histórica del cultivo de la caña de azúcar.....	5
1.2	Generalidades del cultivo de la caña de azúcar.....	6
1.3	Características botánicas de la caña de azúcar.....	7
1.4	Evaluación edafoclimáticas del área cañera.....	8
1.5	Características generales del cultivo de la caña.....	9
1.6	Manejo y explotación de variedades de caña de azúcar.....	9
1.7	Factores que determinan un manejo y explotación adecuado de las variedades.....	14
1.8	Principales enfermedades que afectan al cultivo.....	18
1.9	Influencia de los diferentes minerales en el cultivo de la caña.....	19
1.10	Labores agrícolas de la caña de azúcar.....	19
1.11	Características de las variedades comerciales de caña de azúcar.....	23
	<b>Materiales y métodos .....</b>	27
2.1	Descripción de la entidad productiva.....	27
2.2	Diseño experimental.....	30
2.3	Metodología empleada según el Departamento de Genética del INICA...	31
	<b>Resultado y discusión.....</b>	33
	<b>Conclusiones.....</b>	37
	<b>Recomendaciones.....</b>	38
	<b>BibliografíaÓ .....</b>	39

## **INTRODUCCIÓN:**

La caña de azúcar es una planta que se cultiva en muchos países y en condiciones edafoclimáticas muy contrastantes Astudillo, (1994) de ahí que muy variados sean también los métodos agrotécnicos que se usen en su cultivo. Las tecnologías empleadas desde la preparación del suelo y la plantación hasta la cosecha difieren de un país a otro, sin embargo, hay conceptos y principios que, sin ser rígidos, se cumplen para la mayoría de los lugares donde se cultiva esta planta Milanés, (1997) por ello se requiere ser muy observador de nuestras particularidades y aplicar los procedimientos y tecnologías que mejor se correspondan con ellas.

La producción mundial de azúcar se ha incrementado en los últimos años alcanzando un valor record de 135.6 millones de toneladas en la etapa de 1999/00, de este valor 98.5 millones correspondieron al azúcar de caña. En la campaña 2000/01 la producción fue de 129.65 millones de toneladas con un consumo de 128.78 millones, lo cual produjo un excedente de 0.87 millones de toneladas que se adicionan a la de los años restantes (USDA, 2001). Esta situación, unida al incremento en la producción de los edulcorantes y la crisis financiera en los países asiáticos, los cuáles se encuentran entre los primeros importadores, mantienen los precios del azúcar a un nivel muy bajo.

Desde el triunfo de la revolución cubana muchos han sido los esfuerzos por lograr que la producción azucarera mantenga la posición del renglón más importante de las exportaciones del país; el azúcar es un producto importante en el comercio mundial, es un elemento esencial, y todos los países están vitalmente interesados en disponer de un suministro interrumpido de la misma.

Nuestro Comandante en Jefe planteó en el Informe del V Congreso del PCC: Hay que aumentar la siembra, hay que corregir los delitos y vicios que hay todavía en la agricultura cañera, pero sencillamente, tenemos que comprometernos a la tarea de levantar la producción cañera a los niveles que el país necesita

No existen dudas acerca de que el aumento y (o) disminución de los rendimientos en las áreas cañeras se encuentra estrechamente relacionado con el éxito o el fracaso de las variedades predominante. Matsuo, (1991).

Por la gran importancia que reviste la caña de azúcar para nuestro país, es la necesidad de intensificar las producciones, por lo que se han hecho grandes esfuerzos para desarrollar las investigaciones científicas que permitan lograr mayores rendimientos tanto agrícolas como industriales con menos costo y mayor eficiencia, partiendo desde trabajos encaminados desde la obtención de nuevas variedades resistentes a plagas y enfermedades, sequía, etc. Como las diferentes labores agrotécnicas y culturales que se la realizan al cultivo. MINAZ, (1996).

Do y China, (1991), señalaron la necesidad urgente del empleo de nuevas variedades con mayor potencial agroproductivo y azucarero, así como un alto grado de adaptabilidad a las condiciones del medio. Según los propios autores esto puede lograrse mediante la introducción de variedades extranjeras, o ejecutando un programa de mejoramiento genético para aumentarle la variabilidad. Ha sido una constante preocupación y ocupación para los fitomejoradores la obtención de variedades dotadas de mecanismos que le permitan ofrecer producciones ventajosas en agroecosistemas que sistemáticamente puedan presentar afectaciones por sequía.

Si bien es cierto que con el proceso de reordenamiento de la industria azucarera cubana a muchas de las áreas de mayores probabilidades de presentar este tipo de estrés se le destinó otro tipo de uso, aún no podrá prescindirse de la totalidad de ellas e incluso en una buena parte de las que propone mantener el cultivo, se cumple la sentencia de que muchos problemas agrícolas se deben a la existencia de tierras “buenas” en zonas de condiciones climáticas no muy favorables.

El Programa de Mejora para la obtención de variedades comerciales que venía desarrollando el Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) no estaba concebido para dar respuesta a la problemática anteriormente formada, puesto que de los cinco sitios previstos para llevar a cabo el proceso completo de estudio y selección, sólo dos poseían características edafoclimáticas que asemejan las condiciones de estrés

ambiental por sequía, así como los programas de cruzamientos no contemplaban ese objeto de mejora (Jorge y Jorge, 2003).

Estas razones motivaron el desarrollo de proyectos de investigación con vistas a establecer las bases para la concepción de un programa de fitomejoramiento para la obtención de variedades tolerantes al estrés por sequía (Cruz, 2000).

Los adelantos científicos técnicos en la agricultura cañera traen aparejado cambios en la composición y balance de la estructura de variedades para lograr mayores rendimientos agrícolas, como es ampliamente conocido las variedades de los diferentes cultivos se adaptan a las condiciones edafoclimáticas específicas donde se desarrollan. La caña de azúcar no escapa a este principio agronómico. Al respecto González, (1994), señala que la obtención e introducción de nuevas variedades de caña de azúcar en la agricultura cañera cubana es un hecho que descansa sobre la existencia probada del fenómeno de interacción genotipo-ambiente que describe el comportamiento diferenciado de los genotipos bajo diferentes condiciones de clima, suelo y manejo-cosecha.

Las anteriores consideraciones evidencian la importancia de elevar la cultura en relación con los estudios del potencial productivo en la unidad, lo que en el caso concreto de las unidades de producción cañera que requieren de la abundante utilización de la agroproductividad del cultivo de la caña, por lo anterior expresado se considera el siguiente **problema científico**: ¿Cuál será el comportamiento agroproductivo del cultivo de la *Saccharum spp* (caña de azúcar) en suelos vertisoles bajo las condiciones edafoclimática de la UBPC “Arroyo Blanco” del municipio Cacocum?

Para dar respuesta al problema científico se plantea el siguiente **objetivo general**: Evaluar el comportamiento agrícola e industrial de cuatro variedades de caña de azúcar (C 89-161, C 323-68, C 1051-73, C 86-503) en un suelos vertisoles de la UBPC “Arroyo Blanco” del municipio Cacocum que posibilite mejorar los rendimientos agrícolas de la unidad.

**Objetivo Específicos:**

1. Evaluar las diferentes variedades de *Saccharum spp* (caña de azúcar) en suelos vertisoles de la UBPC “Arroyo Blanco”.
2. Recomendar la variedad adecuada a estos suelos.



Los elementos analizados anteriormente nos permitieron formular la siguiente **hipótesis**: Sí se evalúan el comportamiento las diferentes variedades de *Saccharum spp* (caña de azúcar) en suelos vertisoles bajo las condiciones edafoclimática de la unidad entonces se podrá mejorar el rendimiento agrícola en la UBPC "Arroyo Blanco"

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1 Reseña histórica del cultivo de la caña de azúcar.

El origen de la caña de azúcar se observó por primera vez en Asia, ya que varios informes así lo indican, aunque se trata de versiones recogidas de la tradición oral, sin una total base científica. El proceso de migración de la caña de azúcar a través de Asia, la Melanesia en el Oriente Medio y el Norte de África estuvo acompañado de un fuerte proceso de hibridación, selección natural y poliploidización, continuando con la introducción genética que dio origen a varias especies (Cuéllar et al, 2002; Reyes et al, 2004)

Estudios realizados por investigadores sobre la caña de azúcar, discuten y concuerdan que *Saccharum spontaneum*, *sinense* y *barben* se desarrollaron en el área de Birmania, China, e India en el Asia Meridional. Las formas relativamente jugosas de las dos últimas especies fueron utilizadas en los comienzos de este cultivo en la India y China. Cuando dichas especies se extendieron a otras regiones sufrieron de alguna forma diversos cruzamientos con otras gramíneas apareciendo, las especies *robustum* y *officinarum* en las islas del sureste de Indonesia y en el área de Nueva Guinea, respectivamente. La caña se extendió de forma muy lenta hasta el sur de España, la ruta hacia el oeste continuó y llegó a Madeira en 1420 y a las Islas Canarias, desde donde Cristóbal Colón la llevó al nuevo mundo en 1493. El cultivo se extendió de Santo Domingo a varios países como México, Brasil, Perú y a las islas de las Indias Occidentales o Antillas, llegando hasta Hawai en el año 1700 (Flores, 2007).

## **1.2 Generalidades del cultivo de la caña de azúcar, su importancia económica y social.**

La caña de azúcar constituye una de las fuentes principales de alimentación para el hombre, además de utilizarse ampliamente los productos derivados a partir de diferentes procesos industriales de este cultivo (Jorge et al., 2003). Es el principal renglón de producción agrícola en numerosos países tropicales y subtropicales, fundamentalmente en América, África y Asia; muchos de los cuales dependen en gran medida de la producción y venta del azúcar (Kristek *et al.*, 2008).

Para Cuba representó el principal producto agrícola e industrial y fuentes de riquezas, es por ello que 1.5 millones de hectáreas, que representan el 40 % del área total cultivada, fueron dedicadas a estas plantaciones. En junio del 2002 se planteó la reestructuración de la agricultura Azucarera, cuyo objetivo es la eficiencia económica, la cual se debe alcanzar con incrementos eficientes en la producción de caña, azúcar, derivados y otras producciones, así como lograr producciones de azúcar competitivas que en las condiciones actuales, proporcione ingresos al país (Jorge et al., 2007).

Continuará representando un rubro importante en la economía cubana, no sólo por su contribución al desarrollo agrícola e industrial, sino por su capacidad para crear gran cantidad de empleos, además de la captación de divisas, suplemento calorífico de la dieta alimentaria, producción de alcohol, componentes alimenticios para animales, bebidas gaseosas, levaduras, papel, dulces y reposterías (Varela, 2002).

El MINAZ se plantea incrementar los rendimientos agrícolas, no inferiores a 54 toneladas de caña/ha, alcanzar rendimientos industriales iguales o superiores al 12 %, así como la producción de derivados (Jorge et al., 2004).

### 1.3 Características botánicas de la caña de azúcar.

Según Reyes et al., (2004) la caña de azúcar se ubica dentro de:

**Reino:** *Plantae*.

**División:** *Spermatophyta*.

**Subdivisión:** *Magnoliophytina*.

**Clase:** *Liliopsida*.

**Subclase:** *Commelinidae*.

**Orden:** *Poales*.

**Familia:** *Poaceae* (gramíneas).

**Subfamilia:** *Panicoideae*.

**Tribu:** *Andropogoneae*.

**Género:** *Saccharum*.

**Especie:** *Saccharum officinarum* Lin.

Las raíces son fibrosas con sistema radicular fasciculado, desarrollando en cada etapa diferentes tipos. Las raíces transitorias, primarias o temporales tienen como función única tomar las sustancias nutritivas durante la primera etapa de la vida (desaparecen para ser sustituidas por las definitivas). Las raíces definitivas se forman desde los primeros momentos en la base del nuevo retoño, tienen como función absorber el agua del suelo, los alimentos nutritivos necesarios para el desarrollo de la planta y servir de anclaje (Brizuela, 2002).

La caña desarrolla dos tipos de tallos: el subterráneo llamado rizoma y el aéreo, el que comúnmente conocemos como su único tallo. El rizoma formado en la base de la nueva planta perenne, presenta una serie de yemas que cuando se desarrollan dan origen a nuevos tallos o cañas. El tallo aéreo (fruto agrícola) es más o menos cilíndrico en su sección transversal, dividido en nudos y entrenudos (canutos) que varían en longitud, grosor forma y color según la variedad; los canutos están unidos por nudos, lugar donde se insertan las hojas, además se encuentra el anillo de crecimiento, la banda o anillo de raíces, la cicatriz foliar y la yema (Jorge y col., 2007).

La hoja esta unida al tallo mediante la vaina, que envuelve al canuto en orden alterno y por su parte superior está formada por una lámina lanceolada lineal; las hojas presentan un nervio o vena central fuerte y se disponen de forma alterna, su color es verde y combina la tonalidad del mismo de acuerdo con la variedad y las condiciones de desarrollo de la planta. Las hojas están a menudo cubiertas con pelos y tienen numerosas aberturas que se conocen con el nombre de estomas (García, 2004).

La inflorescencia aparece en forma de panícula (güin) que se desarrolla a partir del último entrenudo, la forma es característica de cada variedad. Sobre las espigas se desarrollan flores hermafroditas, las cuales pueden producir semillas fértiles. Es una panícula formada por pequeñas flores perfectas y sedosas llamadas espigas. (Jorge et al., 2004).

#### **1.4 Evaluación edafoclimáticas del área cañera.**

Centella (2002) señala que se define la sequía como un período de escasas precipitaciones según su desarrollo gradual, la difícil percepción de su comienzo y final y su impacto sumamente variado, hacen compleja e inútil la utilización de un concepto único, por tanto existen tantas definiciones de sequía como objetivos hay para definirlas (agrícola, hidrológica, meteorológica, etc.) Se considera sequía agrícola cuando la humedad del suelo es tan baja que limita el crecimiento y la producción de los cultivos (Pérez, 2004), por lo que puede no haber sequía y existir sequía agrícola, porque la reserva de humedad del suelo depende más del tipo y del cultivo que de las lluvias. Es importante señalar, que muchos de los criterios exigidos para clasificar la exigencia de cada variedad ante una cualidad o característica, no están disponibles en ningún reporte científico, ni en ningún informe técnico, y en muchos casos, sólo forman parte del conocimiento acumulado por la observación y la experiencia práctica, de ahí el importante papel del productor.

Por lo que la ubicación acertada de determinada variedad y su validación se produce luego de transcurrido los primeros años de su extensión y/o introducción.

Las condiciones mínimas que posibilitan la elección exitosa de una variedad para una localidad determinada se pueden resumir en las siguientes:

- Conocer qué factores del ambiente influyen en mayor grado en las respuestas de las variedades.
- Conocer la magnitud de la manifestación de cada uno de estos factores en los ambientes elegidos.
- Conocer en alguna medida de forma directa o indirecta la forma de respuesta de cada variedad a la variación de cada uno de estos factores ambientales.

### **1.5 Características generales del cultivo de la caña.**

La caña de azúcar es una planta de características excepcionales, capaz de sintetizar carbohidratos solubles y material fibroso a un ritmo muy superior al de otros cultivos comerciales. Esta propiedad le abre una posibilidad práctica infinita de aprovechamiento para la producción de cientos de derivados, en muchos casos de mayor valor agregado e importancia económica que el azúcar, citado por Jorge, et al 2010).

Valores de referencia general pueden ser: agua 73-76%, sacarosa 8-15% y fibra de 11-16%. Otros constituyentes de la caña presentes en el jugo son: glucosa 0.2-0.6%, fructosa 0.2- 0.6%, sales 0.3 - 0.8%, ácidos orgánicos 0.1- 0.8% y otros 0.3- 0.8%.

### **1.6 Manejo y explotación de variedades de caña de azúcar.**

¿Qué es la composición varietal?

Es la superficie o porcentaje ocupado por las diferentes variedades que existen en una región o país. Cuando esta composición varietal no se ajusta, no sigue una línea o estrategia, los efectos para la producción pueden ser desfavorables o devastadores. Por ejemplo, en caso de la aparición de una patología determinada, y la composición varietal del país o región no es la más adecuada con sólo la presencia de dos o tres variedades, y una o más presentaran susceptibilidad a esa patología, la producción de esa región sufriría grandes pérdidas.

Como ejemplo clásico se puede citar a Cuba, cuando la aparición de la enfermedad roya de la caña, en el año 1979, que atacó a varias variedades entre ellas a la variedad B-4362 con el mayor porcentaje del área nacional (45.4), (Chinea, 1999).

Como resultado se originaron altas pérdidas en la producción azucarera y obligó a cambios radicales en el programa de mejora, pues las variedades que existían no tenían resistencia ante esas patologías, no se conocían los mecanismos de resistencia ni modo de herencia de las mismas.

Bernal, (1976) plantea que todo ello ha conducido del tránsito mono-varietal o del uso de pocas variedades, al empleo de grupos más numerosos con distribución equilibrada. Las tendencias actuales en el mundo han conducido a cambios conceptuales o nuevos enfoques en la política varietal en lo referente al uso y manejo de variedades en la agricultura cañera mundial que se ha traducido en:

Tendencia a la explotación simultánea de numerosas variedades regionales.

- Reducción de los porcentajes límites a ocupar por las variedades principales.
- Reducción de los ciclos de explotación comercial y acortamiento del plazo de sustitución de las viejas variedades.

#### **1.6.1 Principales características para la selección de una variedad.**

- Elevada producción de caña.
- Alto contenido azucarero.
- Resistencia a plagas y enfermedades.
- Adaptabilidad y estabilidad a las diferentes condiciones ambientales.

#### **1.6.2 ¿Cuántas variedades se deben manejar como comerciales en las fincas?**

El número de variedades no es una limitante ni requiere de un número fijo, siempre y cuando éstas se agrupen por familias (Jorge et al., 2000).

### **1.6.3 ¿Qué es una familia de variedades?**

Grupo de variedades, que a pesar de ser diferentes, en cuanto a su comportamiento productivo desde el punto de vista agroazucarero tienen similar comportamiento, por lo que se pueden cosechar en el período en que están enmarcadas como si fuera una sola variedad. Es importante señalar que existen tres etapas bien definidas durante la zafra (inicial, intermedia y final) y hacia ahí deben ser proyectadas las variedades, y por ende la composición varietal del país, región o finca, para de esta forma garantizar la cosecha que es la principal actividad fitotécnica del cultivo durante toda la zafra (Jorge et al., 2000).

### **1.6.4. ¿Por qué más de una variedad por familia?**

Porque aunque las variedades tengan similar respuesta agro-productiva y comportamiento azucarero, tienen diferentes comportamientos fitosanitarios y la resistencia de las variedades a las enfermedades se pierde con gran facilidad, por lo que al manejar los cultivares en familia se crea una barrera natural que las protege, protegiendo además, al productor de futuras pérdidas por conceptos de epidemias.

## **Variedades**

El uso y manejo de variedades es una responsabilidad estatal, que posibilita la obtención de rendimientos económicamente satisfactorios en presencia del complejo sistema ecológico actual. Fundamentado en el conocimiento y la experiencia acumulada, así como en el material genético disponible y su estrategia de desarrollo, se ha instrumentado y se comienza a aplicar en un grupo de CAI seleccionados, un servicio de variedades y semillas (SERVA) que permite realizar en cada centro de recepción un proyecto de variedades que garantiza, (Publicaciones azucareras, 2001):

- La utilización variedades para cada tipo de suelo.
- La sustitución de variedades comerciales que presentan problemas de susceptibilidad entre algunas variedades,
- La introducción de las variedades nuevas.



- La validación de las variedades perspectivas.
- No sobrepasar el 20 % de ninguna variedad, ni de la mejor del mundo, a nivel de CAI, ni de provincia, ni de nación. Por violar esta práctica mundialmente reconocida entre los países productores de caña.

**Recomendaciones del SERVA para que sean efectivas, es necesario:**

- Que exista un programa de productores de producción de semilla categorizadas por variedades y meses, que dé respuesta al proyecto de variedades recomendado para cada unidad productiva y que se garantice su cumplimiento.
- Cumplir con el programa de siembra comerciales en primavera y fría para que la semilla planificada en cada unidad pueda ser empleada en función del proyecto de variedades.
- Que cada unidad cuente con un jardín de variedades, donde puedan conocer el comportamiento tanto de las variedades comerciales como de las que se encuentran en etapa de extensión e introducción.

**Tabla 1. Agrupación de las variedades en familias.**

Familia	Época de Siembra	Época de Cosecha	Características
I	Frío (septiembre-octubre)	Inicio zafra	Soportan terrenos secantes y resecantes
II	Primavera (abril-junio)	Inicios de Zafra como quedadas y en abril como retoños, para dejar quedar retoños Intermedios	Suelos de alta fertilidad, buen drenaje interno y superficial y alta profundidad efectiva, preferentes con riego
III	Frío (agosto-diciembre)	Febrero-marzo	Suelos Intermedios
IV	Primavera Quedadas 15 marzo- mayo Primavera ciclo corto	Cuando la humedad lo permite, generalmente Febrero  Febrero-Marzo	Suelos de mal drenaje Siembra en Canteros

	Enero-marzo		
V	Frío o Primavera del año	marzo-abril (final de zafra)	Suelo de sabana

Fuente (Jorge et al., 2000).

### ¿Qué es el balance varietal?

Es la composición varietal equilibrada de las variedades comerciales o nuevas (debe trabajarse de ser posible con más de cinco variedades), distribuidas en la región o país con porcentajes de áreas o proporción de hectáreas adecuados, menores del 20 % de cada variedad y para el caso de las variedades florecedoras menor del 15 %, y que las mismas respondan a las condiciones de suelo y clima para las que fueron recomendadas, y que garanticen al ingenio la entrega de materia prima para los diferentes períodos de la zafra (inicio, intermedio y final) y que además, permitan enfrentar la posible aparición de nuevas patologías.

Un balance varietal adecuado combina eficientemente un grupo de variedades cuya cantidad está relacionada con la diversidad ambiental de la región, zona o país de que se trate, el grupo de genotipos deben brindar una respuesta productiva conveniente a través de toda una gama de exigencias edafoclimáticas que satisfagan los requerimientos de protección fitosanitaria y se adapten a manejos agronómicos costeados y sostenibles. Por lo que la investigadora asume como criterio que un balance varietal en términos generales debe caracterizarse por:

- Suministrar materia prima con la más alta calidad durante los diferentes períodos de zafra.
- Explotar al más alto nivel el potencial agrícola de los suelos con las tecnologías agronómicas vigentes.
- Aprovechar eficientemente las peculiaridades climatológicas del entorno ambiental.
- Tener flexibilidad ante la implantación de tecnologías agronómicas de avanzada.
- Favorecer el proceso industrial y la posible extracción de subproductos.
- Evitar el desequilibrio fitosanitario en favor del aumento de

expansión o agresividad de patologías de importancia y preservación ante nuevas patologías al no exponer más de un 20 % del área.

### **1.7 Factores que determinan un manejo y explotación adecuado de las variedades.**

Se ha comprobado que las diferencias que se observan entre las variedades, en cuanto a la expresión de un carácter cuantitativo cualquiera, (rendimiento), según

(Alonso, 1979) varían en función del ambiente, por lo que se dice que se está en presencia de la interacción del genotipo con el ambiente. Numerosos trabajos han demostrado que los efectos del ambiente y la interacción genotipo-ambiente ( $g \times e$ ), son entre tres y cinco veces superiores a los efectos que dependen de la variedad, por lo que es importante tener en cuenta un grupo de caracteres de manejo para las variedades que deciden su adecuada ubicación, entre los que se encuentran:

- Ciclo de plantación y cosecha.
- Suelo en que mejor se desarrolla.
- Período de maduración (temprana, media y tardía).
- Estado fitosanitario.
- Capacidad de reacción ante condiciones de estrés ambiental como son salinidad, sequía, mal drenaje.

#### **1.7.1 Ciclo de plantación y cosecha.**

La cosecha comienza a ordenarse desde la propia siembra, de ahí la importancia de las diferentes épocas de plantación.

**Primavera del año:** La plantación se efectúa en los meses de abril-junio, estas plantaciones deben realizarse en los mejores suelos, porque como su nombre lo indica, serán cosechadas entre los 18 y 20 meses de edad, y de no ser ubicados en suelos de buenas características, corren el riesgo de deteriorarse.

**Frío:** La plantación se realiza en los meses de julio a octubre y se lleva a cabo en los suelos de excesivo drenaje y baja fertilidad.

La cosecha es la fase principal de todo el cultivo de la caña de azúcar y se organiza de forma tal que se garantice durante todo el período de zafra que la industria reciba materia prima de la mayor calidad (concentración de azúcar), lo que no se satisface con la explotación de una sola variedad, sino con un conjunto de ellas. ¿Cuántas?

¿En qué magnitud cada una? Para ello, no existe una receta ni fórmula mágica, pero si principios y conceptos que se deben dominar, los que están sujetos a las características específicas de cada lugar.

Es primordial conocer, en que época del año se desarrolla la zafra, cuales son las condiciones climáticas y capacidades industriales, hay que tener en cuenta la humedad del suelo, porque mientras exista humedad en el suelo las variedades se encontrarán en su período de crecimiento y no habrá acumulación de sacarosa, además es importante que el suelo esté seco para realizar la cosecha y garantizar el corte, alza y el traslado de la caña cortada. Teniendo en cuenta el clima, la zafra se desarrolla entre los meses de noviembre a abril, donde el rendimiento industrial describe aproximadamente una parábola. Esta se puede dividir en tres períodos:

- Noviembre a enero, donde no se muestran altos rendimientos, y se inicia zafra con variedades de madurez temprana, que aunque no manifiestan su máximo potencial azucarero, son superiores al resto de las variedades.
- Febrero a marzo 15, se eleva la curva con un pico en marzo, aquí generalmente todas las variedades expresan su máximo potencial azucarero.
- Desde finales de marzo hasta abril donde nuevamente comienza a decrecer el contenido azucarero.

### **1.7.2 Suelo.**

Es importante tener en cuenta la calidad de las tierras con que cuenta la finca en cuanto a fertilidad y drenaje, fundamentalmente y cada uno de los

centros de recepción (CR), que:

- Los mejores suelos deben reservarse para iniciar y finalizar la zafra y en ellos se plantarán las variedades más azucareras.
- Los de drenaje deficiente no siempre podrán ser cosechados en el primer período de zafra y nunca se dejarán para la etapa final.
- Los excesivamente drenados (secantes) no podrán destinarse para el final de zafra y las plantaciones pueden deteriorarse.

El tipo de suelo se tendrá en cuenta para decidir los porcentajes de variedades por centro de recepción (CR), la tarea diaria del mismo y los rendimientos potenciales a obtener, de esta forma se podrán determinar las jornadas a emplear en procesar determinada variedad, permitiendo enmarcar su cosecha en su etapa óptima sin que se desfasen.

### **1.7.3 Edad y maduración.**

La maduración de las variedades es un proceso importante a tener en cuenta para establecer la programación de corte. Las variedades de madurez temprana a inicios de zafra, superan a las variedades testigos o al resto de las otras variedades. Ellas en ese momento no tienen su máximo potencial azucarero, pero mayor contenido azucarero que el resto.

El que una variedad de madurez temprana se cosecha a inicios de zafra por superar al resto, no significa que estas variedades no puedan ser cosechadas en el segundo o tercer período de zafra o que en un momento determinado, (en el ciclo de reposición de cepas), se dejen quedar y se cosechen el próximo año a inicios de zafra como retoño quedado.

Respecto a la edad y maduración es importante conocer que en los meses de noviembre a enero, la mayor madurez (temprana) se corresponde en general con la mayor edad, hasta 20 meses, el mayor peligro en atrasar la cosecha de las variedades dejadas quedar está en su deterioro posterior en el mes de febrero, no hay relación de la madurez con la edad, en cañas entre 12 y 18 meses, en este momento todas las variedades expresan el más alto potencial azucarero en marzo y abril y se produce un deterioro a partir de una edad superior a 15 meses, aquí se

enmarca la cosecha de las variedades de madurez tardía.

Se conoce como maduración de la caña el momento en que esta tiene la mayor cantidad de sacarosa, para madurar el tallo tiene que experimentar primero cierto retardo en el promedio de crecimiento, el mismo está formado esencialmente por una serie de canutos, cuya edad varia de conformidad con la fecha de formación. La maduración es un proceso de canuto a canuto y el grado de madurez de los mismos separadamente, depende de la edad de éstos. El contenido de azúcar va disminuyendo gradualmente desde los canutos inferiores a los superiores siendo nulo o casi nulo en el cogollo, cuando el contenido de azúcar es uniforme en toda la longitud de tallo se dice que éste ha llegado a su plena madurez.

#### **1.7.4 Influencia del clima en la maduración.**

La maduración para que se produzca esta influenciada por varios factores climáticos, entre los cuales se destacan la temperatura, humedad y la luz. Para que se lleve a cabo la maduración es necesario que, llegada la planta a cierta edad de acuerdo a la fecha o época de siembra, detenga su crecimiento.

**La humedad**, actúa en forma similar a la temperatura; un alto contenido de humedad en momentos próximos al corte estimula el desarrollo vegetativo y se retrasa entonces el proceso de maduración una cierta sequía ejerce un efecto positivo en este período.

**La luz**, como factor climático, influye en la maduración de acuerdo con su intensidad y duración, la misma actúa en forma combinada con la temperatura, especialmente en la asimilación de carbono, se ha evidenciado que en condiciones de brillante luz solar la caña de azúcar produce hasta tres o cuatro veces más sacarosa que en un clima nublado.

**La temperatura**, las altas temperaturas estimulan el crecimiento, lo que trae por consecuencia un retraso en la maduración, no así las bajas temperaturas que ejercen un efecto favorable a la acumulación de sacarosa.

### **1.8 Principales enfermedades que afectan al cultivo.**

Las enfermedades de la caña de azúcar constituyen uno de los principales factores negativos para la obtención de altas producciones azucareras. En las últimas décadas ha crecido considerablemente el número de organismos patógenos y agentes etiológicos detectados sobre este cultivo y se han extendido de forma notable a los que existían con anterioridad.

Para disminuir los daños que producen las plagas ha sido necesario realizar cambios sustanciales en la composición de variedades de las plantaciones cañeras y establecer líneas de mejora genética con el objeto de obtener nuevas variedades con los niveles de resistencia requeridos y altos potenciales de rendimiento agroindustrial. Es aconsejable mantener un monitoreo sistemático en las plantaciones comerciales de todos los países cañeros, para conocer el comportamiento fitopatológico de las variedades y detectar, oportunamente, cualquier cambio que se pueda producir en la intensidad del desarrollo de algunas de las plagas que causan enfermedades. Generalmente este fenómeno es ocasionado por variaciones en la interacción hospedante-patógeno-medio ambiente, la aparición de una nueva plaga en el país, de una nueva raza de algún organismo patógeno existente (Aday y col, 2006).

Las plagas que causan enfermedades constituyen uno de los principales factores negativos para la producción azucarera mundial, las que se han incrementado y actualmente existen más de 130, producidas por virus, bacterias, fitoplasmas, hongos, plantas parásitas, nemátodos y otras causas no parasitarias, como carencia o exceso de nutrimentos, trastornos ambientales y prácticas agrotécnicas inadecuadas (Chinea y Rodríguez, 2009).

En Cuba se realiza un constante monitoreo a través del servicio fitosanitario (SERFIT), el cual aporta los fundamentos metodológicos para determinar la magnitud de las enfermedades y plagas, emite recomendaciones para disminuir las pérdidas, facilita los elementos

básicos para el manejo integrado y orienta la utilización de medios biológicos como medida de control para evitar la contaminación ambiental (Rodríguez y col, 2005).

En los últimos años se facilitó la detección y control de epidemias producidas en las áreas cañeras donde se plantaron variedades de comportamiento susceptible o intermedio a las principales plagas que causan enfermedades (Rodríguez y col., 2008).

### **1.9 Influencia de los diferentes minerales en el cultivo de la caña.**

La caña de azúcar, como toda especie vegetal, requiere de un conjunto de nutrientes para su crecimiento y desarrollo, cuyas necesidades varían cuantitativamente, ya que algunos elementos que se consumen en cantidades muy pequeñas son también indispensables para el desarrollo de las plantaciones. Se consideran como elementos esenciales el nitrógeno, el fósforo y el potasio.

- Nitrógeno (N). Fundamental para el crecimiento y desarrollo vegetativo, vinculado a la formación de la biomasa, tallos y hojas principalmente.
- Fósforo (P). Necesario para el desarrollo radical y todo el proceso bioenergético.
- Potasio (K). Fundamental como regulador hídrico y enzimático vinculado a la acumulación de sacarosa en los tallos.

### **1.10 Labores agrícolas en el cultivo de la caña de azúcar.**

Cuéllar et al., (2002) plantean que la caña de azúcar antes y después de ser plantada requiere de un número de labores que garanticen su desarrollo hasta la cosecha; estas varían con el tiempo de la cepa, caña verde o quemada, suelo de buen o mal drenaje, si existen posibilidades de irrigación y si la cosecha es manual o mecanizada.

#### **1.10.1 Preparación de suelos.**

Está encaminada a la creación de un lecho adecuado para la siembra;



con buena aireación, bien nivelados (en las áreas donde sea posible), mullido, libre de obstáculos, de malezas, plagas y enfermedades (Álvarez, 2006).

Es una actividad muy importante, porque pone al suelo en condiciones adecuadas para la plantación, garantizando alargar el ciclo de reposición, aumentar la producción de caña y ayudar al control de las malezas (Cuellar et al., 2003).

#### **1.10.2 Plantación.**

Se realiza por medio de semilla agámica o propágulos, ya sea en la época de primavera o de frío. La distancia de plantación más generalizada en Cuba es de 1.60 m x 0.60 m la que se realiza de acuerdo a la fertilidad del suelo, sistema de cultivo, variedades, mecanización y otros factores (Cuéllar et al., 2003).

#### **1.10.3 Fertilización.**

Cuéllar et al. (2002). Aseguran que el suministro de nutrientes es uno de los factores que con mayor facilidad puede controlar el hombre; un monocultivo como la caña de azúcar, extendido en una enorme superficie de los más variados suelos, a los que cada año se le extrae determinada cantidad de nutrientes, necesita de los fertilizantes, ya sea para incrementar o mantener la producción. La fertilización en cañas de fomento se recomienda en el momento de la plantación, utilizando abono de fórmula completa, que se coloca en el fondo del surco; en las cañas de retoños se le aplica junto a las cepas, en el surco abierto por el arado en la operación de desaporque y debe taparse a continuación con la labor de aporque (Reyes et al., 2004).

#### **1.10.4 Riego.**

Es una de las labores principales y su función consiste en controlar la humedad en un suelo cultivado, con el propósito de mantener los valores

necesarios para un buen desarrollo del cultivo, aplicando de forma artificial las cantidades de agua que requieren en cada etapa de desarrollo de la planta (García, 2004).

Además del déficit de los elementos nutritivos y las propiedades no favorables alcalinas o ácidas, pueden encontrarse otros factores como poca profundidad del perfil del suelo, contenido de piedras, textura arenosa, formación de concreciones y laterización, agrietamiento y endurecimiento de los suelos motmorilloníticos, salinización, régimen de lluvia no favorables, deficitario y muy variable, desarrollo de hidromorfismo (Pineda, 2002)

#### **1.10.5 Drenaje.**

La red de drenaje debe proyectarse de manera tal, que garantice la extracción del agua excesiva en un tiempo menor o igual al que es capaz de soportar la plantación con una lámina de agua estancada sobre el terreno sin que se afecten de forma significativa los rendimientos (Herrera, 2002).

#### **1.10.6 Control de malezas.**

Tiene como finalidad principal mantener las plantaciones libres de vegetación extraña, por lo que deberá comenzar tan pronto comience a brotar (Vásquez, 2005).

Existe un sistema computarizado llamado servicio para el control Integral de malezas (SERCIM), que permite confeccionar el plan anual de labores de desyerbe y conocer los períodos picos del año en labores, además de las necesidades de herbicidas, implementos y equipos de limpia, garantiza la elección de tratamientos menos costosos para el control de malezas de acuerdo a las principales especies existentes.

#### **1.10.7 Cosecha.**

Está condicionada por el momento en que la plantación alcanza su período normal de maduración; donde se reduce la actividad del sistema radicular, crecimiento del vegetal lento o se detiene y aumenta la reserva

de sacarosa en los jugos celulares (Flores, 2007).

La variabilidad natural de las lluvias, de la temperatura y de otras condiciones del clima es el principal factor que explica la variabilidad de la producción agrícola, lo que constituye uno de los factores principales de la falta de seguridad alimentaria. La selección de aquellas variedades azucareras que produzcan la mayor cantidad de azúcar por unidad de área, con un volumen mínimo de materia prima para procesar industrialmente, es objetivo de trabajo prioritario para muchos países productores de azúcar, empeñados en lograr mayores beneficios económicos en la explotación del cultivo (Pérez et al., 2004).

El estudio permite dar cumplimiento a los cambios en las políticas varietales y estrategias de mejoramiento del cultivo de la caña de azúcar, para lograr mayores resultados con rentabilidad productiva, manejo integral de sus suelos, prácticas agronómicas conservacionistas así como un adecuado control de plagas y enfermedades. La autora recomienda profundizar el estudio para alcanzar producciones estables, económicamente viables y socialmente aceptables en armonía con el ambiente sin comprometer las potencialidades futuras del suelo.

### **1.11 Características de las variedades comerciales de caña de azúcar.**

## **C323-68**

B4362 x C87-51

### **CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS**

Tallo De color verde amarillento con visos morados, entrenudos de forma cilíndrica, diámetro de 2.6 cm y una altura de 321 cm, buena calidad interna del tallo. Yema ovalada.

### **COMPORTAMIENTO AGROPRODUCTIVO**

Buena brotación, de hábito de crecimiento abierto, cierre temprano del campo, de regular despaje, con una floración de 15 a 20 %, excelente retoñamiento, con una población de 17 tallos por metro lineal, 11.4 % de contenido de fibra en sus tallos. Presenta alto rendimiento agrícola y aceptable contenido azucarero. Variedad de alta rusticidad y buena adaptabilidad, buen comportamiento en suelos pobres, secantes y de mal drenaje. Se recomienda para suelos ferralítico rojo, Pardo con y sin carbonato y Oscuro plástico. Apta para la mecanización.

### **CICLOS DE PLANTACIÓN Y COSECHA**

<b>Plantación</b>	<b>Cosecha</b>	<b>Edad (meses)</b>
enero - abril	febrero - abril	13 - 15
julio - septiembre	febrero - marzo	16 - 18

### **COMPORTAMIENTO FITOSANITARIO**

Genotipo resistente a VMCA (virus del mosaico de la caña de azúcar), intermedio a carbón (*Sporisorium scitamineum* (Syd.) M. Piepenbr., M. Stoll & Oberw.) y susceptible a roya (*Puccinia melanocephala* H. and P. Sydow).

## **C86-503**

C568-75 x Ja60-5

### **CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS**

Tallo De color verde amarillento con visos morados, entrenudo de forma cilíndrica, con 11.2 cm de longitud, 2.92 cm de diámetro y 295 cm de altura, buena calidad interna del tallo. Yema ovalada.

### **COMPORTAMIENTO AGROPRODUCTIVO**

Buena brotación, hábito de crecimiento abierto, cierre temprano del campo, buen despaje, floración escasa, buen retoñamiento, con una población de 12 - 14 tallos por metro lineal, 12.5 % de contenido de fibra en sus tallos. Presenta alto rendimiento agrícola y aceptable contenido azucarero, así como 51.80 % de digestibilidad de la materia seca, por lo que es factible para la alimentación del ganado vacuno. Variedad tolerante al estrés ambiental (sequía y mal drenaje). Se recomienda para suelos Oscuro plástico y Pardo con carbonato. Apta para la mecanización.

### **CICLOS DE PLANTACIÓN Y COSECHA**

<b>Plantación</b>	<b>Cosecha</b>	<b>Edad (meses)</b>
enero - abril	febrero - abril	12 - 15
agosto - septiembre	febrero - marzo	16 - 18

### **COMPORTAMIENTO FITOSANITARIO**

Genotipo resistente a VMCA (virus del mosaico de la caña de azúcar), carbón (*Sporisorium scitamineum* (Syd.) M. Piepenbr., M. Stoll & Oberw.) y roya (*Puccinia melanocephala* H. and P. Sydow).

### **C1051-73**

B42231 x C431-62

#### **CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS**

Tallo De color morado con visos amarillo verdosos, entrenudo de forma ligeramente conoidal con 10.5 cm de longitud, diámetro de 2.7 cm, altura de 290 cm y buena calidad interna. Yema obovada.

#### **COMPORTAMIENTO AGROPRODUCTIVO**

Excelente brotación, hábito de crecimiento erecto, cierre de campo tardío, de buen despaje, floración escasa o nula, buen retoñamiento, población de 12 - 14 tallos por metro lineal 13 - 14 % de contenido de fibra en sus tallos. Presenta buen rendimiento agrícola y alto contenido azucarero (cultivar de mayor contenido azucarero a inicios de zafra en el país). Se recomienda para suelos Ferralítico rojo (con riego), Pardo con y sin carbonato. Apta para la mecanización.

#### **CICLOS DE PLANTACIÓN Y COSECHA**

Plantación	Cosecha	Edad (meses)
mayo - junio	diciembre - enero	18 - 20
julio - septiembre	febrero - marzo	16 - 18

#### **COMPORTAMIENTO FITOSANITARIO**

Genotipo resistente a VMCA (virus del mosaico de la caña de azúcar) y carbón (*Sporisorium scitamineum* (Syd.) M. Piepenbr., M. Stoll & Oberw.) e intermedio a roya (*Puccinia melanocephala* H. and P. Sydow) y susceptible mancha de ojo (*Helmintosporium sacchari* van Breda de Haan) Butler).

## **C89-161**

C12-56 x C87-51

### **CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS**

Tallo De color verde amarillento con visos morados, entrenudo en forma ligeramente zigzagueante, con 16.0 cm de longitud, 380 cm de altura y 3.20 cm de diámetro, buena calidad interna del tallo. Yema obovada, toca la cicatriz foliar y el anillo de crecimiento.

### **COMPORTAMIENTO AGROPRODUCTIVO**

Variedad de buena brotación, hábito de crecimiento ligeramente abierto, cierre de campo temprano, despaje regular, tiene escasa floración (5 %), buen retoñamiento, con una población de 14 tallos por metro lineal, 12 - 13 % de contenido de fibra de sus tallos. Presenta alto rendimiento agrícola y elevado contenido azucarero, así como 53.00 % de digestibilidad de la materia seca, por lo que es factible para la alimentación del ganado vacuno. Se recomienda su plantación en suelos Pardo con y sin carbonato. Apta para la mecanización.

### **CICLOS DE PLANTACIÓN Y COSECHA**

<b>Plantación</b>	<b>Cosecha</b>	<b>Edad (meses)</b>
mayo - junio	diciembre - enero	18 - 20
julio - septiembre	febrero - marzo	16 - 18

### **COMPORTAMIENTO FITOSANITARIO**

Genotipo resistente a VMCA (virus del mosaico de la caña de azúcar), carbón (*Sporisorium scitamineum* (Syd.) M. Piepenbr., M. Stoll & Oberw.) y roya (*Puccinia melanocephala* H. and P. Sydow).

## **2 MATERIALES Y METODOS**

La investigación se realizó en la unidad básica de producción cooperativa de “Arroyo Blanco” perteneciente a la unidad empresarial básica de atención a los productores agropecuarios de Cristino Naranjo ubicada en dicha localidad, del municipio Cacocum.

### **2.1 Descripción de la entidad productiva.**

La UBPC “ Arroyo Blanco” se encuentra en el municipio Cacocum en la provincia Holguín; limita al norte con la UBPC Laura, al sur con la UBPC Oscar Blázquez, al este con la CPA “Jesús Feliú Leyva” y al oeste con la Granja “Celia Sánchez.”. Esta unidad básica de producción cooperativa fue fundada el 1 de septiembre del año 1993, con 92 socios y propuesta por unanimidad de sus fundadores con el nombre de UBPC “Arroyo Blanco”, coincidiendo con el nombre de la localidad. Posee una extensión territorial total de 3623,2 Ha, de ellas 2415.7 están dedicadas al cultivo de la caña, 53.7 a cultivos varios, 2.7 a forestales, y el resto a la ganadería. Los suelos están distribuidos en vertisuelos con 2499,9 lo que representa 66,67 % ferralítico cálcico con un área de 167,1 ha, representando el 4,61 % y gleyzados sialitizados 956,2 ha para un 26.39 %.

### **Métodos.**

#### **Métodos del nivel teóricos.**

**Histórico y lógico:** Para comprender de forma más exacta la evaluación de las variedades en el área de trabajo, en el estudio del desarrollo histórico que ha tenido la caña de azúcar en el ámbito internacional, nacional y local, en la determinación de los fundamentos teóricos que sustentan la investigación.

**Tránsito de lo abstracto a lo concreto:** En el procesamiento teórico de la información obtenida con los métodos empíricos y con los procedimientos estadísticos-matemáticos en la precisión y determinación de los fundamentos teóricos de la investigación, sobre la base de la revisión bibliográfica.



**Comparativo:** En la comparación de los presupuestos teóricos de diferentes autores, acerca del objeto y problema de investigación, para asumir posiciones al respecto; en el proceso de evaluación del rendimiento de las diferentes variedades de caña de azúcar; en la contrastación de la hipótesis de investigación

**Hipotético-deductivo:** Permite plantear la hipótesis como consecuencia de las inferencias, del conjunto de datos empíricos o leyes más generales. Lograr los resultados esperados con la evaluación de las variedades.

**Métodos del nivel empírico.**

**Método de observación científica:** Es muy necesaria porque hay indicadores que necesitan ser monitoreados en el campo, de forma sistemática, por ejemplo al medir el crecimiento de las plantas en su desarrollo, conteo de población, rendimiento por variedades y la observación de posibles plagas o enfermedades que ataquen al cultivo.

**Conceptualización.**

**Variable independiente:** Proceso de introducción y evaluación de las variedades de caña de azúcar.

**Variable dependiente:** Comportamiento del rendimiento por hectáreas de la caña de azúcar.

**Características del suelo según Hernández et al (1999).**

Agrupamiento: Vertisuelo.

Tipo: oscuro plástico gleysado.

Subtipo: negro grisáceo.

Profundidad efectiva: 45 cm.

Drenaje: deficiente.

Variedad: Arcilla motmorillonita.

Topografía: Llana.

### Características morfológicas del suelo.

Suelo de color negro en la superficie, pasando a un negro grisáceo, haciéndose intenso el color amarillo con la profundidad, textura arcillosa, presentando mayor por ciento de arcilla hasta los 45 cm., drenaje interno deficiente, textura fragmentada, plástico y adhesivo, contenido de materia orgánica de 3;8 %, medianamente profundo y topografía llana.

**Tabla.1.** Análisis de suelos según SERFE, (2012)

Horizonte (cm.)	PH	Cationes cambiables Cmol- Kg <sup>-1</sup>				CCB Cmol- Kg <sup>-1</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	H <sub>2</sub> O	Ca	Mg	K	Na		Mg/100g	Mg/100g
0-20	6.9	8.14	3.01	1.66	1.64	14.4	12,71	49,04

**Tabla 2 Comportamiento de los elementos del clima.**

Variables	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Lluvías (mm)					130	105	75	50	49	20		

### Selección de las áreas experimentales

Para el desarrollo de las investigaciones se seleccionó una hectárea dentro de los bloques 162, 164, 159, 168 de la entidad, de manera que su ubicación geográfica fuera representativa. Cada área cuenta con la extensión de una hectárea, las mismas presentan un suelo *Vertisol pélico* con características similares, dedicadas al cultivo la caña.

## 2.2 Diseño del experimento.

<b>I</b>	1	2	3	4
<b>II</b>	2	3	4	1
<b>III</b>	3	4	1	2
<b>IV</b>	4	1	2	3

### Tratamientos evaluados

1. C-89-161
2. C 323-68
3. C 1051-73
4. C 86- 503 (testigo).

**I, II, III, IV.-** Números de réplicas.

El experimento fue realizado en un diseño completamente aleatorizado con 4 tratamientos y 4 repeticiones, tomándose en cada repetición 5 muestras, donde el área que estaban plantadas las variedades presentaban 5 surcos cada una con 7.5 m de longitud y plantada a 1.60 metros entre hileras. Según Leach (1977) y Olivares (1996) y se consideró a cada variedad como una variante experimental.

### Variables evaluadas:

1. Longitud del tallo (cm.).
2. Diámetro del tallo (cm.).
3. Longitud de los entrenudos (cm.).
4. Número de entrenudos.
5. Número de hojas activas.
6. Número de tallos por metro lineal.
7. % pol en caña.
8. Brix.
9. Pureza.
10. Rendimiento agrícola.

11. Tonelada de pol/ha.

### **2.3 Metodología empleada según el Departamento de Genética del INICA (1990).**

Se tomaron en cada variedad 6 puntos en tres surcos del medio de cada campo, en cada punto se tomaron 5 tallos a los que se le determinaron los siguientes aspectos:

- 1 Longitud del tallo (cm.): Se le realizó la medición desde la base del tallo hasta el último dewlap visible con una cinta métrica.
- 2 Diámetro del tallo (cm.): Este se realizaron las mediciones en tres partes del tallo, abajo, en el medio y arriba utilizando un pie de rey.
- 3 Longitud de los entrenudos (cm.): Se realizó en tres partes del tallo, abajo, en el medio y arriba empleándose para su medición una cinta métrica.
- 4 Número de entrenudos: Este se realizó contando todos los entrenudos que habían en cada tallo empezando desde la base del tallo hasta el último entrenudo visible.
- 5 Número de hojas activas: Se contaron todas las hojas activas de cada planta.
- 6 Número de tallos por metro lineal: Se contó todos los tallos que existían en un metro lineal.
- 7 % pol en caña: Este se determinó en el laboratorio por la siguiente fórmula:  
$$\% \text{ pol en caña} = \text{Pol en jugo} \times 100 - f/100.$$
  
Donde F= constante de contenido de fibra (12.5).
- 8 Brix: Se determinó en el laboratorio con el instrumento Brix Refractométrico.
- 9 Pureza: Se determinó en el laboratorio por la siguiente fórmula:  
$$\text{Pureza} = \% \text{ Pol en jugo} / \text{Brix corregido} \times 100.$$
- 10 Rendimiento agrícola: Este se determinó por la siguiente fórmula:  
$$R = -55.04 + 0.31 (L) + 0.18(G) + 5.60(P)$$
  
Donde:  
R: Rendimiento agrícola.

L: Longitud del tallo.

G: Diámetro del tallo.

P: Población de tallos molibles por metro lineal.

11 Tonelada pol/ha: Se determinó por la siguiente fórmula:

$T \text{ pol/ha} = t/\text{ha} \times \text{pol \% en caña} / 100.$

**Materiales empleados:**

1. Cinta métrica.
2. Pie de rey.
3. Machete.
4. Brix Refractométrico.
5. Soga.

Para la realización del análisis estadístico se utilizó el paquete profesional Statística, empleándose el modelo de análisis de varianza de clasificación simple.

El análisis económico se realizó tomando los datos de costo de plantación, fertilización, cultivo y cosecha del departamento económico de la UBPC, basándonos en la plantación de 13.42 ha (1 cab).

Los costos que se tomaron son los siguientes:

Costo directo de las labores de preparación de suelo, plantación, fertilización y cultivo de la caña de frío (2372.5)

Costo de cosecha mecanizada (13.00)

Valor de la caña como materia prima a la industria (95)

Para la realización de los cálculos se procedió de la siguiente forma: se multiplicó el costo directo por 13.42 ha (1 cab) luego, se sumó el costo de la cosecha y dio el costo total. Después se calculó el costo por peso (C.P.P) =  $\text{Gastos Totales} / \text{Total ingreso}$ , por último se determinó la ganancia estimada =  $\text{Total ingresos} - \text{Gastos}$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La investigación fue desarrollada teniendo en cuenta el análisis de los suelos vertisoles de la UBPC “Arroyo Blanco” ubicada en la zona de “Cristino Naranjo”, municipio Cacocum, para lograr un manejo y uso del suelo vertisoles de la zona objeto estudio, que se permitió obtener los resultados y efectuar la discusión que se exponen a continuación.

**Tabla No. 3: Evaluación de los indicadores del rendimiento agrícola.**

Variedad	Longitud del tallo (cm.)	Diámetro del tallo (cm.)	Longitud del entrenudo (cm.)	No. De entrenudos	No. De hojas activas	No. De tallo/m	Rend. t/ha
C89-161	1.50 <sup>b</sup>	3.00 <sup>a</sup>	10.0 <sup>b</sup>	18.0 <sup>b</sup>	8.0 <sup>b</sup>	8.0 <sup>b</sup>	45,80 b
C1051-73	1.40 <sup>c</sup>	2.80 <sup>b</sup>	11.0 <sup>b</sup>	17.0 <sup>c</sup>	7.0 <sup>c</sup>	7.0 <sup>d</sup>	40,08 b
C323-68	1.45 <sup>c</sup>	2.50 <sup>c</sup>	9.50 <sup>c</sup>	17.0 <sup>c</sup>	7.0 <sup>c</sup>	6.0 <sup>c</sup>	34,50 c
C86-503	1.60 <sup>a</sup>	3.50 <sup>a</sup>	12.0 <sup>a</sup>	19.0 <sup>a</sup>	9.0 <sup>a</sup>	10.0 <sup>a</sup>	57,10 a
CV	0,03	0,17	0,60	3,54	0,52	0,62	12,50
E.E	0,13	1,94	6,88	1,72	7,43	9.01	3,54

Abcdef Medias con superíndices no comunes difieren estadísticamente a P <0.05 (Dunnett, 1995)

En la tabla No. 3 se expresan los resultados de los indicadores evaluados en el rendimiento agrícola de las cuatro variedades evaluadas, donde se puede apreciar que en el primer parámetro longitud del tallo la variedad que expresó mejor resultado fue la C 86-503(testigo), existiendo diferencias significativas con las demás variedades, luego le siguieron las variedades C-89-161, C 323-68 y C 1051-73. En el diámetro del tallo se puede observar que la mejor variedad fue la C 86-503(testigo) y la C 89-161, donde existen diferencias significativas con las demás variedades, comportándose la de más bajo resultado la variedad C 323-68. En cuanto a la longitud de los entrenudos se puede apreciar que la variedad que mejor se comportó respecto a este parámetro fue la C 86-503(testigo), teniendo diferencias significativas con las demás variedades, luego le siguieron la C 1051-73, C 89-161 y la C 323-68. Relacionado con el número de entrenudos la variedad que expresa mejor resultado fue la C 86-503(testigo). En el parámetro número de hojas activas se

puede reflejar que la variedad que mejor se comportó fue la C 86-503(testigo) existiendo diferencias significativas con las demás variedades comportándose la de menor resultado la C 1051-73 y C 323-68. En el número de tallo por metro lineal la variedad que expresó mejor comportamiento fue la C 86-503 (testigo) teniendo diferencias significativas con las otras variedades luego le siguieron la variedad C 89-161, 1051-73 y la variedad de menor número de tallos es la C 323-68. Todos estos resultados obtenidos se pueden corroborar según (Bernal et al, 1997). Donde explica detalladamente las características botánicas y los comportamientos productivos de cada variedad.

Según los autores Vega, (1993) y Estévez, (2005) reportaron la correlación directa que existe entre este carácter y el rendimiento agrícola. Los tallos/m es uno de los componentes que inciden directamente en el rendimiento agrícola, en la medida que se pueda recomendar cultivares con un número de tallos/m superior a 10 se puede alcanzar poblaciones por encima del 95 porcentaje y se evita el desarrollo de plantas indeseables que provocan la disminución de los nutrientes disponible en el suelo para el desarrollo de este cultivo, así como el incremento en los gastos en la aplicación de herbicidas y de cultivo para poder eliminar su presencia.

Tai, et al., (1981). La ausencia de humedad sostenible no permite la obtención de valores superiores, causa por la que se limita este componente de rendimiento agrícola dependiendo la explotación comercial de la caña de azúcar de la tolerancia de cada variedad a las condiciones donde se desarrolla.

**Tabla No. 4: Evaluación de los parámetros agroindustriales de las cuatro variedades de caña.**

<b>Variedad</b>	<b>Rend.</b>	<b>Brix</b>	<b>% pol</b>	<b>Pureza (%)</b>	<b>T pol % caña /ha</b>
C 89-161	12,95 b	20,88 c	18,10 b	90,90 a	8,29 b
C 1051-73	14,15 a	22,63 a	19,90 a	87,93 b	7,98 c
C323-68	14,39 a	22,38 a	19,70 a	88,02 a	6,80 d
C86-503(testigo)	12,67 b	21,38 b	18,00 b	84,19 b	10,28 a
CV	5,43	0,88	5,45	8,63	12,61
E.E	0,61	0,30	0,72	1,95	1,02

Abcdef Medias con superíndices no comunes difieren estadísticamente a P <0.05 (Dunnett, 1995)

Cuando analizamos estas mismas variedades pero en la evaluación de los parámetros agroindustriales en la tabla No. 4 se pudo observar que para el rendimiento industrial calculado existen diferencias significativas entre ellas pero la de mayor rendimiento industrial calculado resultaron las variedades C323-68, C1051-73 y la de menor rendimiento industrial la C 86-503. En cuanto al brix la variedad que mejor se comportó fue la C 1051-73 y la que más mal se comportó fue la C 86-503 (testigo), existiendo diferencias significativas entre ellas. En el parámetro industrial % de pol la variedad que obtuvo mejores resultados fue la C 1051-73 seguida por la variedad C 323-68. De acuerdo a la pureza es válido destacar que la variedad que expresó mejor comportamiento fue la C 89-161 y la C 323-68 siendo lo contrario en la variedad C 1051-73 y la C 86-503(testigo). En cuanto a la t pol/ha, aunque existen diferencias significativas entre las 4 variedades la que mayor valor alcanzó fue la C 86-503(testigo).

Estos resultados se corroboran con los obtenidos por Hung et al (1998) donde obtuvo resultados similares con estas variedades, además con la variedad Ja 60.

Estos resultados corroboran que los estimados de interacción genotipo ambiente (gxe) han sido muy notables (Bernal, 1986 y Vega, 1993).



**Tabla No. 5 Evaluación de los parámetros económicos.**

<b>Variedades</b>	<b>Rend . t/ha</b>	<b>% RPC</b>	<b>Precio /t</b>	<b>Valor /\$</b>	<b>Gasto Total</b>	<b>Ingreso Total</b>	<b>Costo/\$</b>
C 89-161	45,80	12,95	108,92	4988,54	2392,60	2595,94	0,48
C1051-73	40,08	14,15	113,06	4531,44	2238,47	2292,97	0,49
C323-68	34,50	14,39	114,97	3966,46	2132,79	1833,67	0,54
C86-503	57,10	12,69	101,23	5780,22	2763,64	3016,58	0,35

En la Tabla 5 se aprecian los resultados de los parámetros económicos resultando las mejores variedades la C 86-503 y la C 89-161 donde obtuvieron menor costo por peso las cuales a su vez tienen una ganancia de 3016,58 pesos y 2595,94 pesos respectivamente

## **CONCLUSIONES:**

Después de haber evaluado los parámetros de cada variedad se ha arribado a las siguientes conclusiones:

1. La utilización de variedades comerciales como la C89-161, C86-503 en suelos vertisoles con rendimientos agrícolas superior a las demás en las variables evaluadas.
2. Las variedades C323-68 y C1051-73 son de alto contenido azucarero con rendimiento industrial favorables en la producción azúcar.
3. El índice de calidad del jugo resulta útil para la selección de variedades de rendimiento industrial apropiados para la zafra azucarera.
4. Con la extensión a nivel comercial de la variedad C86-503 los beneficios económicos serían significativos con un ingreso de \$ 3016,58.

### **RECOMENDACIONES:**

Después de haber evaluado los parámetros de cada variedad se ha arribado a las siguientes recomendaciones:

1. Aumentar las áreas de las variedades C 86-503 y C 89-161 en los vertisuelos de la UBPC "Arroyo Blanco" con un manejo adecuado de cada una de ellas, ya que fueron las que mejor comportamiento tuvieron.

### **Bibliográfica.**

- Aday, O., Morales, M., Barroso, F., China, A., Rodríguez, M.,
- Alonso, G. (1979). *Estudio sobre el Desarrollo Vegetativo, la Maduración y la incidencia de la Floración sobre la Calidad de los Jugos de Cinco Variedades de*
- Álvarez, A. (2006). El verdadero ahorro está en aumentar los rendimientos agrícolas. *Revista ATAC*, 2, 37-43 p
- Bernal, C.R. (1976). Memoria de la 39 Conferencia de la ATAC, Edit. Orbe, Cuba.
- Bernal, N. (1986). Clasificación de ambientes en las provincias de Holguín, Las Tunas y Granma en los estudios de regionalización de variedades de caña de azúcar. Memoria para optar por el grado de Candidato a Doctor en Ciencia Agrícolas, Academia de Ciencias de Cuba, Ciudad de La Habana, Cuba.
- Brizuela, 2002 Guía técnica del cultivo de la caña. [en línea] Disponible en: <http://www.mag.gob.sv/administradorarchivos1/file1172.pdf> [Consulta: febrero, 6 2009].
- *Caña de Azúcar*. Memoria para optar por el Grado de Candidato a Doctor en
- Centella, A. (2002). Diccionario Meteorológico Internacional. Disponible en: <http://www.infomet.fcr.es/assaig/S.htm> [Consulta: mayo, 19 2009].
- Ciencias Biológicas, Academia de Ciencias de Cuba, Ciudad de La Habana, Cuba.
- Cuéllar, I., Villegas, M. de León, H., Pérez. (2002). *Manual de fertilización de la caña de azúcar en Cuba*. La Habana: Unidad de impresiones graficas del MINREX. 127 p.
- Cuéllar, I., Villegas, R., de León, M. (2002). *Álvaro Reynoso 140 años después*. Ciudad de la Habana: Unidad de impresiones graficas del MINREX. 116p.
- Cuéllar, I., Villegas, R., de León, M., Gómez, A., Piñón, D., Villegas, R., Santana I. (2003). *Caña de azúcar, paradigma de*

sostenibilidad. La Habana: Unidad de impresiones graficas del MINREX. 175 p.

- Chinae, A., Piñón, D. (1999). *Panorama fitopatológico de la caña de azúcar en Cuba*. Jornada Científica 35 Aniversario INICA. 63p.
- Chinae, A., Rodríguez, E. (2009). *Enfermedades de la caña de azúcar identificación y lucha*. Ciudad de La Habana: INICA. 132 p.
- Dunnett's, C.W. 1995. Step-up testing of parameters with unequally correlated estimates. *Biometrics* 51:217
- Estévez, Y.H. (2005). *Perfeccionamiento del proceso de selección de variedades de caña de azúcar con criterios de sostenibilidad en la provincia de Villa Clara* Memoria en opción al título académico de MMáster en Agricultura Sostenible. Villa Clara, Cuba.
- Flores, S. (2007). *Las plagas de la caña de azúcar en México*. Ciudad de México: Ediciones México. 288 p.
- García, H. (2004). *Estudio de poblaciones clonales y genotipos de caña de azúcar (Saccharum spp.) en diferentes condiciones de estrés ambiental*. Memoria para optar por el título de Doctor en Ciencias Agrícolas, Universidad Agraria de La Habana, Ciudad de La Habana, Cuba.
- Herrera, M. (2002). Contribución metodológica a la zonificación agroclimática de la caña de azúcar caracterización de las áreas cañeras de la provincia de la Habana. La Habana: UNAH. 99 p.
- Jorge, et al. (2000 marzo). Manejo y Explotación de las variedades de caña de azúcar en Cuba. *Revista Cuba y Caña*, 1, pp. 26-28.
- Jorge, H. et al. (2010). *Principios y conceptos básicos para el manejo de variedades y semillas de caña de azúcar en la agroindustria azucarera cubana*. La Habana: PUBLINICA. P 5.
- Jorge, H. Jorge, I., Segrera S. (2003). *Variedades de caña de azúcar*. Programa de fitomejoramiento, impacto en la producción Azucarera cubana. La Habana: PUBLINICA. pp. 49-99
- Jorge, H., García, H., Díaz, F., Jorge, I., Cabrera, L., Bernal. Et al. (2007). *Nuevo enfoque para la evaluación de caña de azúcar en*

Cuba. INICA, La Habana, Cuba.

- Jorge, H., González, R., Casas, M., Jorge, I. (2002 enero). Normas y Procedimientos el Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba, *Revista Cuba & Caña*, No 1, INICA, La Habana, Cuba.
- Jorge, H., Jorge, I., Segrera, S. (2004). *Catalogo de las nuevas variedades de la caña de azúcar*. La Habana. PUBLINICA. 101 p.
- Kristek, S., Renata G., Jurisie, D. (2008). Optimizing performance of rotary sugar driers through modelling and control. *Sugar Industry*. 133, 58, pp. 564- 568.
- Mayo2006).Disp.en:<http://biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/feria2006/Trabajo%2037.doc>. [Consulta: febrero, 13 2009].
- Pérez, D. (2004 I). Juventud Rebelde. *Modelo para evaluar la sequía*. P. 8.
- Pérez, J., Cuellar I., de León M., Santana, M., Fonseca J., M. Pérez, M. (2004 noviembre). Caña de azúcar: captación, conservación y manejo sostenible del agua y la humedad del suelo. Serie caña de azúcar siglo XXI. Suplemento especial de la Revista Cuba & Caña, 3, p. 43
- Pineda, E. (2002). *Los factores edáficos y la respuesta de la caña de azúcar a los fertilizantes*. Memoria para optar por el título de Doctor en Ciencias Agrícolas, Universidad Agraria de La Habana, Ciudad de La Habana, Cuba.
- Pineda, E. et al. *Catálogo de plagas y enfermedades de la caña de azúcar*. [en línea].
- Publicaciones azucareras, 2001. Fundamentos técnicos-prácticos del cultivo la caña de azúcar, Ministerio del Azúcar, Cuba
- Reyes, M., Valentín M., Ruíz, E. (2004). El cultivo de la caña de azúcar. En: Fundamentos de agropecuaria. La Habana: Pueblo y Educación. p. 135-163.
- Rodríguez, E., Alfonso I., Acevedo R., Piñón, D., Estrada M. González R. et al (2005). Implementación del servicio fitosanitario de la caña de azúcar en Cuba II *Simposio internacional de vigilancia*

*fitosanitaria y su relación con la protección al entorno.* La Habana: Cuba.

- Rodríguez, M., Rodríguez E., Alfonso, I. (2008 enero-mayo). Experiencia cubana para el manejo integrado de plagas en la caña de azúcar. *Revista ATAC*, 1, pp.17-23.
- Tai, et al (1981). Inheritance of resistance to rust in sugarcane. *Field Crop Res* 4:261-268.
- Varela, J. (2002). Granma. *Reestructuración en el sector azucarero. Vamos a moler caña que económicamente se justifique.*
- Vega, A. (1993). *Evaluación de algunos aspectos relacionados con la etapa intermedia de selección de la caña de azúcar en Cuba.* Memoria en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas, Universidad Agraria de La Habana, Ciudad de La Habana, Cuba.