

UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS "CARLOS RAFAEL RODRÍGUEZ"



**RESPUESTA DE TRES NUEVAS VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR EN LOS
SUELOS DE LA UNIDAD ESTATAL BÁSICA DE CIUDAD CARACAS.**

TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

ASPIRANTE: MARLENY MONZON LÓPEZ

TUTOR: MSc. IRENALDO DELGADO MORA

COTUTOR: Ing. JOSÉ LUÍS DÍAZ CABO

CIENFUEGOS, 2012

"AÑO 54 DE LA REVOLUCIÓN"

RESUMEN

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 un objetivo de trabajo prioritario para muchos países productores de azúcar, empeñados en lograr mayores beneficios económicos en la explotación del cultivo. Bajo estas nuevas premisas se desarrolló este estudio en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Manacas perteneciente a la UEB Ciudad Caracas, con el objetivo de evaluar el comportamiento agroindustrial de tres nuevas variedades de caña de azúcar. En julio del 2010 fue plantado un experimento con cuatro variedades comerciales (plantaciones de frío), en bloques completamente al azar con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron: brix, porcentaje de pol en jugo, pureza, porcentaje de pol en caña (ppc), toneladas de caña por hectárea (t caña/ha), toneladas de pol por hectárea (t pol/ha), cenizas, fósforo inorgánico en el jugo y azúcares reductores. Se obtuvo como resultado que la variedad C92-514 ofreció resultados agroindustriales similares o superiores al testigo C1051-73, así como C90-317 presentó los más bajos rendimientos. Todos los cultivares presentan bajos valores de fósforo en jugo y azúcares reductores, así como alto contenido de cenizas en los meses cosechados y los resultados obtenidos confieren un valor económico-ambiental, ya que permite perfeccionar la programación de la zafra en que debe cosecharse las diferentes variedades de caña de azúcar (principio, mitad o final).

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Particularidades en la Caña de Azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	3
2.2. Agricultura Sostenible en Cuba.....	3
2.3. Requerimientos hídricos de la caña de azúcar	5
2.4. Hidromorfía, régimen pluviométrico, sequía y estrés ambiental.....	8
2.5. Mejoramiento genético de la caña de azúcar.....	10
2.6. Caracterización de Variedades.	11
2.7. La Interacción Genotipo x Ambiente (I.GxE).....	11
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1. Determinación del contenido agrícola y azucarero.	14
3.2. Evaluación de algunos indicadores de la calidad de los jugos.....	14
3.3 Análisis económico ambiental.	15
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
4.1. Resultados del contenido agrícola y azucarero.....	16
4.2. Resultados de algunos indicadores de la calidad de los jugos.	19
4.3. Análisis económico ambiental	24
5. CONCLUSIONES.....	26
6. RECOMENDACIONES	26
7. BIBLIOGRAFÍA.....	

1. INTRODUCCIÓN

El azúcar constituye, desde hace cientos de años, uno de los componentes más importantes y universalmente utilizados de la dieta humana. Su importancia viene dada en su aporte energético a bajo costo, en combinación con su capacidad de endulzar. Se produce en las más diversas condiciones climáticas, prácticamente en todos los países del orbe. La caña de azúcar (*Saccharum*, sp.) es una gramínea C4 que crece predominantemente en regiones tropicales y subtropicales para la producción de sacarosa. Alrededor de dos billones de toneladas de azúcar se producen anualmente, en un área de 18 millones de hectáreas de más de 80 países productores.

En la década de los años 90, se crean situaciones extremadamente difíciles para Cuba por la desaparición del campo socialista. La falta de capacidad financiera o de créditos para la adquisición de insumos, obligan a iniciar un proceso de transformación de la tecnología agrícola en búsqueda de alternativas que aprovechen al máximo las características y potencialidades de la planta y su interacción con las condiciones naturales. Se trabaja sistemáticamente para lograr una agricultura cañera cada vez más ecológica, u orgánica, menos dependiente de los costosos insumos de productos químicos y que basada en el más moderno desarrollo científico – técnico, posea una verdadera racionalidad ecológica y sustentabilidad económica (Jorge y García, 1995). Sin embargo, la producción azucarera de Cuba en 1998 llegó solamente a 3.2 millones de toneladas, como resultado de condiciones climatológicas, deficiencias en la organización, falta de materiales críticos y recursos financieros.

El programa cubano de variedades garantiza que constantemente se estén incorporando a la producción nuevos individuos para sustituir variedades que van degenerando y comienzan a ser susceptibles a plagas y enfermedades. La variabilidad natural de las lluvias, de la temperatura y de otras condiciones del clima son los principales factores que explican la variabilidad de la producción agrícola.

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 un objetivo de trabajo prioritario para muchos países productores de azúcar, empeñados en lograr mayores beneficios económicos en la explotación del cultivo (Delgado, 2008).

El incremento en la productividad de azúcar requiere de la disponibilidad de cultivares de caña de azúcar de alta capacidad productiva, con elevados contenidos de azúcar. Este objetivo exige la utilización de distintas estrategias de manejo que permiten la expresión del potencial azucarero de las variedades difundidas.

Problema Científico.

¿Cuál sería el comportamiento Agroindustrial de tres nuevas variedades de caña de azúcar en la UEB Ciudad Caracas?

Hipótesis.

“Evaluando el comportamiento agrícola e industrial de nuevas variedades de caña de azúcar en un suelo pardo sialítico, permitiría conocer la respuesta de estos cultivares y su adaptación a diferentes condiciones ambientales, así como su generalización a todas las unidades productoras de la UEB Ciudad Caracas”.

Objetivo general.

Evaluar el comportamiento agroindustrial de tres nuevas variedades de caña de azúcar en los suelos de la UEB Ciudad Caracas.

Objetivos específicos.

1. Determinar el contenido agrícola y azucarero de tres cultivares de caña de azúcar.
2. Evaluar algunos indicadores de la calidad de los jugos de la caña de azúcar.
3. Determinar el análisis económico ambiental de los resultados.

La novedad científica.

“Por primera vez se logran caracterizar tres nuevas variedades de caña de azúcar, en suelos de la UEB Ciudad Caracas del municipio de Santa Isabel de las Lajas en plantaciones de frío, permitiéndolo familiarizarse con su comportamiento y realizar recomendaciones sobre bases científicas”.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Particularidades en la Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*)

La caña de azúcar es una planta proveniente del sureste asiático. Fue llevada a la Península Ibérica por los árabes, donde se cultivaba principalmente en las tierras costeras de Málaga y Granada. En este sitio todavía se conserva el más antiguo trapiche de Occidente. Posteriormente los europeos llevaron la planta, primero a las islas Canarias, y luego a las Indias Occidentales, en muchas de cuyas zonas el clima era más favorable que en la Península Ibérica, por lo que casi se abandonó el cultivo en ésta. La caña es un cultivo de la zona tropical o sub tropical del mundo. Requiere agua y de suelos adecuados para crecer bien. Es una planta que asimila muy bien la radiación solar, teniendo una eficiencia cercana a 2% de conversión de la energía incidente en biomasa. Un cultivo eficiente, puede producir 150 toneladas de caña por hectárea por año (con 14% de sacarosa, 14% de fibra y 2% de otros productos solubles). Su periodo de crecimiento varía entre 11 y 17 meses, dependiendo de la variedad de caña y de la zona. Requiere de nitrógeno, potasio y elementos menores para su fertilización. En zonas salinas se adiciona azufre para controlar el sodio. Se puede cosechar a mano o a máquina. Una persona puede cosechar entre 5 y 7 toneladas por día de caña quemada y 40% menos de caña sin quemar. La cosecha mecánica se hace con cosechadoras que cortan la planta y separan los tallos de las hojas con ventiladores. Una máquina puede cosechar 30 toneladas por hora. La producción mundial de caña de azúcar en el 2005 fue de 1,267 millones de toneladas, siendo el principal productor Brasil con 34 % de la producción mundial, India 18 %, China 7 %, Pakistán 4 %, México 4 %, Tailandia 3%, Colombia 3% y otros países representan el 27%; para la India, Pakistán, Cuba y Turquía, representa la base fundamental de su economía. (Wikipedia, 2005).

2.2. Agricultura Sostenible en Cuba

Desde la época colonial la agricultura cubana se caracterizó por el uso del monocultivo, siendo la caña de azúcar su ejemplo más representativo. La dependencia económica de miles de nuestros campesinos estaba en este cultivo y en los pequeños conucos con productos de subsistencia para su alimentación. La importación de productos agrícolas para la alimentación caracterizó esa época que se extendió hasta el triunfo de la revolución. (CITMA, 2002).

El triunfo revolucionario adoptó el compromiso social y político de alimentar a todos los cubanos, coadyuvó a que se desarrollaran numerosos programas para la agricultura de forma intensiva. Esto conllevó, como se dice anteriormente a una agricultura de altos insumos, no ordenada desde el punto de vista ambiental.

El hecho de que la agricultura cubana se haya transformado y se apliquen técnicas de agricultura sostenible, estuvo influenciada, sin lugar a dudas por la toma de conciencia de la protección de nuestros recursos naturales y el medio ambiente a partir fundamentalmente de la Conferencia de Río de Janeiro.

No puede haber Agricultura sin Mejora Genética , y en el caso de la Agricultura Sostenible se está obligado a conseguir materiales que respondan eficientemente en las nuevas condiciones del cultivo, por ejemplo no bastará conseguir mayor eficacia en la asimilación de Nitrógeno, sino que dicha eficacia debe ser demostrada no en condiciones de monocultivo sobreprotegido por el hombre sino en laboreo mínimo o de no laboreo, o de un menor aporte de abonos y pesticidas, de otra técnica que sea propia de la agricultura sostenible. Entre las características de las nuevas variedades están: resistencia a condiciones adversas, eficacia en la utilización del agua, resistencia durable a enfermedades y plagas, eficacia en la asimilación de nutrientes, cortos períodos vegetativos y reproductivos, posibilidades para su mecanización. (INICA - MINAZ, 2008).

En la lucha integrada contra plagas y enfermedades es necesario integrar varios métodos como son: la lucha biológica, la mejora genética, las labores fitotécnicas, la utilización de atrayentes sexuales, así como los plaguicidas para las etapas críticas.

La sostenibilidad no significa renunciar a ninguno de los avances científicos y tecnológicos, que se han dado en el sector agrario en las últimas décadas, sino que, por el contrario, y haciendo uso de ellos, los utilicemos con el fin de seguir produciendo alimentos de gran calidad, competitivos en el mercado, a costos razonables para la agricultura y teniendo en cuenta en todo momento las exigencias de la protección del Medio Ambiente y de la conservación de los recursos naturales y del paisaje. Solo así se puede conseguir una actividad agraria sin menoscabo del desarrollo del espacio rural (Rivacoba,y Morín, 2005).

Las distintas variedades de caña que hoy se cultivan en el mundo con fines comerciales son especies e híbridos del género *Saccharum*, de la familia de las gramíneas (*Poaceae*). Es un cultivo de los llamados permanentes, que se cosecha en períodos que oscilan entre

12 y 24 meses. La duración de la cepa tiene como promedio entre 5 y 10 cosechas, aunque esto varía bastante entre regiones y según las distintas prácticas fitotécnicas. Para la nación cubana, la caña y el azúcar forman parte integrante de la historia, la cultura y las tradiciones del pueblo. Una historia que estuvo caracterizada por la injusticia social y que alcanzó su más cruel expresión durante la etapa colonial, con la introducción de esclavos africanos para los trabajos en las plantaciones cañeras y la operación de los trapiches de azúcar (Guerra, 1961; Delgado, 2008).

A partir de 1959, en la agricultura cañera se desarrolló un proceso de modernización dirigido a una agricultura más intensiva, de altos insumos y caracterizada fundamentalmente por la introducción de la mecanización, que a finales de la década de los años 80 alcanzaba el 75% de la cosecha y el 100% del alza, lográndose una producción nacional promedio de más de 7.5 millones de t/año.

La agricultura es el sector de la economía más susceptible a las variaciones del clima. Los numerosos estudios que ya existen indican una fuerte oscilación local y regional tanto en el volumen de cosecha de los diferentes cultivos, como el riesgo de producción frente a los cambios climáticos. El volumen de cosecha no depende solamente del clima general de la región, sino también de las condiciones del tiempo, justamente durante el período de vegetación de las plantas sembradas, las cuales son determinadas por la variabilidad de los parámetros meteorológicos. En ese sentido, juegan un papel importante los cambios estacionales (forma y amplitud) de los factores meteorológicos. El período de crecimiento en algunos cultivos se acortará en algunas regiones en 3-4 semanas, en otras se observará una prolongación. Se modificarán, no sólo la fecha de cosecha sino también el desarrollo de los estadios de crecimiento. (Hartmut Graßl *et.al*, 2001).

2.3. Requerimientos hídricos de la caña de azúcar

El agua constituye para los seres vivos, y en especial para las plantas, un factor de vital importancia, tanto cuantitativa como cualitativamente. A pesar de su abundancia en la naturaleza, el agua no es un compuesto corriente, ya que sus características físicas y químicas especiales le confieren propiedades muy específicas para la vida de los vegetales.

- Es el principal constituyente del protoplasma.
- Disuelve los nutrientes del suelo haciéndolos asequibles para la planta.
- Funciona como medio en el cual tienen lugar todas las reacciones metabólicas.

- Es el medio traslocador de nutrientes y productos elaborados por la planta de una célula a otra, de un tejido a otro y de un órgano a otro.
- Es factor indispensable para el proceso fotosintético ya que suministra los electrones para la reducción del CO_2 , incorporando el H a los compuestos orgánicos y liberando el O_2 .
- Determina la fase de elongación de las células en crecimiento mediante su absorción
- Por su alto valor de evaporación controla la temperatura de la planta.
- Interviene determinadamente en los procesos de crecimiento y desarrollo tales como germinación, crecimiento vegetativo, reproducción, etc.

Son diversos los factores que influyen sobre la absorción de agua por las raíces, pero los más importantes son los factores del suelo, tales como la temperatura, la presión osmótica de la solución del suelo, la aireación y la disponibilidad de agua del suelo.

El régimen hídrico y los procesos fisiológicos de las plantas. El déficit hídrico se produce siempre que la pérdida por transpiración sea mayor que la absorción y está caracterizado por una reducción del contenido hídrico, el potencial osmótico y del potencial de agua, acompañado por la pérdida de turgencia, el cierre de los estomas y la reducción del crecimiento. El déficit hídrico del medio día se produce por el retraso de la absorción respecto a la transpiración, ya que ambos factores son independientes (Pacheco *et al.*, 2007).

Casi todos los procesos fisiológicos en la planta se ven afectados por el déficit de agua. Veamos sólo los más importantes.

a) Fotosíntesis: Este proceso se afecta debido a las siguientes causas:

El cierre hidroactivo de los estomas provoca la reducción del suministro de CO_2 .

Afectación en la translocación de los fotosintatos. El déficit de agua disminuye la translocación de los productos de la fotosíntesis y la acumulación de ellos en el sitio de producción provoca la limitación de la fotosíntesis, aún cuando otros factores no son limitantes.

El estrés de agua en la ultraestructura del citoplasma afecta la actividad enzimática. La deshidratación de la cutícula de las paredes celulares y de las membranas celulares de la epidermis disminuye su permeabilidad al CO_2 .

En un experimento con caña de azúcar se varió la humedad del suelo, y pudo observarse que la recuperación de la fotosíntesis no es tan rápida como la de humedad del suelo, debido a que el protoplasma necesita un cierto tiempo para restablecer sus capacidades

metabólicas, destacándose a medida que se repiten los ciclos de sequía las plantas recuperan más rápido su nivel de actividad fotosintética, como si ésta se adaptara a los ciclos repetidos de sequía. También se produjeron diferencias entre los individuos estudiados.

b) Respiración: Debido a que la mayoría de las reacciones bioquímicas de la respiración y la estructura y función de las enzimas respiratorias son afectadas por el déficit de agua.

c) Crecimiento: La falta de agua afecta el crecimiento debido a la inhibición que se produce en la síntesis de sustancias reguladoras del crecimiento, así como directamente sobre los procesos de elongación y división celular que veremos más adelante.

d) Absorción y traslado de nutrientes: Las raíces no pueden absorber los iones que no llegan a su superficie y el agua es la encargada de trasladarlos en el suelo. Posteriormente el movimiento del agua por el xilema, a través de las corrientes transpiratorias, se encarga de trasladarlos.

e) Metabolismo del carbono: El metabolismo del carbono está determinado por tres procesos fundamentales: la fotosíntesis, la respiración y la fotorrespiración, cualquiera de los cuales se afecta con la carencia de agua.

Reynoso, (1962), define en su ensayo, a la caña de azúcar como una planta de regadío, resaltando las exigencias del mismo en ese sentido. Al respecto se han desarrollado numerosas investigaciones. Para definir las necesidades de agua para diferentes épocas de plantación y corte en el occidente de Cuba, Jiménez y Lamo de Espinosa (1998), concluyeron que existió un efecto determinante de las épocas de plantación y corte sobre la evapotranspiración real, la lluvia aprovechable y el número de riegos, oscilando la primera entre 1193 – 2113 mm, mientras la lluvia aprovechable representó entre el 55 – 70% del consumo en la mayoría de las cosechas. La conversión de los mm de agua consumidos en t de caña y de azúcar fue de 10.45 – 16.32 mm y 85.56 – 138.38 mm respectivamente.

Viqueira Lilliam y Lamelas (1999) mediante el análisis de 260 cosechas de experimentos donde participaron 21 variedades de caña, en diferentes zonas climáticas, tipos de suelo, cepas, ciclos, técnica y régimen de riego, obtuvieron que una producción media complementaria de 30 t caña.ha-1 en caña planta de primavera de ciclo largo, se obtiene con una norma de 4100 m3.ha-1, 49.3 t caña.ha-1 en fríos de 15-18 m con 5200 m3.ha-1, 20.5 t caña.ha-1 en primaveras de ciclo corto con 3600 m3.ha-1 y en retoños de 12-13 m 18.5 t caña.ha-1 con 1900 m3.ha-1.

Estos autores coinciden en la variación que introducen en los resultados la utilización de diferentes variedades, lo que supone una respuesta genética a este carácter, y la que la misma es susceptible de ser mejorada, con la puesta en práctica de programas de fitomejoramiento, con la finalidad de obtener genotipos capaces de aportar producciones económicamente ventajosas en condiciones de estrés hídrico, lo cuál es común aún en condiciones de suelos favorables, donde estas situaciones se presentan en determinados períodos.

Considerando un enfoque genético – fisiológico de este aspecto y tomando como base un grupo de variedades de caña de azúcar de alta, media y baja sensibilidad al riego.

2.4. Hidromorfía, régimen pluviométrico, sequía y estrés ambiental

Extensas superficies agrícolas están localizadas en terrenos con problemas de drenaje, en zonas cuya topografía ocasiona un drenaje deficiente, agravado en muchos casos por la baja permeabilidad del terreno. En muchos casos estas áreas con sistemas de riego, el manejo inadecuado del agua, puede dar lugar una rápida elevación de la capa freática (que inicialmente podía estar suficientemente profunda), hasta alcanzar la zona radicular, con los consiguientes efectos de exceso de humedad y el peligro de salinización del mismo.

En climas húmedos cuándo el drenaje natural es insuficiente, se llega a la misma situación, aunque en estos casos la salinización del suelo no es tan frecuente como en climas áridos.

La condición de humedad excesiva o hidromorfía, influye por una parte en muchas propiedades del suelo, por otra afecta directamente a los cultivos que en ellos se desarrollan. El efecto más importante es la disminución de la aireación en la zona radicular.

La lluvia, a diferencia del riego que un momento dado solo incide sobre una parte del área, afecta a grandes extensiones, definiéndose por su cuantía (volumen total caído desde el comienzo hasta el final de la lluvia, expresado en mm), duración (tiempo transcurrido desde el comienzo al final de la lluvia) e intensidad (relación cuantía – duración). El comportamiento regular durante un período de tiempo de las lluvias es lo que se conoce como régimen pluviométrico.

Según el vocabulario meteorológico internacional (Pérez, Dora 2004:54) refiere a la sequía en su acepción más común se define como: “Período de condiciones meteorológicas anormalmente secas, suficientemente prolongado como para que la falta de precipitaciones cause un gran desequilibrio hidrológico”. Es muy conocido que la sequía como fenómeno de desarrollo gradual, comienza y termina de manera no bien definida y su impacto es sumamente variado, razones por las cuáles algunos autores afirman que obtener y

recomendar una definición única sobre la base de los distintos criterios existentes es una tarea inútil.

Existen tantas definiciones de sequía, como objetivos hay para definir las (sequía agrícola, hidrológica, meteorológica, etc.), sin embargo un denominador común en todas las definiciones es la escasez de precipitaciones con respecto a un comportamiento normal de la misma. Como valor normal de la precipitación, se considera un valor promedio histórico obtenido a partir de una serie de longitud determinada. Si consideramos este valor normal como inalterable en el tiempo, estamos entonces eludiendo la constante modificación del clima, por lo que también es necesario tener en cuenta que la lámina de precipitación de referencia debiera ser dinámica y reflejar el clima en evolución.

Los procesos que conducen a la sequía son sumamente complejos y sus orígenes mas inmediatos pueden estar vinculados a la escasez de humedad atmosférica, la insuficiencia de sistemas generadores de lluvia o la persistencia de una fuerte subsidencia o bien la combinación de algunos de estos factores, cuyas causales deben ser estudiadas en el contexto de la circulación general de la atmósfera (Lecha et al., 1994). Partiendo de los factores más importantes del clima, la lluvia y la temperatura, podemos determinar un Índice de Sequía (Y), el cuál represente y determina las zonas y los períodos en los cuáles es necesario al menos suministrar agua a los cultivos para que no mueran, este índice está dado por la expresión:

$$(1) \quad Y = \frac{12 * H}{T + 10}$$

Donde: H- Lluvia promedio mensual, (mm)

T- Temperatura promedio mensual, (°C)

Si el índice de Sequía (Y) está entre 5-10 nos indica períodos secos y zonas áridas por los que el suministro de agua a los cultivos se hace indispensable, si por el contrario se encuentra por encima de 10, el riego puede resultar siempre útil.

Se conoce como estrés ambiental aquellas situaciones diversas que se apartan de los óptimos requeridos por los cultivos, dentro de las causas más comunes están los originados por agua ya sea en exceso (hidromorfía) o defecto (sequía), temperatura (casi siempre asociada a la sequía), aire, luz y salinidad (Iglesias, 1994 b).

2.5. Mejoramiento genético de la caña de azúcar

El objetivo central de cualquier programa de mejoramiento de un cultivo de importancia económica, es la liberación de variedades más productivas y resistentes a las principales plagas y enfermedades que lo afectan (Bernal, 1996). La caña de azúcar no ha estado al margen de estos objetivos por lo que innumerables esfuerzos y resultados se han logrado en ese sentido.

En el contexto de la agricultura cañera cubana, con la creación del Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) en 1964 por el Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz, los resultados más relevantes se han obtenido en el mejoramiento del rendimiento en caña, ello se ha visto reflejado en el incremento de las variedades nacionales en la composición varietal del país, si en 1943 solo el 2% del área cañera nacional era ocupada por variedades cubanas, en 1979 ya se había cubierto el 36%, para a partir de 1996 ocupar más del 90%.

Otras líneas del mejoramiento genético de la caña de azúcar en el país, ha sido la obtención de variedades de alto contenido azucarero, siendo reportada esta como una tecnología de relevante incidencia en el incremento de la rentabilidad, productividad y sostenibilidad de la producción azucarera, ya que la transformación en que se encuentra enfrascado el sector, condiciona cambios drásticos en la política de obtención de variedades a causa de que la reducción del área agrícola presupone contar con variedades de alto contenido azucarero.

El comienzo temprano de la estación de cosecha de la caña, está determinado principalmente por su contenido de azúcar. La introducción a la práctica productiva de variedades con un contenido de sacarosa relativamente alto durante los meses de noviembre y diciembre, no solo significa la posibilidad de garantizar un comienzo temprano y estable en ese período tan problemático respecto al comportamiento azucarero, sino que como consecuencia de ello se obtienen beneficios económicos adicionales por concepto de una mas eficiente utilización de la infraestructura involucrada en la cosecha, transporte y operaciones de molienda en la industria (Cox *et al.*, 1990).

En la actualidad muchos países que se dedican al mejoramiento genético de la caña de azúcar, prestan un interés especial a la selección de variedades de alto contenido azucarero y que maduren precozmente. A ello ha contribuido, la gradual generalización del pago de la materia prima sobre la base de la calidad en el momento de ser entregada a la industria azucarera (Gálvez, 1992).

En el ámbito nacional otras tareas del mejoramiento genético han estado encaminadas hacia la obtención de variedades para la producción de biomasa, ya sea para ser utilizadas como alimento animal (Milanés *et al.*, 1986) o para la producción de energía, así como para las condiciones de estrés ambiental.

2.6. Caracterización de Variedades.

Una variedad puede expresar diferentes manifestaciones fenotípicas en dependencia del ambiente donde esta se desarrolle y todos sus componentes pueden resultar de interés agronómico, Díaz *et al.*, (2000) y Díaz, (2006). Los genotipos relativamente no tienen la capacidad de expresarse de la misma manera en cualquier ambiente, lo que tiene que ver con su sensibilidad al cambio ambiental, sea este ambiente, la expresión de una diferente localidad, año agrícola o tratamientos agrícolas tales como riego, fertilización, densidad o época de siembra, heterogeneidad del suelo por citar algunos de ellos. Por lo que se puede hacer referencia a genotipos más o menos estables en la expresión de sus atributos, si los genotipos muestran diferencias y estas se mantienen constantes en los diferentes ambientes, entonces puede decirse que no ha ocurrido interacción genotipo-ambiente. De suceder lo contrario, si se modifican las diferencias de expresión por cada ambiente, entonces si ocurre interacción genotipo-ambiente (Mariotti, 1987).

Las cualidades para las que se caracterizan las variedades, se refieren a requerimientos óptimos de la variedad para expresar su rendimiento potencial. La categorización de estas cualidades se realizará por datos experimentales, de extensión, pruebas de validación y/o producción y las combinaciones entre estos, González (2004).

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 de la experticia en este paso y algunos posteriores del proceso. Es debido a ello que las respuestas a muchos aspectos de la caracterización sólo podrán ser ofrecidas por experticia.

2.7. La Interacción Genotipo x Ambiente (I.GxE)

El término genotipo se refiere a un cultivar (material genéticamente homogéneo como puras líneas o copias, o heterogéneo, como las poblaciones abiertas) en lugar de la constitución genética de un individuo. El término ambiente relaciona al conjunto del clima, suelo, microorganismos (plagas) y las condiciones de manejo, en un ensayo individual

llevado a cabo en una situación dada en un año (cosechas anuales) o durante varios años (plantas perennes). En particular, un ambiente identifica una situación localidad-año (cultivos anuales) o localidad-ciclo de cosecha (plantas perennes) (Annicchiarico, 2002).

Los principales efectos genéticos proporciona la única información pertinente cuando los efectos de la interacción genotipo-ambiente (I. GxE) están ausentes o ignorados. Sin embargo, las diferencias entre los genotipos pueden variar ampliamente entre los ambientes en la presencia de grandes (I. GxE) como lo informaron en extensas investigaciones DeLacy *et al.*, (1990) y Annicchiarico (2002), por ello son consideradas un estorbo, al sesgar la mejora en una determinada región. Tales efectos pueden contribuir junto con los efectos completamente ambientales, a la inestabilidad temporal y espacial de los rendimientos (Kang, 1998).

Las (I. GxE) pueden ofrecer oportunidades sobre todo en la selección y adopción de genotipos que muestran la interacción positiva con las localidades y sus condiciones medioambientales (explotación de la adaptación específica) o de genotipos con frecuencias baja de rendimiento pobre (explotación de la estabilidad del rendimiento) (Simmonds, 1991 y Ceccarelli, 1996).

El conocimiento creciente de la importancia de las (I. GxE) ha llevado al cultivo y evaluación ordinaria de genotipos en multiambientes y a los ensayos regionales para la recomendación de cultivares en las fases finales de la selección del material. No deben ignorarse los efectos de la (I. GxE), más bien analizarlos usando las técnicas apropiadas para explorar las oportunidades potenciales y desventajas (Jorge *et al.*, 1989 b).

Bidinger *et al.*, (1996) y Kang (1998), al referirse a las causa que determinan la existencia de (I. GxE), plantearon la interacción mayor puede esperarse cuando hay una variación ancha entre los genotipos para caracteres morfofisiológicos que confieren la resistencia o susceptibilidad, a uno o más estrés, y por otra cuando es apreciable una ancha variación entre los ambientes para la incidencia de los mismos estrés (determinado por el clima, el suelo, biótico y factores de manejo).

Frecuentemente se han reportado grandes (I. GxE), entre pares de ambientes con niveles contrastantes de mayores estrés (Ceccarelli, 1996 y Bramel-Cox, 1996), definiendo como "favorable" cuando se caracterizan por estrés bajos y altas medias del rendimiento y "desventajoso" con estrés altas y rendimientos bajos. Sin embargo, interacciones grandes también pueden ocurrir entre pares de ambientes desventajosos e incluso entre pares de ambientes ligeramente favorables que posean similar media del rendimiento pero con

diferentes combinaciones de estrés o patrones de estrés mayor (Annicchiarico, 2002). Por ejemplo, un factor ambiental como la textura del suelo puede producir similares medias de rendimiento del material pero proporcionales con la interacción genotipo x textura del suelo (Koutsos *et al.*, 1992).

Para el cultivo de la caña de azúcar, el ambiente es una integración de un conjunto de factores, entre los que se destacan el suelo con todas sus características y el clima con sus elementos, siendo los más importantes las precipitaciones y su distribución, la temperatura y la humedad relativa. Estos factores y elementos pueden proporcionar una gama de combinaciones tan disímiles y, a veces impredecibles, que provocan una gran variación en las respuestas de los genotipos, pero observándose siempre grandes efectos modificadores del ambiente, como lo reportan Mariotti (1987); Naidú *et al.*, (1983); Hacket (1990) y en Cuba, Gálvez (1978); Espinosa (1980); Domini *et al.*, (1981); Álvarez (1981); López *et al.*, (1980); Bernal, (1986); Castro *et al.*, (1990); Jorge *et al.*, (1990); González (1995) y Mesa (1995).

Un genotipo puede expresar diferentes fenotipos en dependencia del ambiente donde este se exprese, todos sus componentes pueden resultar de interés fitotécnico. Los genotipos relativamente no tienen la capacidad de expresarse de la misma manera en cualquier ambiente, lo que tiene que ver con su sensibilidad al cambio ambiental, sea este ambiente de expresión una diferente localidad, año agrícola o tratamientos agrícolas tales como riego, fertilización, densidad o época de siembra, heterogeneidad del suelo por citar algunos de ellos. Por lo que se puede hacer referencia a genotipos más o menos estables en la expresión de sus atributos. Si los genotipos muestran diferencias y estas se mantienen constantes en los diferentes ambientes, entonces puede decirse que no ha ocurrido interacción genotipo-ambiente. De suceder lo contrario, si se modifican las diferencias de expresión por cada ambiente, entonces si ocurre interacción genotipo-ambiente (García, 2004).

Para caracterizar una localidad, es necesario tener presente sus características climáticas y dentro de ellas, como principal el régimen pluviométrico, así como el suelo (Hacket, 1990), pero también tienen una gran influencia las cepas, edades y ciclos en la expresión de determinados caracteres (Bernal, 1991). El manejo que se haga de estos factores, y su óptima combinación en una plantación son elementos básicos para obtener producciones elevadas (Castro, 1991).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Manacas, perteneciente a la UEB Ciudad Caracas del municipio de Lajas.

En julio del 2010 fue plantado un experimento con cuatro variedades comerciales (plantaciones de frío), en bloques completamente al azar con tres repeticiones. El área de las parcelas es de 48 m², con un largo de 7.5 m, por un ancho de 1.60 m, con cuatro surcos de ancho (Pérez y Milanés, 1979). La cosecha del experimento se realizó desde el mes de diciembre hasta marzo del 2012, en la cepa de caña planta.

Los genotipos evaluados se expresan en la tabla 1.

Tabla 1. Variedades utilizadas en el estudio.

No.	Variedades
1	C1051-73 (T)
2	C86-56
3	C90-317
4	C92-514

(T) - Testigo

3.1. Determinación del contenido agrícola y azucarero.

Para determinar el contenido agrícola y azucarero de las variedades de caña de azúcar se evaluaron las siguientes variables: porcentaje de pol en caña (ppc), toneladas de caña por hectárea (t caña/ha), toneladas de pol por hectárea (t pol/ha) según la metodología establecida por el INICA (Jorge *et al.*, 2002).

3.2. Evaluación de algunos indicadores de la calidad de los jugos.

Para evaluar algunos indicadores de la calidad de los jugos las variables evaluadas fueron: brix, porcentaje de pol en jugo, pureza, cenizas, fósforo inorgánico en el jugo y azúcares reductores, según la metodología establecida por el INICA (Jorge *et al.*, 2002).

Los diferentes índices de calidad se realizaron de acuerdo a las técnicas analíticas según el Manual Azucarero de Control Unificado (MACU) (ICINAZ, 1996).

Los suelos estudiados fueron los Pardo sialítico según Hernández *et al.*, (1999), y las precipitaciones medias mensuales del período en el que se desarrolló el experimento y la media histórica del año 2001 hasta el 2010 se expresan en la figura 1.

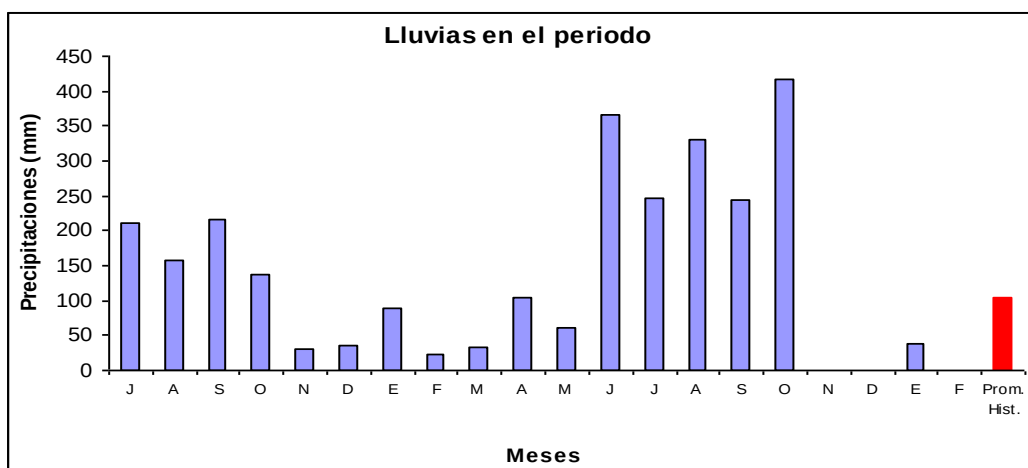


Figura 1. Precipitaciones medias mensuales del período y la media histórica.

Para comparar cada variedad se realizó un análisis de varianza de efectos fijos, de clasificación doble según Eisenhart (1947). Con el objetivo de caracterizar las variedades, se realizó la comparación de medias mediante prueba Múltiple de Rango con décima de Tukey ($P < 0.05$) HSD.

El modelo utilizado fue:

$$(2) Y_{ijk} = \mu + p_i + \beta_j + (p\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Efecto de la j-ésima edad, del i-ésimo cruce con la k-ésima medición.

μ = Media general.

p_i = Efecto del i-ésima variedad.

β_j = Efecto de la j-ésima edad.

$(p\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción del i-ésima variedad en la j-ésima edad.

e_{ijk} = Error asociado al i-ésimo cruce en la j-ésima edad en la k-ésima medición.

Los datos originales fueron comprobados para su ajuste a la normalidad mediante una prueba de Chi Cuadrado.

El paquete estadístico utilizado fue el STATISTICA, versión 6.0.

3.3 Análisis económico ambiental.

Se calculó el promedio de las toneladas azúcar/ha por cada variedad y en cada momento de cosecha, utilizando el precio de la tonelada de azúcar en el mercado internacional.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del contenido agrícola y azucarero.

El análisis de varianza para la interacción variedad por mes de cosecha en la variable pol en caña, ofreció diferencias significativas como se expresa en la tabla 2.

Tabla 2. Análisis de varianza para la interacción variedad por mes de cosecha en el pol en caña.

Causa de Variación	PPC		
	C. medios	F	S.
Variedad	1.64	37.118	**
Mes Cosecha	7.84	177.493	**
Variedad x Mes Cosecha	0.68	15.298	**
Error	0.04		

En esta variable la variedad C1051-73 reafirmó sus condiciones azucareras en el mes de diciembre, coincidiendo con resultados obtenidos por (Jorge *et al.*, 2007), con la diferencia que la variedad C92-514 también resultó destacada en este indicador (figura 2) en el mes de marzo, esto puede estar influenciado por las condiciones climáticas del último período antes de cosechar, donde en los meses de noviembre, diciembre y febrero no hubo incidencia alguna de lluvias y en el mes de enero solo alcanzó 38 mm (figura 3).

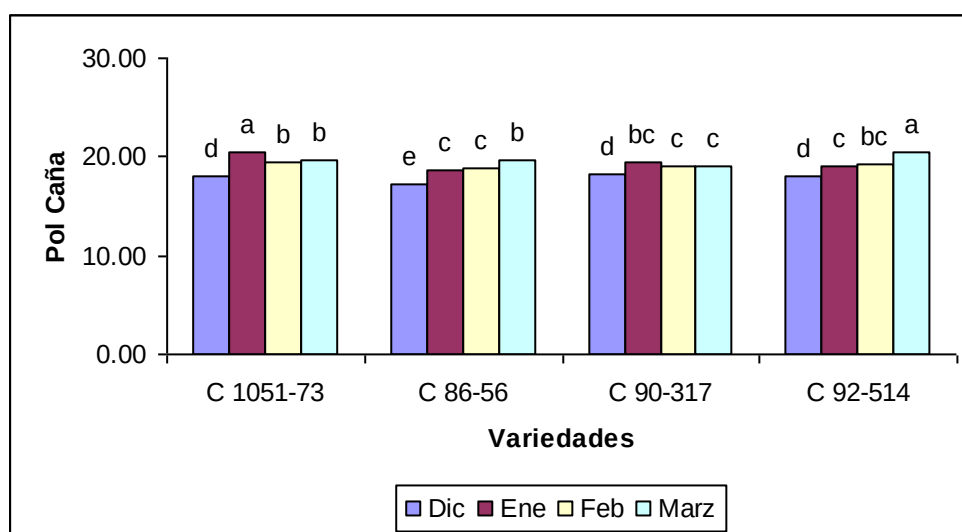


Figura 2. Interacción variedad por mes de cosecha en relación al pol en caña.

Media= 19.01

Std Dev.= 0.87

Coef. V= 5.0

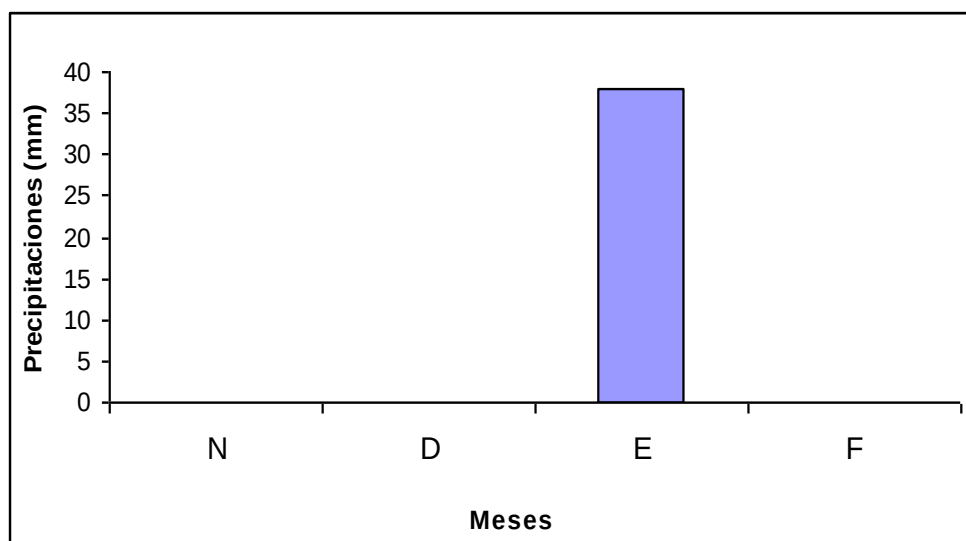


Figura 3. Representación de las precipitaciones en el período de cosecha.

El análisis de varianza para la interacción variedad por mes de cosecha en el indicador toneladas de caña/ha, ofreció diferencias significativas (tabla 3).

Tabla 3. Análisis de varianza para la interacción variedad por mes de cosecha en las t caña/ha.

Causa de Variación	C. medios	F	S.
Variedad	4215.8	16.915	**
Mes Cosecha	2843.78	11.41	**
Variedad x Mes Cosecha	972.43	3.902	**
Error	249.24		

Se destaca como los cultivares alcanzan valores superiores a las 80 toneladas por hectáreas (figura 4), ofreciendo valores por encima de la media nacional, demostrando alta capacidad agroproductiva para estos suelos (Jorge y Jorge, 2003) y Jorge et al., 2010), lo que puede estar influenciado por las lluvias reportadas en los meses antes de efectuar la cosecha (figura 5), así como C90-317 que presentó los más bajos rendimientos.

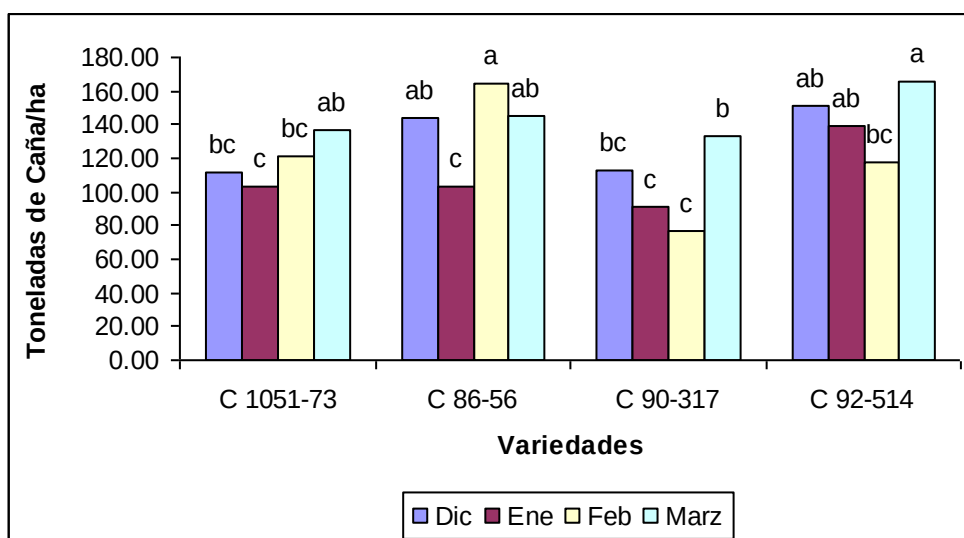


Figura 4. Interacción variedad por mes de cosecha en relación a las t caña/ha.

Media= 126.10 Std Dev.= 28.40 Coef. V= 23.0

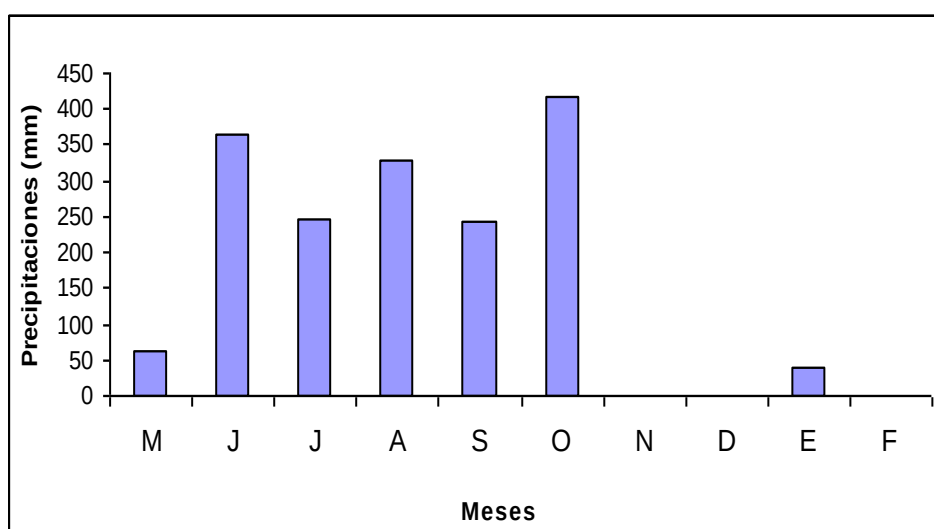


Figura 5. Representación de las precipitaciones antes de la cosecha.

El análisis de varianza para la interacción variedad por mes de cosecha en el indicador toneladas de pol/ha, ofreció diferencias significativas (tabla 4).

Tabla 4. Análisis de varianza para la interacción variedad por mes de cosecha en las t pol/ha.

Causa de Variación	C. medios	F	S.
Variedad	151.28	17.427	**
Mes Cosecha	127.96	14.74	**
Variedad x Mes Cosecha	36.07	4.155	**
Error	8.68		

El cultivar C92-514 se destaca con los mayores valores en el mes de marzo (figura 6), reafirmando sus potenciales de madurez tardía, así como C86-56 en febrero con madurez intermedia (García, 2008; Zabala *et al.*, 2007 y Gonzáles, 2010). Además C90-317 alcanza los más bajos valores durante toda la cosecha.

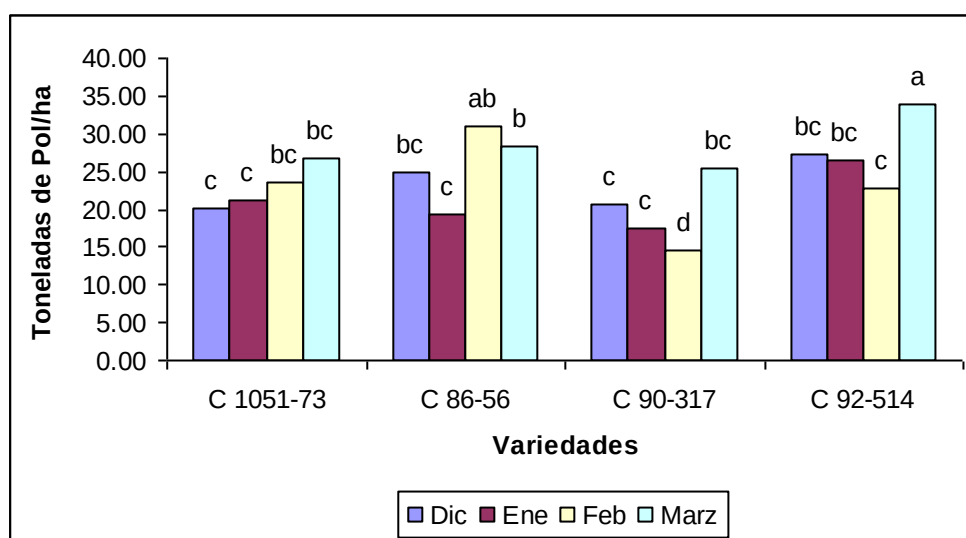


Figura 6. Interacción variedad por mes de cosecha en relación a las t pol/ha.

Media= 23.98

Std Dev.= 5.53

Coef. V= 23.0

4.2. Resultados de algunos indicadores de la calidad de los jugos.

Al determinar la dinámica de indicadores de la calidad de los jugos en las variedades de caña de azúcar que se estudian, se pudo observar lo siguiente:

El análisis de varianza para la interacción variedad por mes de cosecha en el indicador brix, ofreció diferencias significativas como se expresa en la tabla 5.

Tabla 5. Análisis de varianza para la interacción variedad por mes de cosecha en el brix.

Causa de Variación	C. medios	F	S.
Variedad	2.25	29.661	**
Mes Cosecha	11.53	151.989	**
Variedad x Mes Cosecha	0.75	9.83	**
Error	0.08		

Además las variedades C1051-73 y C92-514 resultaron superiores a las demás, demostrando su alto contenido en sólidos solubles en agua bajo estas condiciones en los meses de enero y marzo respectivamente (figura 7).

Resultados similares en otros cultivares reportaron González (2010) y Valido (2011), donde la variedad C85-102 resultaba significativamente superior a las demás en febrero y marzo, con excepción de la variedad C90-530 que también obtuvo resultados superiores en este último mes.

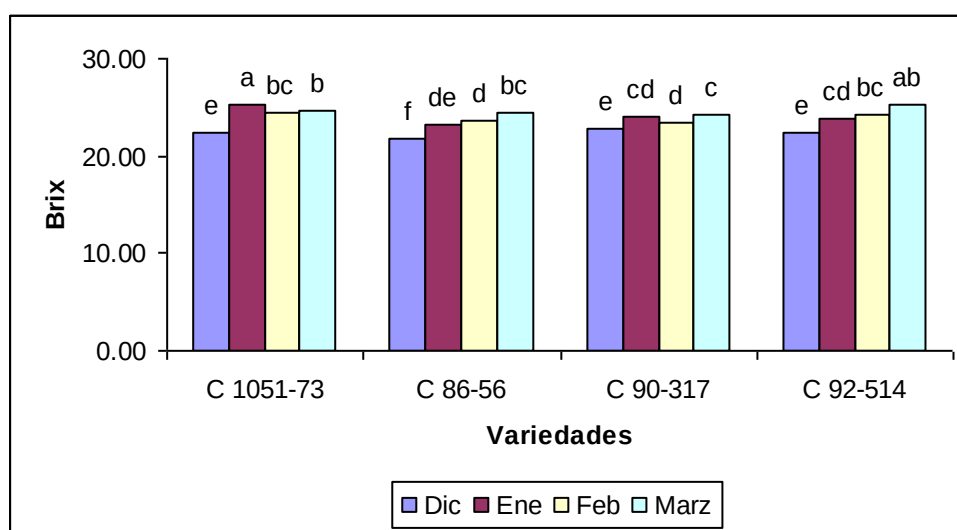


Figura 7. Interacción variedad por mes de cosecha en relación al Brix.

Media= 23.77

Std Dev.= 1.03

Coef. V= 4.0

El análisis de varianza para la interacción variedad por mes de cosecha en el indicador pol en jugo, ofreció diferencias significativas como se expresa en la tabla 6.

Tabla 6. Análisis de varianza para la interacción variedad por mes de cosecha en el pol en jugo.

Causa de Variación	Pol Jugo		
	C. medios	F	S.
Variedad	2.14	37.482	**
Mes Cosecha	10.24	179.367	**
Variedad x Mes Cosecha	0.89	15.515	**
Error	0.06		

En esta variable ocurrió similar al pol en caña en las variedades C1051-73 y C92-514 (figura 8). Estos parámetros son muy usados en la industria azucarera y sus valores están estrechamente relacionados con el alto contenido de sacarosa en el jugo, dado que es una consecuencia de la calidad azucarera de las variedades, así como una menor cantidad de fibra en la caña (Zossi *et al.*, 2010).

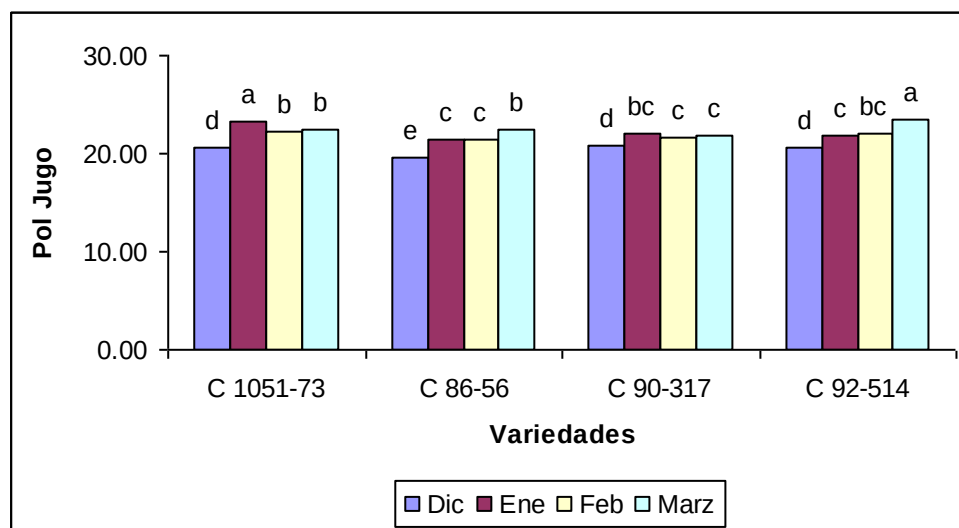


Figura 8. Interacción variedad por mes de cosecha en relación al pol en jugo.

Media= 21.73

Std Dev.= 1.0

Coef. V= 5.0

El análisis de varianza para la interacción variedad por mes de cosecha en el indicador pureza, ofreció diferencias significativas como se expresa en la tabla 7.

Tabla 7. Análisis de varianza para la interacción variedad x mes de cosecha en la pureza.

Causa de Variación	C. medios	F	S.
Variedad	0.35	0.657	*
Mes Cosecha	1.38	2.627	*
Variedad x Mes Cosecha	2.69	5.127	**
Error	0.53		

Además los genotipos presentaron excelentes resultados en la etapa inicial e intermedia de la contienda azucarera, excepto C92-514 en el mes de marzo, así como C90-317 con los valores más bajos en el este último mes (figura 9).

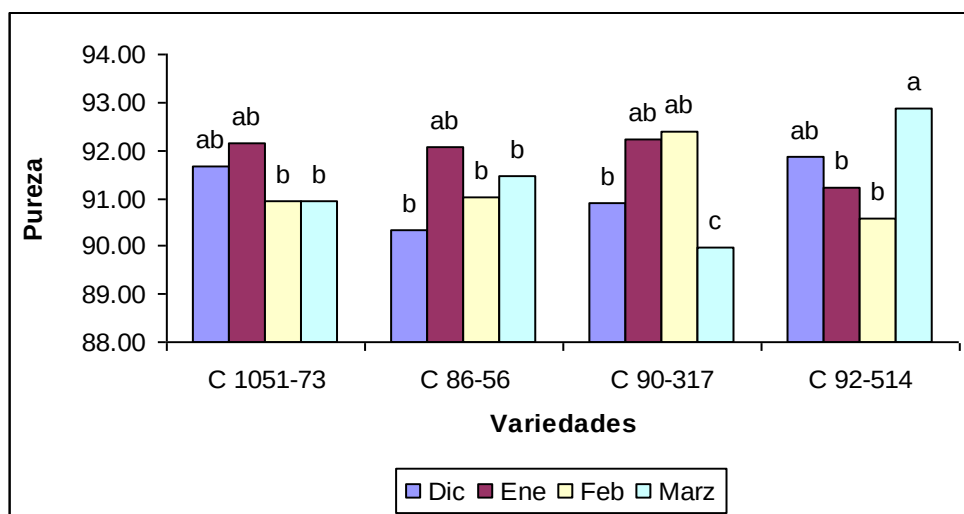


Figura 9. Interacción variedad por mes de cosecha en relación a la pureza.

Media= 91.42

Std Dev.= 0.99

Coef. V= 1.0

El análisis de varianza para la interacción variedad por mes de cosecha en el indicador fósforo en jugo, ofreció que no existen diferencias significativas como se expresa en la tabla 8, encontrándose los valores en los rangos permisibles para una buena clarificación de los jugos, ya que Honing (1969) plantea que para que exista una buena clarificación el fósforo en jugo se debe encontrar entre 300 – 600 ppm.

Tabla 8. Análisis de varianza para la interacción variedad por mes de cosecha en el Fósforo en Jugo.

Causa	C. medios	F	S.
Variedad	4998.57	1.795	
Mes Cosecha	19668.24	7.063	**
Variedad x Mes Cosecha	5598.43	2.01	
Error	2784.75		

Media= 441.93

Std Dev.= 70.39

Coef. V= 16.0

El nivel de fósforo presente en el jugo en forma de P_2O_5 tiene una importancia prioritaria en el proceso de formación de la sacarosa basado en la reacción que se produce, influyendo notablemente en la clarificación de los jugos en el proceso de fabricación de azúcar, ya que los mismos en un pH entre 6,8 y 7,8 quedan en forma de fosfatos libres que precipitan en forma de $(PO_4)Ca_2$ y $(PC_4)_3 Mg_2$ arrastrando en su floculado todas las impurezas del jugo y dejando óptimos jugos clarificados para el proceso fabril (Valido, 2011).

El análisis de varianza para la interacción variedad por mes de cosecha en el indicador azúcares reductores, ofreció que no existen diferencias significativas (tabla 9), presentando todos los cultivares bajos valores en los meses cosechados, aspectos estos muy importantes dado que este indicador interviene en las reacciones de calor y su descomposición en ácidos orgánicos hace que disminuya el pH produciéndose efectos negativos en la polarización de los jugos, los que provocan afectaciones en la pureza que es el patrón vital de control en el ingenio azucarero.

Tabla 9. Análisis de varianza para la interacción variedad por mes de cosecha en los azúcares reductores

Causa de Variación	C. medios	F	S.
Variedad	0.04	0.619	
Mes Cosecha	0.1	1.727	
Variedad x Mes Cosecha	0.06	0.985	
Error	0.06		

Media= 0.19 Std Dev.= 0.25 Coef. V= 127.0

Pérez, (2000) plantea que los azúcares reductores presentan altos porcentajes a inicio de zafra en los meses de noviembre y diciembre, disminuyendo en enero y febrero y manteniéndose así hasta finales de zafra, resultando de gran utilidad su conocimiento para las realizaciones de las cosechas en su óptimo de maduración donde los mismos se encuentran bajos, además de ser uno de los indicadores más efectivos para determinar el deterioro de la caña tanto en su período de post-maduración como post-corte de caña sin moler hasta 72 horas.

El análisis de varianza para la interacción variedad por mes de cosecha en el indicador ceniza, ofreció que existen diferencias significativas (tabla 10).

Tabla 10. Análisis de varianza para la interacción variedad por mes de cosecha en la ceniza.

Causa de Variación	C. medios	F	S.
Variedad	0.4	17.31	**
Mes Cosecha	0.05	2.149	
Variedad x Mes Cosecha	0.09	4.128	**
Error	0.02		

Se destaca el cultivar C1051-73 con los valores más elevados (figura 10). Sin embargo los valores medios de todos los genotipos se encuentran por encima de los permitidos en el proceso fabril, ya que estas sustancias se unen con las moléculas de agua y sacarosa produciendo severas incrustaciones en los equipos de transferencia de calor de los ingenios, así como interfieren en la correcta cristalización de los granos de azúcar (Delgado, 2012), así mismo plantea que a medida que aumentan las cenizas se produce una disminución de la relación pol en jugo/cenizas totales afectando el recobrado de azúcar en la industria y como otros autores comprobaron que por cada parte de estas sales inorgánicas presentes se dejan de cristalizar cinco partes de sacarosa.

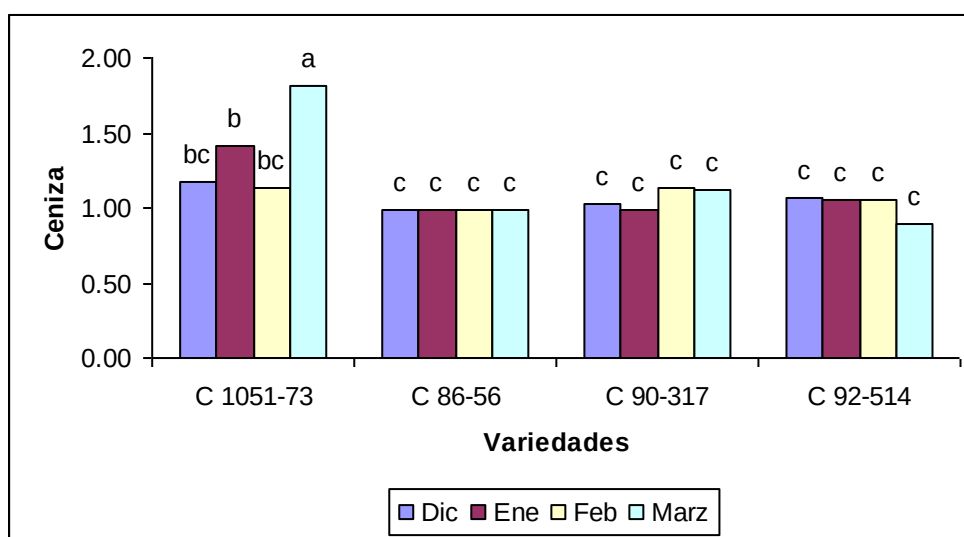


Figura 10. Interacción variedad por mes de cosecha en relación a la Ceniza.

Media= 1.12

Std Dev.= 0.26

Coef. V= 23

4.3. Análisis económico ambiental

Los resultados obtenidos confieren un valor económico-ambiental, ya que permite perfeccionar la programación de la zafra en que debe cosecharse las diferentes variedades de caña de azúcar (principio, mitad o final), así como ofrece la posibilidad de validar estas nuevas variedades ante los trastornos que se presentan en el proceso fabril, pudiendo definirse con rigurosidad si estas dificultades se deben en realidad a estas variedades o a otras causas ajenas a las mismas, facilitando las producciones estables, económicamente viables y socialmente aceptables, en armonía con el ambiente sin comprometer las potencialidades futuras del suelo. Además la utilización adecuada de

cada cultivar y en su momento óptimo, traería consigo un mejor aprovechamiento en la industria, así como se evitaría el fenómeno físico de evaporación en los tallos por consecuencia de la sequía, que provoca en los mismos un incremento de los sólidos (brix) por desecación, con el consiguiente aumento del pol en jugo y posteriormente se produce un fenómeno químico de desdoblamiento de la sacarosa con una brusca caída del pol en jugo e incremento de azúcares reductores entre otros, ocasionando cuantiosas pérdidas del crudo, lo que no se comporta de igual manera en todas las variedades resistentes a estas condiciones, constituyendo esto una evidente razón para el estudio de estos genotipos.

El impacto económico se refleja mediante los resultados de una programación de cosecha teniendo en cuenta el mejor momento para cada variedad, ya que el cultivar C92-514 presenta buenos resultados en el mes de marzo (tabla 11), alcanzando como promedio 22.63 t azúcar/ha, sin embargo, si se cosecha en los meses de diciembre a febrero, solo alcanzaría 16.98 t azúcar/ha como promedio, teniendo una diferencia de 5.65 t azúcar/ha lo cual ofrecería una pérdida de \$ 3 053.44 USD / ha, según la tasa en el mercado internacional de azúcar crudo, así pasaría también con el genotipo C86-56 el cual presenta una producción promedio en el mes de febrero de 20.71 t azúcar/ha y si se cosecha en el período de diciembre a enero, solo alcanzarían a 14.7 t azúcar/ha, ofreciendo una diferencia de de 6.01 t azúcar/ha, para una pérdida de \$ 3 247.99 USD / ha.

Tabla 11. Producción mensual.

Variedades/Meses	T azúcar/ha			
	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
C 92-514	18.24	17.60	15.11	22.63
C 86-56	16.52	12.88	20.71	18.97

5. CONCLUSIONES

1. La variedad C92-514 ofreció resultados agroindustriales similares o superiores al testigo C1051-73, así como C90-317 presentó los más bajos rendimientos.
2. Todos los cultivares presentan bajos valores de fósforo en jugo y azúcares reductores, así como alto contenido de cenizas en los meses cosechados.
3. Los resultados obtenidos confieren un valor económico-ambiental, ya que permite perfeccionar la programación de la zafra en que debe cosecharse las diferentes variedades de caña de azúcar (principio, mitad o final).

6. RECOMENDACIONES

1. Evaluar las variedades en estudio en la cepa de retoño.
2. Desarrollar similar estudio con otros cultivares en los suelos de la UEB Ciudad Caracas.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, M. (1981). Aplicación del Análisis de Componentes Principales a un grupo de variedades de arroz (*Oriza sativa* L.) atendiendo a variable de rendimiento agrícola e industrial. *Cultivos Tropicales*, Año 3, No.2/agosto, p.157-167.
- Annicchiarico, P. (2002). Genotype x environment interactions. Challenges and opportunities for plant breeding and cultivar recommendations. *FAO PLANT PRODUCTION AND PROTECTION PAPER*, 174, p.2-4.
- Zossi, B. S.; Gerónimo J. Cárdenas; Natalia Sorol y Marcos Sastre. 2010. Influencia de compuestos azúcares y no azúcares en la calidad industrial de caña de azúcar en Tucumán (R. Argentina). *Revista industrial y agrícola de Tucumán. Versión ISSN 1851-3018. vol.87 no.1. Las Talitas jun. 2010.*
- 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. Tesis para optar por el grado C. Dr. en Ciencias Agrícolas. INICA, MINAZ, 106 pp.
- Bernal, N. (1991). Informe Técnico de la visita efectuada a CENICAÑA. Colombia. Inédito 5 pp.
- Bidinger, F. R., Hammer, G.L. & Muchow, R.C. (1996). The physiological basis of genotype environment interaction in crop adaptation. In M. Cooper & G.L.
- Bramel - Cox, P. J. (1996). Breeding for reliability of performance across unpredictable environment interaction. Boca Raton. FL. CRC. Press, p309-339.
- Castro, S. (1991). Evaluación de ambientes y genotipos de caña de azúcar en la provincia de Holguín. Tesis para optar por el grado de C. Dr. en Ciencias Agrícolas. INICA, MINAZ, 95 pp.
- Castro, S., N. Bernal y J. Freeman. (1990). Clasificación de ambientes en caña de azúcar. Análisis Factorial y Componentes Principales en etapas intermedias. *Centro Azúcar*, 3:32-44.
- Ceccarelli, S. (1996). Positive interpretation of genotype by environment interaction in relation to sustainability and biodiversity. In M. Cooper & G.L. Hammer, eds. *Plant adaptation and crop improvement*. Wallingford, UK, CABI, p.467-486.
- CITMA (2002). Presentación Informe Final del Programa Nacional Científico Técnico (NCT) Producción de Alimentos por vías sostenibles, GEPROP-CITMA, 40 pp.
- Cox, M.; D.M. Hogarth y R.T. Mullins (1990). "Clonal evaluation of early sugar content. *Proc. Aust. Soc. of Sugar Cane Technol*, p. 90-98.

- DeLacy, I.H., Eisemann, R.L. & Cooper, M. (1990). The importance of genotype-by-environment interaction in regional variety trials. In m.S. Kang, ed. Genotype-by-environment interaction and plant breeding, Baton Rouge, LA, Louisiana State Univ, p. 287-300.
- Delgado, I. (2008). Manejo Sostenible de variedades de caña de azúcar en Cuba. Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Agricultura Sostenible. UCLV.
- Delgado, I. (2012). Caracterización de genotipos de caña de azúcar resistentes a condiciones adversas por déficit hídrico, atendiendo a indicadores de la calidad de los jugos. Informe Final del Proyecto de Investigación. INICA.
- Díaz, F. R; H. García; L. Aguilera (2000). Variedad de caña de azúcar que aporta soluciones para la producción comercial cubana. Memoria XII Seminario Científica del INCA, p. 144.
- Díaz, F.R., (2006). Metodología para el montaje y evaluación de los jardines de variedades en Villa Clara. INICA. MINAZ.
- Domini, M. E.; Gálvez, G.; Alfaro, B.; González, E.; Placeres, J. y Chediak, Y. (1981). Estudio de 16 variedades de caña de azúcar en tres zonas del oeste de La Habana. Resúmenes. 43 Cong. ATAC, p. 146.
- Eisenhart, C. (1947). The assumption underlying. The Analysis of variance. Biometrics, 3:1-11.
- Espinosa, R. B. (1980). Influencia de la fecha de plantación y las edades al momento de las cosechas sobre el rendimiento y sus componentes en la caña de azúcar (*Saccharum spp.*) Resumen de la tesis para optar por el grado de C. Dr. en Ciencias Agrícolas. INCA, MES La Habana, 32 pp.
- Gálvez, G. (1992). ¿Es necesario la obtención de variedades de alto contenido azucarero para iniciar zafra?. Resúmenes del 46 Congreso ATAC, p. 40.
- Gálvez, G. (1978). Estudio de la interacción genotipo ambiente y métodos de estabilidad en experimentos de variedades de caña de azúcar (*Saccharum spp híbrido*). Tesis para optar por el grado de C. Dr. en Ciencias Agrícolas. INCA, MES. La Habana, 76 pp.
- García, E. (2008). Rendimiento agroazucarero de familias de variedades de caña de azúcar a diferentes edades y momento de cosecha. Tesis presentada en opción al Título de Ingeniero Agrónomo. UCLV.
- García, H. (2004). Optimización del proceso de selección de variedades de caña de azúcar tolerantes al estrés por sequía y mal drenaje en la región central de Cuba. grado Científico de Dr. en Ciencias Agrícolas. INICA.

- González, A. (1995). Caracterización del efecto ambiental en estudios de regionalización de variedades de caña de azúcar (*Saccharum spp* híbrido) en la provincia de las Tunas. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Agraria de La Habana, 100 pp.
- González, P. (2010). Recomendación de variedades de caña de azúcar (*Saccharum spp.* híbrido) adaptadas a condiciones de estrés hídrico en la Unidad Básica de Producción "Santa Rita". Tesis para aspirar al título de Ingeniero Agrónomo. UCLV.
- González, R..M (2004). Manual de Procedimiento del Servicio de Variedades y Semilla (SERVAS). Ministerio del Azúcar. INICA. Cuba.
- Guerra, R. (1961). Azúcar y Población en las Antillas. Imprenta Nacional, La Habana, Cuba.
- ICIDCA-ONUDI-GEPLACEA, 1985. Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar, La Habana, 1985 INICA. 1996. Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y enmiendas. Departamento de Suelos y Fertilizantes del INICA. Cuba.
- Hacket, C. (1990). Crop environment matrix: a simple device for coarsely assessing the ecophysiological suitability of environments for crop production. Trop. Agric. (Trinidad), Vol 67. No. 2:139-163.
- Hartmut Graßl., Peter Hupfer y José L. Lozán Summer (2001). Revista. Introducción al problema Global del Clima.
- Hernández, A. Pérez J.M; Bosch, D; Rivero, L. (1999). Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. AGRINFOR, 64 pp.
- Honing, P. (1969). Principio de la tecnología azucarera, Continental, S.A., México.
- Iglesias, L. (1994b). "Revisión sobre diversos aspectos relacionados con la tolerancia al estrés de calor en plantas". Cultivos Tropicales 15(2) p99-107.
- INICA - MINAZ, (2008). Informe XVI Reunión de Variedades, Semillas y Sanidad Vegetal.
- Jiménez, R y Lamo de Espinosa (1998). Agricultura Sostenible. Ed. Mundi-Prensa, España, 593 pp.
- Jorge H., R. González, M. A. Casas, Ibis Jorge, (2002). Normas y Procedimientos del programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar. INICA.
- Jorge, H. (2005). Metodología para evaluar las Pruebas de Fuego. INICA, MINAZ, pp 10.
- Jorge, H. e Ibis Jorge. (2003). Variedades de caña de azúcar. En: Programa de Fitomejoramiento. Impacto en la producción azucarera cubana. PUBLIINICA. pp49.

- Jorge, H.; N. Bernal., e Ibis Jorge. (2010). Principios y conceptos básicos para el manejo de variedades y semilla de caña de azúcar en la agroindustria azucarera cubana. PUBLINICA. ISSN 1028-6527. La Habana. Cuba.
- Jorge, H. y H. García. (1995): Influencias de las variables agroclimáticas en los estudios de clasificación de ambientes. Fondo Nacional de Manuscritos Científico Técnico (FNMCT) de la BNLT-IDICT/MCTMA.
- Jorge, H.; H. García., N. Bernal., Ibis Jorge., A. Vera., y O. Suárez. (2007). Variedades de caña de azúcar en Cuba. Una nueva concepción y manejo. XXX Convención Nacional ATAM. Veracruz.
- Jorge, H., H. García, N. Jiménez y E. Rodríguez. (1989 b). Asociación y repetibilidad en clones de caña de azúcar. Revista ATAC, 6:2-6.
- Jorge, H., H. García, V. A. González y Z. Fernández-Vega. (1990). Interacción genotipo-ambiente en experimentos de variedades de caña de azúcar en la provincia de Cienfuegos. Comparación de métodos de estabilidad fenotípica. Memoria del I. Congreso ATALAC. Colombia, pp. 1-10.
- Kang, M.S. (1998). Using genotype-by-environment interaction for crop cultivar development. Adv. Agron., 62:199-252.
- Koutsos, T., Koutsika-Sotiriou, M. & Fasoulas, A.C. (1992). The impact of genotype x soil texture interaction of the efficiency of selection for yield in maize (*Zea mays* L.). Euphytica, 61:61-65.
- Lecha, L.; L.R. Paz y B. Lapinel (1994). "El clima en Cuba". Editorial Academia. La Habana. 186p.
- López, P. y C. De Armas. (1980). La potencialidad de la caña como recurso energético renovable. Seminario de Racionalización Energética de la Industria Azucarera. ONUDI-OLADE. La Habana. Cuba.
- Mariotti, J. A. (1987). Selection for stability and adaptability COPERSUCAR. Internacional sugarcane breeding wordshop, pp. 249-268.
- Mesa, J. M. (1995). Algunas Estimaciones de Parámetros Genéticos-Estadísticos y Simulación de la Eficiencia de la Selección de Poblaciones de Caña de Azúcar (*Saccharum spp.*). Tesis de grado para optar por el grado de Dr. en Ciencias Agrícolas INICA MINAZ, 101 pp.

- Milanés, N., J. M. Mesa y A. Cabrera. (1986). Clasificación de ambientes y genotipos en la 3ra etapa del esquema de selección con el uso de variables de manejo y cosecha y edafoclimáticas. Boletín INICA, 2:6-9.
- Naidú, K.M; Ramona, R.T.C and Shunmagasundaran, S. (1983). Varietal stability in sugarcane under conditions of drought. Proc. XVIII Cong. ISSCT. Biol. Com, 1:205-21.
- Pacheco, J., I.M. Domínguez, J. O. Lamadrid. (2007). Estudio de la lluvia y la evapotranspiración de referencia en cuatro puntos representativos de la Provincia de Villa Clara, Cuba. Centro Agrícola 33, No 4.
- Pérez, D. (2004). Presenta modelo para evaluar la sequía. Juventud Rebelde (CU), 8 de abril: 8.
- Pérez, J.L. y N. Milanés (1979). Revista Ciencias de la Agricultura. No. 4.
- Reynoso, A. (1862). Ensayo sobre el cultivo de la caña de azúcar. Quinta Edición. Ediciones Burgay y Cía, La Habana, 606. pp.
- Rivacoba, R. y Morín, R. (2005). Caña de azúcar y sostenibilidad. Enfoques y experiencias cubanas.
- Simmonds, N. W. (1991). Selection for local adaptation in a plant breeding programme. Theor. Appl. Genet., 82. pp. 363-367.
- Valido, Y. (2011). Caracterización de genotipos de caña de azúcar resistentes a condiciones adversas por déficit hídrico, atendiendo a indicadores de la calidad de los jugos. Tesis para aspirar al título de Ingeniero Agrónomo. UCLV.
- Viqueira, L. y C. Lamelas (1999). "Planificación del régimen riego de proyecto y explotación usando los factores del efecto del rendimiento. Resúmenes AGROMEC. p 47.
- Wikipedia. (2005). <http://wikimediafoundation>. Enciclopedia libre.
- Zabala, R.; Bernal, N.; Jorge H., Jorge Ibis , Mesa J. Ma., Zambrano Y, González R.,(2007): Evaluación participativa de Variedades de Caña de Azúcar en condiciones de estrés por sequía. Pruebas de Fuego. Proyecto Nacional MINAZ.
- ICINAZ-INSTITUTO CUBANO DE INVESTIGACIONES AZUCARERAS-(1996). Manual de Métodos Analíticos para el Control Unificado. Azúcar Crudo (Partes I y II), Ministerio del Azúcar, La Habana, CUBA.