

**FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE MECÁNICA APLICADA**

TRABAJO DE DIPLOMA

Determinación de los índices de pérdidas en cosecha y de materias extrañas de la cosechadora de caña CCA – 5000 en la Unidad Empresarial de base Majibacoa de la provincia de las Tunas.

AUTOR: José Ángel Reynaldo Reyes

TUTORES: DrC. Ing. Julián Remberto Sánchez Alonso,

Ing. Ramón Tamayo Batista



Holguín, 2017

Dedicatoria

A mis padres, por su dedicación y exigencia.

A mi novia, por estar a mi lado en todo momento.

A mis amigos, por ser cómplices de buenos y malos ratos.

A mis abuelos, por inculcarme la necesidad de superarse.

A toda mi familia, por estar siempre interesados por mí.

Agradecimientos

A mis tutores por su dedicación y asesoramiento

A los profesores del departamento de Mecánica Aplicada

A los ingenieros y personal del Centro de Desarrollo de la Maquinaria que nos ayudaron y acogieron durante la etapa de pruebas.

A todos los profesores que a lo largo de la carrera contribuyeron de una forma u otra a la realización de este trabajo de diploma.

RESUMEN

Dando continuidad a la investigación que se inició al prototipo de máquina cosechadora de caña modelo CCA 5000, durante la Zafra 2013/2014, en la UBEAPA “Antonio Guiteras Holmes” de la provincia Las Tunas y continuada en “Jesús Rabí” de la provincia de Matanzas en la contienda 2014/2015 y 2015/2016, durante el periodo de cosecha 2016/2017 se da continuidad a las pruebas de explotación en la Unidad Empresarial de Base Majibacoa de la provincia de las Tunas a las cosechadoras de la fabricadas en la República de China con asesoría de los técnicos cubanos. Durante la investigación se recopilaron datos técnicos e indicadores de calidad, los cuales permiten hacer valoraciones y analizar todas las insuficiencias detectadas. La presente investigación se desarrolló en áreas de la Unidad Empresarial de Base Majibacoa de la provincia de la Tunas. En la misma se evaluaron las pérdidas en cosecha y la calidad del material cosechado, el cual se determinó por muestreos realizados en el centro de recepción y directamente en el campo, lo que permitió verificar el porcentaje de materias extrañas y por tanto la calidad del producto cosechado. Los resultados obtenidos en la investigación permiten compararlos con lo normado por el fabricante para este tipo de cosechadoras.

ABSTRACT

Continuing the investigation that began the prototype of a machine harvesting machine model CCA 5000, during the 2013-2014 harvest in the UBEAPA "Antonio Guiteras Holmes" of the Las Tunas province and continued in Jesús Rabí of Matanzas province in 2014/2015 race, the harvesters of the manufactured in the Republic of China with the assistance of Cuban technicians were tested for exploitation. During the investigation, technical data and quality indicators were collected, which allow assessing and analyzing all identified deficiencies. The present investigation was carried out in areas of CAI "Jesús Rabí" located in the municipality of Calimete, in Matanzas province, the controlled observation ranged from January 6 to March 26, 2015. In the same, harvest loss and the quality of the harvested material, which was determined by sampling at the reception center and directly in the field, which allowed to verify the percentage of f strange matter and therefore the quality of the harvested product. The results obtained in the research allow to compare them with the norms by the manufacturer for this type of harvesters.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	4
1.1 Surgimiento y desarrollo de las cosechadoras de caña de azúcar en el mundo...4	
1.1.1 Cosechadoras de la caña de proceso completo más utilizadas a nivel mundial.4	
1.2 Cosechadoras de caña de azúcar existentes en Cuba.....	5
1.3 Consideraciones sobre la Cosecha Mecanizada.....	8
1.4 Zona de utilización y condiciones de trabajo.....	9
1.5 Requisitos Agrotécnicos de la CCA-5000.....	9
1.5.1 Requisitos de Explotación de la CCA-5000.....	10
1.5.2 Requisitos Técnicos de la CCA-5000.....	10
1.6 Cañas dejadas por la combinada.....	14
1.7 Factores que provocan pérdidas en cosecha.....	14
CAPÍTULO 2.DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE PÉRDIDAS EN COSECHA Y DE MATERIAS EXTRAÑAS DE LA COSECHADORA CCA-5000.....	16
2.1. Características de la zona donde se desarrolló la investigación.....	16
2.1.1 Ubicación y condiciones del terreno del desarrollo de las pruebas.....	17
2.2 Organización del ensayo tecnológico explotativo.....	18
2.3 Estructura del pelotón donde se desarrollaron las pruebas.....	18
2.4 Caracterización de la cosechadora cañera CCA-5000.....	19
2.5 Proceso tecnológico.....	21
2.6 Metodología para la realización del peritaje técnico de las máquinas cosechadoras de caña,.....	22
2.6.1 Metodología para la evaluación de Pérdidas y materias extrañas.....	26
2.7 Determinación de los índices de pérdidas en cosecha y de materias extrañas en otras cosechadoras de caña.....	29
2.8 Pérdidas en cosecha de la CCA-5000 en la zafra 2016/2017.....	32
Impacto Ambiental	34
CONCLUSIONES	35
RECOMENDACIONES	36

INTRODUCCIÓN

La cosecha mecanizada de la caña de azúcar, continúa siendo un eslabón importante en la economía de Cuba, por lo que se le presta gran atención al desarrollo y perfeccionamiento de la maquinaria involucrada en la agricultura cañera. Antes del triunfo de la Revolución, a pesar de que el país dependía fundamentalmente de la agricultura cañera, no se contaba con ningún tipo de mecanización, para sustituir la falta de la misma se empleaban miles de hombres con el objetivo de realizar el corte y alza de la caña, lo que implicaba una baja efectividad en la producción de azúcar y sus derivados. Durante el principio del siglo XIX se importan los primeros trapiches horizontales de hierro y se introducen los llamados “trenes franceses”. En 1902 comienza la penetración del capital inversionista norteamericano en la industria azucarera, que fue en ese año de 25 millones de dólares y que alcanzó en 1927 los 800 millones. Durante esta época fueron construidos 75 centrales de gran capacidad, fundamentalmente en la zona de Camagüey y Oriente. En general, la propiedad latifundista, el bajo nivel de calificación de la mano de obra, la caña cortada y alzada manualmente en su totalidad y el monocultivo cañero imperante, caracterizaron a la agricultura cubana en la primera mitad del siglo pasado.

Después de 1959, se impulsa el desarrollo e investigación de la mecanización en la agricultura cañera, su principal inspirador fue el Comandante Ernesto Guevara de la Serna (Che), cuando ocupaba el cargo de Ministro de Industrias, para ello se creó un grupo multidisciplinario, los resultados del mismo originaron el surgimiento de los primeros prototipos de máquinas cosechadoras, que no dieron buenos resultados, pero permitió iniciar la investigación en este campo. En la actualidad se ha continuado desarrollando el programa de investigaciones dedicado al sistema de cosecha de la caña de azúcar en Cuba. Las máquinas cosechadoras de caña han sido un tema principal, el cual ha estado dirigido principalmente al desarrollo de nuevos prototipos y al perfeccionamiento de las existentes, a pesar de las dificultades económicas que afronta el país. La agricultura cañera cubana sigue necesitada de una máquina cosechadora que cumpla con todos los requisitos y

exigencias agrotécnicas, técnico-explotativos y económicas, que logre altos índices productivos y de calidad del material cosechado, así como un aceptable grado de fiabilidad, los cuales garanticen un alto nivel de competitividad, tanto en el mercado cubano, como internacional.

Ha existido una tendencia, por parte de (**AZCUBA**), encaminada a la adquisición de máquinas de producción extranjeras en detrimento de las nacionales. Lo más razonable, es trabajar utilizando los conocimientos científicos y técnicos acumulados para lograr el desarrollo de una cosechadora, la cual ha demostrado que resultará mucho más económica y productiva.

Situación problémica.

Insuficiente información confiable sobre los indicadores de pérdidas en cosecha y materias extrañas de las cosechadoras de caña CCA-5000 en las condiciones de explotación.

Problema de la investigación: Necesidad de establecer experimentalmente los índices de pérdidas en cosecha y de materias extrañas de la cosechadora de caña CCA – 5000 en la Unidad Empresarial de Base Majibacoa de la provincia de las Tunas.

Objeto de la investigación: La máquina cosechadora de caña CCA-5000.

Campo de acción: Los índices de pérdidas en cosecha y de materias extrañas de la máquina cosechadora de caña CCA-5000.

Objetivo general de la investigación: Determinar los índices de pérdidas en cosecha y de materias extrañas de la máquina cosechadora de caña CCA-5000 en la Unidad Empresarial de Base Majibacoa de la provincia de las Tunas.

Hipótesis de la investigación: Si se determinan los índices de pérdidas en cosecha y de materias extrañas durante las pruebas de campo de la cosechadora de caña CCA – 5000, se podrá obtener información confiable para mejorar los parámetros del esquema tecnológico constructivo de la máquina.

Tareas de la investigación:

1. Realizar búsqueda bibliografía sobre actualización y desarrollo de la mecanización de la caña de azúcar.

2. Profundizar en el estudio de la metodología para la determinación de los índices de pérdidas en cosecha y de materias extrañas en otras cosechadoras de caña.
3. Desarrollar las pruebas a la cosechadora de caña CCA-5000 en la Unidad Empresarial de Base Majibacoa, provincia Las Tunas.
4. Realizar el procesamiento estadístico de la información de prueba mediante en el programa “SIP” Sistema Integral de Pruebas.
5. Evaluar los índices de pérdidas en cosecha y de materias extrañas de la cosechadora de caña CCA – 5000 con otras cosechadoras.

Los métodos de investigación: que se emplean son los siguientes.

Métodos Empíricos:

Observación científica: Se observará el comportamiento de los órganos de limpieza y de corte inferior de la cosechadora CCA – 5000 durante su explotación, así como las materias dejadas en campo por órganos de limpieza y los muestreo realizados en la Industria.

Consulta de expertos: Se realizarán consultas a grupos de expertos para obtener la información de los factores (internos y externos) que intervienen en los índices de pérdidas en cosecha y de materias extrañas de la cosechadora en estudio.

Métodos teóricos:

Análisis y Síntesis: Se realiza una búsqueda y recopilación de los principales aspectos referidos a los índices de pérdidas en cosecha y de materias extrañas de la cosechadora cañera CCA-5000 y de otras cosechadoras cubanas y extranjeras.

Históricos y lógicos: Permite comprender el objeto de estudio en su desarrollo, su historia y su lógica mediante el conocimiento de las distintas etapas del objeto en su sucesión cronológica; su evolución y desarrollo; las etapas principales de su desenvolvimiento y las conexiones históricas fundamentales.

Resultados esperados: Evaluar los índices de pérdidas en cosecha y de materias extrañas de la máquina CCA - 5000 y hacer una valoración de estos resultados con los de otras máquinas cubanas y extranjeras.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Surgimiento y desarrollo de las cosechadoras de caña de azúcar en el mundo.

En diferentes países se desarrollaron esquemas tecnológicos de cosechadoras de caña (disímiles en muchos casos y de gran semejanza en otros). Fueron construidos modelos de máquinas en Australia (TOFT, AUSTOF), EE.UU (CAMECO), Brasil (SANTAL) Alemania (CLAAS), todas al igual que la cosechadora cubana, cortan la caña a ras del suelo y a la altura del cogollo, realizan el trozado de los tallos y lanzan la caña a un medio de transporte, al lado de la cosechadora, sometiéndola antes a corrientes de aire que separan las materias extrañas que la acompañan. [Fernández, 2015]

El modelo Australiano TOFT (en la actualidad AUSTOFT) basa su esquema tecnológico en una secuencia de tambores alimentadores – despajadores (12 en total) que conduce la caña hasta un aparato trazador (antes del tipo machete, en estos momentos a base de tambores con cuchillas) donde es sometida a la acción de un extractor que separa las materias extrañas al caer a un transportador de descarga giratorio que las lanza al medio de transporte que marcha al lado, es uno de los modelos de mayor aceptación en la actualidad.

Por su parte el modelo CLAAS posee un esquema totalmente diferente: el aparato trozador, ubicado inmediatamente después del aparato de corte inferior, troza y lanza la caña a una estera, que la conduce hasta un transportador de descarga fijo; aprovechándose la cascada para expulsar las materias extrañas, con auxilio de un ventilador axial con potente flujo de aire.

La norteamericana CAMECO, muy similar a la AUSTOF; la brasileña SANTAL con transportador de descarga fijo, de nuevo tipo, donde la caña se traslada por la acción de un tambor lanzador y se limpia de impurezas por medio de ventiladores ubicados en su parte posterior.

1.1.1 Cosechadoras de la caña de proceso completo más utilizadas a nivel mundial.

Cosechadora de la caña CAMECO modelo CHW3500: Entre las ventajas y beneficios que nos ofrece esta máquina se pueden mencionar las siguientes:

El diseño estructural permite mejor distribución del peso de la cosechadora. Se ha comprobado que es la cosechadora más confiable y robusta del sector azucarero, gracias al depósito de combustible de 568 L y a la excelente eficacia de aprovechamiento del combustible de la máquina, podrá trabajar durante toda la jornada sin parar a recargar.

Cosechadoras de caña CLAAS: Estas cosechadoras de caña son accionadas por motores diésel de la firma Mercedes Benz y de la firma Caterpillar, cumplen de forma similar las funciones anteriormente descritas. El accionamiento es hidrostático a través de una caja de cambios pre conmutada de tres marchas. La cabina está colocada de tal manera, que el conductor siempre tenga una buena visibilidad sobre la máquina y el terreno. Todos los elementos de mando están ordenados ergonómicamente.

Cosechadoras de caña JHON DEERE 3520: La 3520 logra pasar por las condiciones más difíciles y está equipada con el comprobado de, confiable, poderoso, y económico en combustible. Motor John Deere 24 Válvula PowerTech 9.0 L de 337 hp (375 hp opcional); el exclusivo Field Cruise (Crucero de campo) es ahora estándar. Le permite al operador ajustar la velocidad del motor a 2000 rpm en campos de poca producción por hectárea para economizar combustible, diseñado específicamente para aplicaciones agrícolas.

Cosechadora de caña CASE IH A7000. Es fabricada por CASE IH AUSTOFT en Brasil, la cosechadora de caña CASE IH serie 7000 está constituida generalmente por circuitos hidráulicos comandados por circuitos eléctricos que conjuntamente con los sensores mantienen el mando y control estricto de cada acción llevada a cabo por la máquina. Estas acciones son ejecutadas por componentes mecánicos o subsistemas.

1.2 Cosechadoras de caña de azúcar existentes en Cuba.

Cuando triunfo la Revolución el 1959 en Cuba no existía ningún grado de mecanización en el corte y alza de la caña. Fue en 1961 se comenzó a probar las primeras máquinas cosechadoras que cumplen parte del proceso tecnológico de la cosecha. En el 1963 se construyeron 680 máquinas cortadoras cubanas tipo ECEA-MC-1 diseñadas sobre la base de las cosechadoras INCA de Sudáfrica, THOMSON

modelos HURRY-CANE y modelo F de la internacional HARVESTER. Este tipo de máquina cortaba ras, descogollaba y dejaba caer en el suelo bultos de caña que formaban un aditamento basculante acumulador, lo que favorecía el alza posterior, pero su desventaja consistía en la gran cantidad de hombre que necesitaba para limpiar la caña después que caía al suelo. [Fernández, 2015]

A partir de 1963 comenzó a destacarse la colaboración soviética con relación a nuevas cosechadoras construidas en las fábricas soviéticas Rosselmash en Rostov, Zaparozhe, Ujtomsky en la ciudad de Liubertsí.

Esta colaboración comprendida en el periodo de 1963 a 1969 se puede resumir en las siguientes máquinas: Alzadora soviética PG-05ST de capacidad y 80 ton (7 000 @) de productividad diaria que aumenta el rendimiento del machetero en un 40 %. Combinada autopropulsada KT1 que cumple por completo el proceso tecnológico, de estas máquinas entraron 30 a Cuba en 1965. Combinada de arrastre KCT1 que corta la caña la limpia y la deposita en la carreta de transporte con una productividad de 5 000 @ (Jornada de 8 horas).

En 1967 habían entrado 710 máquinas de este tipo, algunas con mejoras obtenidas en pruebas de campo (KCT1A). Realizada anualmente. Combinada autopropulsada CTK1 de la fábrica ZAPARAZHE probada en 1965. Combinada autopropulsada KCC1 y KCC1A de la fábrica LIBERTSY probada en 1965. Combinada autopropulsada KTC1A de la fábrica LIBERTSY probada en 1966. Combinada KTS1A probada en 1969. Todas las cosechadoras mencionadas con excepción de la primera que es una alzadora fueron diseñadas para cañas erectas y para trabajar con campos de bajos rendimientos puesto que la nariz delantera está adaptada con mecanismos activos para cumplir estos fines. Esta es la causa principal de su poca eficiencia en la mayoría de nuestros campos donde las cañas están encamadas y hay altos rendimientos.

Por otro lado las máquinas y medios de mecanización de la cosecha diseñada en Cuba continuaron desarrollándose a pesar de la introducción masiva de la KCT1 en forma concreta este desarrollo puede resumirse en la siguiente forma:

- Combinada Cubano-Checa (MCCL-1). Fue la primera máquina fabricada en nuestro país en 1964 después del triunfo de la Revolución. Además, se fabricaron los

centros de trasbordo y beneficio en seco de la caña en 1964. El centro de beneficio consiste en una instalación estacionaria situada al lado de la vía férrea con capacidad de 6 000 @ por jornadas de 12 horas, que tiene como función cortar los tallos en trozos de 30-35 cm. Actualmente en Cuba hay más de 400 centro de acopios construidos.

- Combinada de caña enredada (CCE-1 de semiestera y CCE2 de goma). Fueron las primeras máquinas alimentadas por mecanismos pasivos sin agarre que se fabricaron en Cuba (1968) y que posteriormente recibieron el nombre de libertadoras. Las primeras 25 modelo 800 se utilizaron en 1969. posteriormente surgieron dos nuevos prototipos: La libertadora modelo 1400 y la libertadora 1600 con distintos anchos de trabajo ara campos de altos rendimientos.

- Cosechadora frontal HENDERSON (1-CFH). Fabricada en 1968 cortaba, trozaba y alzaba la caña verde o quemada de alto rendimiento. Realizaba la limpieza en centro de beneficio y trasbordo. Se construyeron 148 de estas máquinas montadas en tractores de esteras soviéticos C-100, las que tuvieron múltiples dificultades que condujeron a su desactivación el año de 1971, luego de haber construido tres nuevos prototipos.

- Combinada de caña autopropulsada y trochadora (CCAT-910). Se construyó en 1969 y en el año 1970 se comenzó a desarrollar con los soviéticos para convertirse posteriormente en la combinada Cubano-Soviética KTP1 que se ha seguido experimentando y desarrollando anualmente hasta el momento.

- Combinada MASSEY-FERGUSON, modelo MF201CANCOMMANDER. Empezó a funcionar a fines de 1970. hasta el año 1973 se introdujeron en cuba cerca de 400.

- Cosechadora de arrastre Mini-Henderson. Fue creada en 1971 para cortar caña quemada, trozarla y depositarla en el medio de transporte. Esta máquina corta en campos de rendimientos menores de 100 000 @/Cab.

- Combinada KTP-2M. La KTP-2M de fabricación cubana está destinada para recolección de caña de azúcar tanto erecta como acamada. Deposita las partes aprovechables de la caña en un transporte que se desplaza paralelamente a la

máquina, esta corta las cañas por un extremo las succiona las despaja les corta el cogollo y lanza todas las impurezas al campo.

- Cosechadoras de caña CCA-5000: La cosechadora cañera CCA-5000 es capaz de cosechar un surco o hilera (sin dañar los plantones) en cañaverales con marcos de siembra desde 1.4 a 1.6 m, lo cual significa mejor calidad de corte y aumento de productividad con un mínimo de pérdidas de materia prima, Tiene un tamaño comparable a los modelos actuales de la competencia a nivel mundial, con un adecuado balance de carga que le permite mejor desplazamiento y maniobrabilidad con excelentes condiciones operacionales. Ha sido diseñada con un nuevo concepto revolucionario respecto a las anteriores cosechadoras KTP, esta característica aumenta significativamente el costo-beneficio de la máquina. Fue concebida con el objetivo de simplificar los mantenimientos. Los accesos a los componentes del motor, sistema hidráulico y mecánico son fáciles, que proporcionan rapidez en los servicios con mayor seguridad. En el diseño no se olvidó al operador, para ganar mayor productividad la CCA-5000 reservó el confort, buena visibilidad y facilidad operacional. Los mandos ubicados ergonómicamente aseguran comodidad y funcionalidad durante las jornadas de trabajo. [Senfort, 2014]

1.3 Consideraciones sobre la Cosecha Mecanizada

La recolección de la Caña de Azúcar y su entrega al central representa la culminación de todos los esfuerzos del cosechero, por tanto, se hace necesario la adopción de una serie de medidas en cuanto a la siembra de la caña y a sus características de crecimiento las que se relacionan con los parámetros constructivos de la máquina cosechadora las cuales permiten obtener la mayor productividad tanto de la máquina como del campo. Es por ello que cuando hablamos de las exigencias agrotécnicas que deben tener los campos cañeros nos basamos en las exigencias fundamentales que se requieren para la recogida de la Caña de Azúcar por medio de las combinadas. [González, 1983].

La Caña de Azúcar posee muchos tipos de especies dentro de las cuales hay diferencias notables en cuanto a sus características físicas (crecimiento, inclinación, ancho de la planta y diámetro de los tallos) y químicas (contenido de sacarosa, de glucosa, factor PH, entre otras). Actualmente se siembran especies superiores a las

que se sembraban cinco años atrás y se obtienen plantas con grandes condiciones para ser mecanizadas y con un alto rendimiento. [Fernández, 1983].

1.4 Zona de utilización y condiciones de trabajo

La combinada de caña de azúcar tiene como zona de utilización las plantaciones cañeras de Cuba, las condiciones de trabajo que requiere la combinada son las siguientes. [Silveiras, 1980].

- En los campos destinados a una cosecha mecanizada debe sembrarse la planta de caña de azúcar a una distancia entre hilera de 1.6 m.
- Hileras rectas, sembrados a chorrillos y a una distancia entre plantones de 40 a 60 cm.
- El diámetro del plantón en la base inferior de hasta 60 cm. Y diámetro del tallo en su parte inferior hasta 6 cm.
- Largo de la parte aprovechada del tallo de la caña de 1 a 4 m.
- Tallos de caña de azúcar recto, inclinado y entrecruzado, incluso de un surco a otro.
- Surcos ligeramente acamellados con una altura de 5 a 10 cm, aunque pueden llegar hasta 20 cm. en retoños de 4 o 5 cortes.
- Campos libres de piedras, troncos, palmas, árboles y otros obstáculos que dificulten el proceso de corte.
- En los campos con regadíos debe taparse la red de canales primarios y secundarios ante de la cosecha, en el caso de que esto dificulten el movimiento de las máquinas.

1.5 Requisitos Agrotécnicos de la CCA-5000

1. Cosechar con eficiencia caña verde del año y ciclo largo, con edades de hasta 24 meses, en condiciones erectas, encamadas y enredadas.
2. Cosechar un surco en cada pase de trabajo.
3. Cosechar en un rango de rendimiento agrícola desde 35 hasta 180 ton/Ha
4. El rango de rendimiento agrícola donde debe de cosechar con máxima eficiencia estará comprendido entre 50 a 130 Ton /Ha.

5. La cosechadora debe ser capaz de trabajar con eficiencia en campos con pendientes de hasta 15 grados en siembras normales y mayores en siembras en contorno y/o curva de nivel.
6. Debe ser capaz de cortar y recolectar la caña con nivel del suelo desde cero hasta surco de 10 cm de altura con el mínimo pérdidas de cosecha.
7. La cosecha la realizará en campos con distancias entre surcos de 150 a 160 cm.
8. La altura de corte que garantizará la cosechadora debe encontrarse entre -2 a 0 cm con respecto al nivel superior o cresta del surco.
9. Las pérdidas totales en cosecha deben encontrarse en un rango máximo permisible del 3% al 5%.
10. La cantidad de materias extrañas en el transporte de tipo vegetal (paja cogollos, etc.) permisibles no será mayor del 5 %, no se admite presencia de tierra.

1.5.1 Requisitos de Explotación de la CCA-5000

1. Capacidad de cosecha en caña verde por hora de tiempo de trabajo principal 50 toneladas/hora
2. Consumo específico de combustible: no mayor de 1,20 litros/ tonelada de caña cosechada en rendimientos agrícolas de 50 a 130 Ton /Ha (de 60.0 a 150.0 mil@/caballería).
3. Índice de consumo máximo de lubricante total en masa: 0.80% del consumo de combustible.
4. Duración del mantenimiento técnico de turno no mayor de 1.0 horas.
5. Coeficiente de seguridad tecnológica: mayor de 0.98.
6. Coeficiente de seguridad técnica: mayor de 0.95.
7. Tiempo de explotación económica no menos de: 7 años.

1.5.2 Requisitos Técnicos de la CCA-5000

La cosechadora debe de poseer un corta cogollo desmenuzador regulable en altura en un rango de 1 a 4 metros.

1. Desde la cabina del operador se debe controlar y realizar la regulación de la altura del corte. Es interés de lograr un sistema automático de copiado del relieve del suelo para mantener constante la regulación realizada de este parámetro.

2. La máquina debe estar dotada de espirales dobles separadores de la caña del surco contiguo.
3. Debe poseer cuchillas de corte laterales con desplazamiento de arriba abajo y viceversa con accionamiento opcional desde la cabina.
4. Hidraulizar al máximo los mecanismos agrícolas de la cosechadora con hidromotores y circuitos que permitan la reversibilidad, con mangueras que resistan dos veces o más las presiones de trabajo normales de los sistemas óleo hidráulicos. Los sistemas hidráulicos que se utilicen en la máquina deben tener elementos que estén estandarizados u homologados con los diferentes productores que comercializan en el mundo agregados y componentes óleos hidráulicos.
5. La cosechadora estará equipada con sistemas de protección y señalización en la cabina con parada automática del motor cuando lo requiera para los casos de:
 - Baja presión de lubricación del motor principal.
 - Alta temperatura del agua de refrigeración del motor principal.
 - Bajo nivel del agua de refrigeración del motor en el radiador.
 - Indicación de obstrucción o colma taje del filtro de depuración del aire de admisión del motor principal.
 - Indicación de presencia de agua en el filtro primario o de depuración basta del combustible del motor principal.
 - Indicación de obstrucción o colma taje de los filtros de los sistemas hidráulicos de la cosechadora.
 - Alta temperatura del lubricante de los sistemas hidráulicos.
 - Bajo nivel en los sistemas hidráulicos producto de una rotura que ocasione altas pérdidas de lubricantes.
7. El motor principal que se instale en esta cosechadora debe tener una reserva de potencia para absorber las sobrecargas, con respecto a la necesidad de energía que demanda la máquina en régimen de trabajo normal, de un 15 % a un 20 % y cumplir las Normas EURO 2 de contaminación ambiental
8. El motor principal, además de contar con sus sistemas de señalización y de parada de emergencia debe estar provisto de:

➤ Purificación del aire de admisión de tipo seco, con elemento o cartucho de seguridad y prefiltro del tipo rotatorio de ciclón del tipo TURBO II para evitar la entrada de partículas vegetales en suspensión del ambiente de trabajo de la cosechadora.

➤ Filtro primario o de depuración basta del combustible que tenga tres etapas de purificación que elimine y decante el agua presente en el combustible, así como, realice un filtrado primario de partículas sólidas con grado de filtraje absoluto de no más de 30 micras.

9. La capacidad del tanque de combustible debe permitir el trabajo ininterrumpido de 10 horas con carga normal con un 5 a 10 % de reserva.

10. La máquina debe poseer un solo transportador de descarga, con piso rasurado longitudinalmente que permita la eliminación de tierra, y el mismo debe girar en su base 170 grados para cosechar surcos contiguos con una altura de la descarga al transporte de 4 metros como mínimo. El transportador contará con un deflector en su descarga que permita la distribución uniforme de los trozos de caña en el transporte.

11. El sistema de limpieza será neumático, de manera que garantice los requisitos aerotécnicos planteados, el sistema debe tener un método de regulación desde la cabina del operador que permita mantener el nivel de limpieza y pérdidas requeridas de acuerdo a las condiciones, variedades y rendimientos agrícolas donde se coseche. Además, las impurezas que se depositarán en el campo, debe tener un deflector que permita dirigir a voluntad desde la cabina el chorro de materias extrañas hacia el área cosechada.

12. La longitud del trozo de caña debe estar en el rango de 200 a 250 mm con un 85 % de los trozos con corte limpio como mínimo y una desviación del trozado no mayor del 20 % de la longitud inferior. El troceador debe contar además con un sistema de fijación de las cuchillas que permita un cambio rápido de las mismas.

13. La traslación de la cosechadora será hidrostática permitiendo el desplazamiento de la misma en una gama continua de velocidades de 0 a 25 Km por hora hacia delante y hacia atrás, con la posibilidad adicional de velocidades de trabajo de 0 a 10 Km, por hora hacia delante y hacia atrás.

14. El radio de giro máximo de la cosechadora debe ser mayor de 6 metros.
15. Los puntos de lubricación deben ser de fácil acceso
16. Debe poseer puntos de comprobación de presiones de los circuitos hidráulicos de fácil acceso y sin riesgo de accidente durante las mediciones
17. El sistema de alumbrado para trabajo nocturno debe garantizar la correcta visibilidad en la cosecha con un máximo de seguridad.
18. La máquina debe cumplir las Normas Internacionales de Seguridad y Protección establecidas para este tipo de equipo
19. La cabina del operador debe contar con las siguientes condiciones y requisitos:
 - La misma debe poseer buena visibilidad, hermeticidad y aislada de ruidos y vibraciones con niveles no mayores de 80 decibeles y 0.15-0.20 mm/seg², respectivamente, con cristales de seguridad tipo triples o dúplex.
 - Los controles de la cosechadora deben ser de fácil manipulación y que no existan cruzamiento de manos durante la operación.
 - La misma debe contar con aire acondicionado.
 - El asiento debe ser cómodo regulable para el peso y estatura del operador así como, el timón será abatible para garantizar la comodidad de su manipulación.
 - Dentro de la cabina existirá botiquín de primeros auxilios, caja para guardar herramientas, termo para el agua del operador y extintor.
 - La cabina debe contar con cierre por el exterior de las puertas, así como, con escalera cómoda para ascender y descender de la cosechadora con barandas seguras y escalones antiresbalantes.
20. El peso de la cosechadora no excederá de 12 a 14 toneladas, y la misma ejercerá sobre el suelo una presión específica no mayor de 75 a 85 Kpa con los neumáticos, los cuales deben ser de alta flotabilidad.
21. Para la combinada se tendrán en cuenta el empleo de esteras o semiesferas de goma que garanticen una presión específica sobre el suelo que permita el trabajo en condiciones de alta humedad mayor al 60 %.

1.6 Cañas dejadas por la combinada

Las pérdidas que se producen son relativas, pues están dependencia del grado de experiencia que tengan los operadores de las combinadas y el medio de transporte. Se observa a menudo que en los campos que están siendo cosechados este tipo de pérdidas y se ve a las claras que ocurren por descuidos, tanto de uno como de otro operador. Por lo que entendemos que si se observan mejor las normas y reglamentaciones establecidas éstas pérdidas pueden ser eliminadas o disminuidas a un bajo por ciento. También existen pérdidas que ocurren por el llene excesivo del transporte y que se pueden observar en camiones y carretas. Lógicamente estas pérdidas no dependen en ningún momento ni de los rendimientos agrícolas ni de la variedad en cuestión, sino de la conciencia del que realiza esta labor. [Álvarez 1996]

1.7 Factores que provocan pérdidas en cosecha.

La cosecha de la caña de azúcar es la actividad que sirve como centro para la organización de todo ciclo de producción y en esta se muestra todos los resultados de un arduo trabajo realizado a las plantaciones cañeras, por lo tanto se hace necesario que los por cientos de caña dejados en los campos estén dentro de los parámetros establecidos, ya que a este renglón económico se dedican anualmente cuantiosos recursos materiales y humanos, por lo que se hace necesario obtener resultados cada vez superiores, aumentando el rendimiento y trabajando por disminuir las pérdidas y los costos de producción. [Ávila 1988].

Sin embargo se sabe que anualmente se pierden o dejan de producir miles de toneladas de azúcar producto de las grandes cantidades de caña que se dejan en los campos. Las pérdidas de corte y representan para nuestro país las de mayor importancia, pues con los altos por cientos que se cortan con máquinas se hace necesario controlar los mismos para que no se salgan de los parámetros establecidos. Para su análisis se clasifican en diferentes conceptos:

Se considera caña dejada en el corte mecanizado

- Toda la que aparece en el área a muestrear
- Tocones que sobresalgan los 2 cm
- Trozos desprendidos por la cosechadora
- Trozos caídos por la mala sincronización con el equipo de transporte.

Caña larga dejada de cortar por la máquina

Tocones o unido al plantón: En el corte inferior se enmarcan los llamados tocones, o sea, se refiere a la caña dejada en el plantón producto al corte alto de las cuchillas de la máquina, este por lo general oscila entre los 0 y 0.5, por supuesto que este tipo de pérdida dependerá en gran medida del cuidado que tengan los operadores de las máquinas, aunque en este caso influyen mucho el estado de los campos para la mecanización [Torres, 1989].

Este tipo de pérdida no depende en ningún momento del rendimiento agrícola de la variedad como se demuestra en estudios realizados por el departamento de caña del Centro Universitario de Matanzas,

CAPÍTULO 2.DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE PÉRDIDAS EN COSECHA Y DE MATERIAS EXTRAÑAS DE LA COSECHADORA CCA-5000.



Figura 2.1. Cosechadora cañera CCA-5000. (Propia del autor.)

El sector azucarero en Cuba está necesitado de un proceso de mecanización de las fuerzas de trabajo, es por esto que es necesario el diseño y producción de máquinas con rendimientos productivos que satisfagan las peticiones de los productores durante la zafra ya que la productividad está ligada íntimamente con el cumplimiento de los planes y metas propuestas al inicio de la contienda cañera. Si se combinan buenos rendimientos productivos, campos con materia prima en buen estado y un nivel organizativo alto será provechoso para la economía del país.

Para el desarrollo de una buena contienda azucarera es necesario conocer los índices productivos de las máquinas a utilizar así como la de los campos a cosechar.

2.1. Características de la zona donde se desarrolló la investigación.

Clima

La temperatura promedio mensual del aire en esta etapa es alta máximas de hasta 35 ° C y mínimas promedios de 21.0° C, y no se registraron precipitaciones durante la captura de datos.

Relieve

Predomina el relieve conocido por llanos ondulados, con una variación de altura en el terreno, entre 3 y 10 m por cada km².

Suelos

El suelo es negro con presencia de piedras en muchas zonas que provocaron frecuentes roturas en las máquinas.

2.1.1 Ubicación y condiciones del terreno del desarrollo de las pruebas

Las investigaciones fueron desarrolladas en la provincia Las Tunas, en la UEB Majibacoa en las cooperativas Santa María 14, Santa María 11, Manduley, Teresita, El Canistel, Santa Isabel, Moliné, René Guzmán y Félix Guerra pertenecientes al central "Majibacoa". Los campos de caña pertenecientes a la UBE Majibacoa no contaron en el período de observación, con las condiciones agrotécnicas óptimas para la cosecha mecanizada, con bajos rendimientos agrícolas, enyerbamiento, otras plantas indeseables y pedregocidad que causaron roturas y pérdida de tiempo. Se cronometró en algunos campos de hasta 85 t/ha con cañas encamadas, la distancia entre hileras de 1.6m y entre plantones de 500 mm como promedio, no existe acamellonamiento y generalmente las cañas están plantadas por debajo del nivel del suelo. Las principales variedades cosechadas fueron las siguientes: [Cedema 2017]

1. Cuba 86503.
2. Cuba 89176.
3. Cuba 8656.
4. Barbado 80250
5. Barbado 8612



Figura No 1. Campo en proceso de cosecha. (Fuente Autor)

2.2 Organización del ensayo tecnológico explotativo.

Las máquinas fueron ubicadas en un pelotón que cuenta con un parque de tres cosechadoras CCA 5000 y una plantilla de dos tractores chinos marca ITO (movedores) y dos camiones con dos remolques cada uno y una capacidad de carga de 60 toneladas y tres con un remolque y una capacidad 30 ton que son los encargados de trasladar la materia prima hasta la industria.

2.3 Estructura del pelotón donde se desarrollaron las pruebas.

Para el correcto desarrollo de la zafra es necesario contar con pelotones bien organizados que permitan la correcta explotación de los medios de trabajo cumpliendo así con normas y requisitos para el éxito de la contienda cañera. El encargado de velar por la disciplina, cuidado de la maquinaria y poner en práctica las medidas de seguridad es el Jefe de Pelotón.

Tabla 3. Estructura Pelotón.

Personal	Cantidad
Operador Combinada	9
Operador Tractor	4
Mecánico	2
Noviero	1
Soldador	1

Pipero	2
Computador	2
Volteador	2
Jefe de Pelotón	1



Figura No 2 y 3 Cosechadora de caña cubana CCA 5000



Figura No 4. Camión BEIBEN con dos remolques Figura No 5. Tractor movedor YTO 1604 Remolque

2.4 Caracterización de la cosechadora cañera CCA-5000

La CCA-5000, fruto de más de 50 años de experiencia, es una cosechadora compacta, creada como una verdadera opción al cliente. La cosechadora de caña CCA-5000 representa un salto vanguardista en la mecanización de la caña de azúcar.

Esta máquina es capaz de cosechar un surco o hilera (sin dañar los plántones) en cañaverales con marcos de siembra desde 1,4 a 1,6 m, lo cual significa mejor calidad de corte y aumento de productividad con un mínimo de pérdidas de materia prima. La cosechadora CCA-5000 tiene un tamaño comparable a los modelos actuales. Con un adecuado balance de carga que le permite mejor desplazamiento y maniobrabilidad con excelentes condiciones operacionales. La CCA-5000 ha sido diseñada con un nuevo concepto más revolucionario respecto a las anteriores cosechadoras KTP. Esta característica aumenta significativamente el costo-beneficio de la máquina. La CCA-5000 fue concebida con el objetivo de simplificar los mantenimientos. El acceso a los componentes del motor, sistema hidráulico y mecánico son fáciles, proporcionando rapidez en los servicios con mayor seguridad. En el diseño no se olvidó al operador, la CCA-5000 reservó el confort para el operador, buena visibilidad y facilidad operacional. Los mandos ubicados ergonómicamente aseguran comodidad y funcionabilidad al operador durante las jornadas de trabajo. El conocimiento y la experiencia para cuidar su máquina, lo tiene el personal de asistencia técnica de la Empresa “60 Aniversario de la Revolución de Octubre” (KTP). Sus profesionales, entrenados para prestar los mejores servicios, tienen la tecnología y las herramientas adecuadas para realizar los diagnósticos correctos. El soporte técnico avanzado del CEDEMA, es la garantía de su tranquilidad para el buen rendimiento de su máquina y su mayor productividad. Ordene y será complacido. Para atender a la urgencia, dinamismo y al ritmo intenso de la zafra, la fábrica KTP, creó la asistencia técnica desde sus inicios.

Con un sistema de distribución por todo el país, las piezas salen de los centros de logística y distribución en cada provincia y se entregan a los grupos de asistencia técnica. Una garantía que viene de fábrica. Las piezas legítimas son proyectadas especialmente para que las máquinas CCA-5000 tengan el mejor rendimiento. Ellas fueron desarrolladas por el CEDEMA (Centro de Desarrollo de la Maquinaria), probadas y aprobadas por la fábrica KTP. Ellas se han elaborado bajo estrictas medidas de calidad para garantizar más eficiencia a su máquina, más vida útil de los componentes y la tranquilidad y seguridad del cliente a la hora de producir más.

2.5 Proceso tecnológico.

Órganos de trabajo de la cosechadora:

- Corta cogollos desfibrador.
- Transportadores helicoidales doble.
- Mecanismo de cuchillas laterales (izquierda y derecha).
- Cortador base.
- Tren de rodillos alimentadores.
- Mecanismo trozador.
- Primer extractor.
- Transportador de descarga.
- Segundo extractor

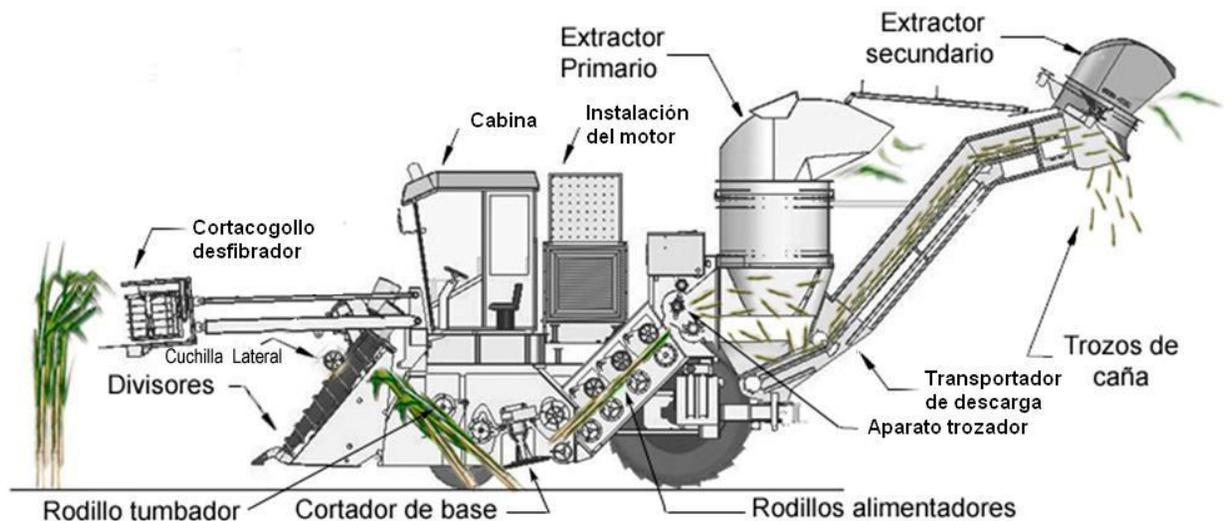


Figura 2.2. Esquema tecnológico de la CCA-5000, [Cedema 2015].

Una vez ocupada la posición de trabajo y fijada la altura de corte comienza el avance por la hilera a cosechar enfrentándose a la masa vegetal. El primero en hacer contacto es el mecanismo corta cogollos cuya función es desmenuzar el cogollo y las hojas verdes de la caña esparciéndolos de forma uniforme sobre el terreno, el resto de la masa vegetal penetra en el canal de alimentación organizada por los transportadores helicoidales que además levantan y separan las cañas del surco que

se está cosechando del surco contiguo, simultáneamente el mecanismo de cuchillas laterales elimina las cañas que no se pueden organizar por los transportadores, todo ello permite una mejor asimilación de la masa vegetal y evita el arranque de las sepas.

La masa en su trayecto pasa por el rodillo tumbador y el gallego (tambor), encargados de inclinar y acomodar la caña para que sea cortada en su base por el mecanismo de corte inferior o cortador base, el mismo está dotado de dos discos con segmentos cortantes y dos brazos activos que una vez cortada la caña la entregan a un tren de rodillos alimentadores que la transportan hasta el mecanismo trozador, donde es cortada en porciones (trozos) que van cayendo en la tolva del transportador de descarga, en ese momento los trozos y el resto de la maza es lanzada hacia la cámara de limpieza del primer extractor donde se separa parte de la materia extraña de los trozos de caña que caen en la tolva del transportador de descarga, con un piso perforado para permitir la salida de tierra y otras impurezas, la estera del mismo se encarga de lanzar los trozos hacia el medio de transporte, en ese momento pasan por la cámara de limpieza del segundo extractor encargado de realizar la segunda y última limpieza de la caña antes de caer en el medio de transporte que traslada el material cosechado hasta la Industria o al centro de beneficio.

En caso de ocurrir un embotamiento, se puede invertir el sentido de giro de los órganos de trabajo (reversible), lo cual permite reducir el tiempo de eliminación de los fallos tecnológicos. Por otra parte tiene dos ruedas motrices en la parte trasera y dos direccionales en la parte delantera y un sistema de suspensión hidráulico que permite pasar de la posición de transporte a la de trabajo, a la vez que permite la regulación de la altura de corte durante el proceso de cosecha.

2.6 Metodología para la realización del peritaje técnico de las máquinas cosechadoras de caña,

Esta evaluación deberá realizarse en un área con las condiciones requeridas, efectuándose durante y después del ensamblaje del primer prototipo, aplicando la metodología de prueba confeccionada por el CEDEMA. [Metodología para pruebas explotativas, 1989]

Para la realización del peritaje técnico deben garantizarse los siguientes aspectos:

- Documentación técnica de la máquina.
- Instrumentos y medios de medición verificados.

Índices de calidad a evaluar:

Transportabilidad.

Se valorarán los siguientes elementos:

Si es en un medio de transporte:

- Existencia de puntos de izaje.
- Medición del tiempo empleado en preparar la máquina para ser transportada.
- Medición del tiempo empleado en colocar la máquina en el medio de transporte.
- Verificar que la altura no exceda de 4,95 m (restricciones en viales).

Si es por su propio medio de traslación:

- Determinar el tiempo que demora en llevar sus órganos de la posición de trabajo a la de transporte y viceversa.

Realizar varias repeticiones para obtener un valor medio.

a) índices tecnológicos:

- Coeficiente de ensamblaje de la máquina.

Para valorar el nivel de unificación de la máquina con otra de su tipo. Se toma la cantidad de piezas similares y se divide entre la cantidad total.

$$K = \frac{n}{N} \cdot 100 \dots\dots\dots 2.1$$

Dónde:

n: cantidad de piezas unificadas

N: cantidad total de piezas

Los siguientes índices se medirán durante el proceso de fabricación de la máquina, los cuales caracterizan la efectividad de utilización del trabajo, el tiempo empleado, los materiales y medios invertidos.

- Coeficiente de utilización de materiales

$$K_u = \frac{m_u}{m_t} \cdot 100\% \dots\dots\dots 2.2$$

Dónde:

m_u : cantidad de materiales utilizados

m_i : cantidad total de materiales

- Índice específico de consumo de trabajo K_{ct}
- Índice específico de consumo de material K_{cm}

c) Parámetros geométricos (constructivos y funcionales).

Se determina la correspondencia de las características técnicas de la máquina con la documentación del proyecto.

Parámetros que se medirán:

- Longitud máxima: distancia entre los puntos más distantes, tanto en posición de trabajo como en la de transporte.
- Anchura máxima: iden.
- Altura máxima: iden.
- Ancho máximo *de trabajo*: distancia entre las bases de los transportadores helicoidales, de ser regulable se medirán todas las variantes.
- Despeje: distancia entre el punto más bajo de la máquina y el suelo, para la posición de transporte.
- Masa: pesaje de la máquina, debe estar serviciada y con el operador.
- Radio de giro: la máquina debe estar en posición de transporte, se gira el volante al máximo y se hace avanzar a una velocidad de 15 Km/h. Se mide la distancia de la huella más externa y se divide entre 2 para determinar el radio. La operación se realizará sobre una superficie que excluya el patinaje.
- Trocha: distancia existente entre los centros de los neumáticos delanteros, así como de los traseros.
- Velocidad de traslación: la máquina se pone en movimiento al máximo de velocidad y en un tramo de 20 m se toma el tiempo que demora la máquina en recorrerlo, medir para cada escalón empleando la máxima velocidad. Repetir esta operación varias veces para obtener la media.
- Comprobación de la cinemática: a partir del esquema cinemático de la máquina se medirán las revoluciones de cada uno de los elementos que forman los órganos de

trabajo, se comenzará la medición por el motor de combustión interna que debe alcanzar las señaladas en el proyecto.

- Funcionales: verificar el esquema tecnológico, observar los conjuntos que posee y las funciones de cada uno.

d) Presión específica de los neumáticos sobre el suelo.

Se suspende la máquina untándosele grasa o pintura en los neumáticos, se coloca papel milimetrado y se apoya. Conociendo la masa en cada uno de estos y el área de la huella se determina la presión específica.

- Ergonómicos.
- Antropométricos.

En la cabina se valorará la disposición y confort del asiento del operador, la distribución de las palancas de mando, así como la facilidad de movimiento.

Se medirán parámetros tales como la altura, profundidad y anchura del asiento.

- Fisiológicos.

Se determinará el esfuerzo que tiene que realizar el operador para accionar las palancas de mando y el volante.

Los controles deben estar distribuidos, de manera tal que ninguna extremidad se remarque, asigne a las manos los ajustes rápidos y precisos, y cada pie debe tener asignado uno o dos controles.

- Psicofisiológicos.

Valorar las condiciones de visibilidad y hermeticidad de la cabina que le permitan al operador laborar eficientemente.

Se valorarán la disposición de los dispositivos informativos visuales:

- Alarmas.
- Indicadores.
- Contadores

Verificar si los controles se agrupan según la operación del sistema.

f) De seguridad:

- Estabilidad de la máquina.

La máquina se sitúa en una plataforma basculante, se asegura a la base y se procede accionar la báscula hasta que la máquina pierda la estabilidad. Se van

midiendo los ángulos de inclinación de la plataforma hasta llegar al ángulo de vuelco, determinándose cuál es el ángulo admisible donde puede trabajar la máquina.

* Rápida respuesta de los dispositivos de protección.

Se comprobarán la existencia y funcionamiento de los dispositivos de protección contra sobrecargas, sobrecalentamiento, etc., que permitan iniciar acciones de protección tanto para el hombre como para la máquina.

- Seguridad de la cabina. Se valorará:

- 2 Capacidad de paso.

- 3 Espacio funcional.

- 4 Existencia de medios de extinción de incendios.

- 5 Estéticos.

Se hará una valoración cualitativa del color, el acabado y la configuración general de la máquina.

La utilización armónica del color y la forma son fundamentales para valorar la estética. Se evaluará la organización, el acabado y la forma en correspondencia con la actividad técnica.

2.6.1 Metodología para la evaluación de Pérdidas y materias extrañas.

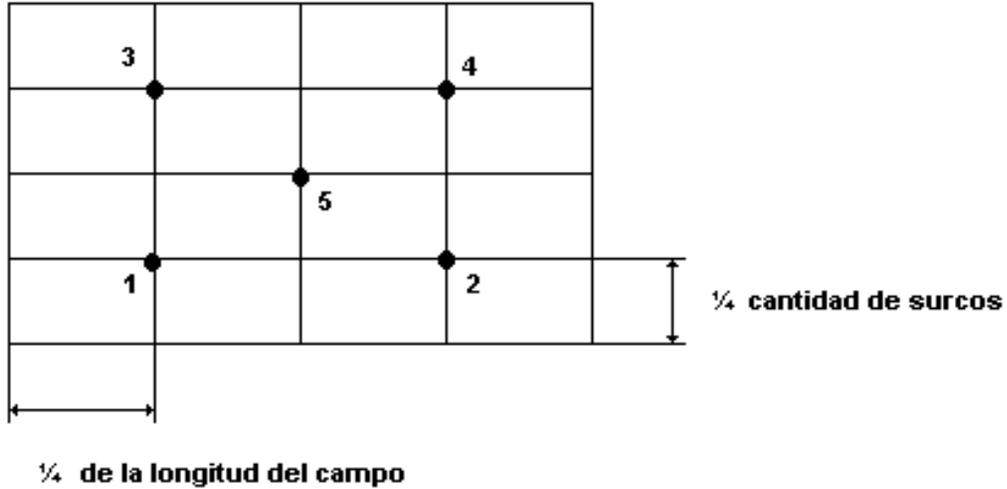
Las máquinas sometidas a evaluación estarán integradas en un pelotón con todos los recursos materiales y humanos necesarios. El personal de servicio debe tener la experiencia necesaria y haber recibido seminarios sobre la actividad a desarrollar.

Considerar una cantidad de variantes que satisfagan plenamente poder establecer comparaciones lógicas entre los resultados obtenidos.

Debe confeccionarse el programa de pruebas de acuerdo a los objetivos propuestos.

La evaluación agrotécnica de la máquina se realiza mediante ensayos de comprobación durante el proceso de explotación tomándose muestras en el campo que se cosecha, inmediatamente después de haber pasado la máquina y antes de que pasen los recogedores.

Se seleccionan 5 puntos según, el método de muestreo.



Para determinar los cinco puntos que se representan en el esquema, se cuentan los surcos existentes en el campo, conociendo la longitud de este se procede a su división en 4 partes aproximadamente iguales y se marca un rectángulo de 4 x 2 m, ubicándolo perpendicularmente a los surcos, se recoge toda la caña en el área y se clasifica en:

- Caña larga, es la caña entera que encuentra dentro del área muestreada.
- Trozos caídos, es la caña troceada por el picador caída al campo en algún momento del proceso tecnológico
- Altura de corte, es la porción de caña de los tocones que se encuentra por encima de los 5 mm medidos a partir del nivel del suelo.

Posteriormente se pesa por cada uno de los componentes y se calcula el total de la muestra.

Conociendo el rendimiento y el área del campo se determina el porcentaje de pérdidas en cosecha.

$$CP = \frac{10000}{AM} \cdot CM \text{ (kg)} \dots\dots\dots 2.3$$

Donde:

CP: caña perdida en una hectárea (kg)

AM: área muestreada (m²)

CM: caña limpia en la muestra (kg)

$$T = \frac{CP}{1000} \cdot (\text{ton}) \dots\dots\dots 2.4$$

Donde:

T: cantidad de caña perdida en una hectárea (ton)

CP: caña perdida en una hectárea (kg)

$$PC = \frac{T}{RC} \cdot 100 (\%) \dots\dots\dots 2.5$$

Donde:

PC: perdida de caña en el campo muestreado (%)

RC: cantidad de caña por hectárea (ton)

Evaluación de la calidad de la cosecha durante el proceso explotativo de la máquina.

- Calidad de la cosecha.

Se tomarán no menos de 5 muestras directamente en el medio de transporte de la caña o en el centro de recepción utilizando mantas de lona, cada muestra debe pesar alrededor de 50 Kg,

Se efectúa un micro despallido, dividiendo la masa vegetal en:

- Caña limpia.
- Materias extrañas (cogollos y paja)
- Otros.

Se pesan y se determina el porciento de materias extrañas del material cosechado.

$$MET = \frac{M}{MT} \cdot 100 (\%) \dots\dots\dots 2.6$$

Donde:

MET: materias extrañas en la muestra (%)

M: masa de materias extrañas en la muestra (Kg).

MT: masa total de la muestra (Kg).

Al finalizar la evaluación se compararán los valores de los índices de calidad del trabajo de la máquina con los establecidos en la tarea técnica y los parámetros agrotécnicos de AZCUBA.

2.7 Determinación de los índices de pérdidas en cosecha y de materias extrañas en otras cosechadoras de caña.

Las pérdidas en cosecha fueron determinadas mediante la evaluación de 67 mediciones en el campo luego de haber efectuado las tres máquinas la cosecha de la caña.

En la Tabla No.1 se muestran los valores promedios de pérdidas en cosecha de todo el período obtenido en las tres máquinas, para caña verde y quemada.

Tabla No.1 pérdidas en cosecha de todo el período obtenido en las tres máquinas, para caña verde y quemada. [Cedema 1989]

Modelo	Plan %	Por ciento de Pérdida de caña	
		Caña Verde	Caña Quemada
KTP-2M	5 - 7	7.38	7.50
KTP-3000S	4 - 5	8.43	7.32
TOFT-C	5 - 7	6.13	7.41

Al analizar estos resultados vemos que la cosechadora KTP-3000S sobrepasa el límite superior del rango asignado a ésta máquina que es de 4 a 5 %. Esta situación guarda una estrecha relación con el funcionamiento y regulación manual de los ventiladores del sistema neumático de limpieza. Por diseño, los ventiladores tienen regulación de su velocidad, manualmente por el operador, en un rango que varía desde 380 r.p.m. hasta 980 r.p.m. Supuestamente esta nueva posibilidad de trabajo del ventilador se realizó con el objetivo de lograr una correspondencia favorable entre pérdidas y materias extrañas mediante la aplicación de la velocidad óptima para cada tipo de variedad de caña y rendimiento de los campos. En la práctica se pudo comprobar que, al no existir experiencia en este tipo de regulación, la misma se hace operativamente, sin tener en cuenta las características de la masa vegetal a que se enfrenta la máquina durante su trabajo. Al desglosar las pérdidas que se produjeron

en la KTP-3000S observamos que el 49.47 % de las pérdidas que se produjeron fueron por concepto de trozos caídos producto del flujo de aire y el poco peso de la caña, por lo que se confirma el análisis anterior. En futuras investigaciones hay que tener en cuenta estos aspectos.

En el caso de la TOFT-C se observa que obtuvo mayores pérdidas en caña quemada (7.41 %) que en caña verde (6.13 %), lo cual es normal pues en caña verde el flujo de aire se enfrenta a una mayor masa de hojas y cogollos y hay menos probabilidad de que los tallos de caña sean lanzados por el flujo de aire. En la caña quemada sucede todo lo contrario.

A continuación, en la Tabla No. 2 se exponen los resultados decenales por cosechadora de caña verde y quemada para poder establecer comparativamente el comportamiento de cada máquina en este indicador.

Tabla No.2 Por ciento de pérdidas de caña.

	Caña Verde			Caña Quemada		
	KTP-2M	KTP-3000S	TOFT-C	KTP-2M	KTP-3000S	TOFT-C
Decena 1	7.69	8.33	-	-	-	4.32
Decena 2	18.41	13.13	5.28	-	-	7.39
Decena 3	6.25	6.71	8.75	6.68	6.83	5.01
Decena 4	5.86	11.71	6.03	8.53	12.0	8.52
Decena 5	4.62	5.06	4.41	4.87	2.88	11.54
Decena 6	4.95	7.43	5.02	5.94	7.17	7.09

Materias Extrañas

Las materias extrañas se obtuvieron mediante la evaluación de 58 muestras del material cosechado por las combinadas en el campo.

En la Tabla No. 3 se exponen los resultados promedios obtenidos de materias extrañas en las 6 decenas en las tres máquinas para caña verde y quemada.

Tabla N° 3 Por ciento materias extrañas

		Por ciento Materias Extrañas
--	--	------------------------------

Modelo	Plan %	Caña Verde	Caña Quemada
KTP-2M	12 - 14	12.30	7.92
KTP-3000S	8 - 9	11.47	7.09
TOFT-C	12 - 14	12.19	8.65

Al analizar estos resultados vemos que la cosechadora KTP-3000S sobrepasa el rango asignado de materias extrañas de 8 a 9% por los diseñadores en caña verde (11.47%). Esta situación tiene relación con lo explicado en el punto anterior sobre la velocidad del ventilador del sistema de limpieza neumático. No obstante, en caña quemada esta máquina cumplió con el por ciento de materia extraña al lograr 7.09%. La cosechadora TOFT-C cumplimentó el rango establecido del 12 - 14% de materia extraña, al obtener 12.19% en caña verde y 8.65% en caña quemada. Puede decirse que en el indicador de materia extraña la cosechadora TOFT-C registró un comportamiento bastante estable.

De todo lo expresado anteriormente, se concluye que hay que seguir investigando cuales son los rangos de materias extrañas que por diseño se asignan a los nuevos modelos de cosechadora para de tal forma optimizar los mismos y ajustarlos a nuestras condiciones reales.

A continuación, en la Tabla No. 4 exponemos los resultados decenales de materias extrañas en cada cosechadora para caña verde y caña quemada para poder analizar el comportamiento entre las máquinas. Por ciento de materias extrañas

Tabla No.4 Materias extrañas para caña verde y caña quemada

	Caña Verde			Caña Quemada		
	KTP-2M	KTP-3000S	TOFT-C	KTP-2M	KTP-3000S	TOFT-C
Decena 1	15.41	13.61	11.11	-	-	9.33
Decena 2	7.77	10.31	9.29	-	-	8.93
Decena 3	7.95	7.83	15.34	6.38	5.91	9.04
Decena 4	13.19	11.62	13.53	7.79	6.88	9.11

Decena 5	14.64	10.76	11.75	9.47	7.99	9.26
Decena 6	12.01	11.53	11.27	6.50	7.80	7.58

2.8 Pérdidas en cosecha de la CCA-5000 en la zafra 2016/2017.

El resultado del muestreo realizado durante la cosecha dio un 3.2 % de pérdidas desglosado de la siguiente forma:

Tabla No.5 Pérdidas de caña durante la cosecha

Perdidas de caña durante la cosecha		
Indicador	Unidad	Promedio
Trozos caídos	%	1.6
Caña larga	%	1.2
Altura de corte	%	0.4

Con la modificación que se le hizo a las máquinas de la serie cero con relación al prototipo que le permite cortar bajo el suelo la posibilidad de que ocurran pérdidas disminuye, el promedio alcanzado durante el control fue de 3.2 %, valor que se encuentra en el rango que señala la tarea técnica que es entre 3 y 5 %, siendo los trozos caídos los de mayor incidencia con 1.6 %.

Materias extrañas.

Tabla No.6 Por ciento de materias extrañas

Materias extrañas enviada a la Industria			
Indicador	Unidad	CCA5000	
		Tarea Técnica	Promedio
Materia extraña total	%	Menos de 5.0	6.95

La calidad del material cosechado se determinó por muestreos realizados en el centro de recepción y directamente en el campo. Entre las modificaciones que se realizaron a la cosechadora a partir de los resultados de las pruebas en la zafra

anterior se cambió el aspa del extractor principal por el de la cosechadora CCA 4000, antecesora de la CCA-5000 que crea un flujo de aire mayor mejorando considerablemente la limpieza, igualmente el uso correcto del corta cogollos desfibrador evitó que fueran al centro de recepción cogollos y hojas verdes que son muy dañinos al proceso de fabricación de azúcar, como promedio se alcanzó 6.95 %, se realizaron muestreos directamente en la carreta que arrojaron en alguna de las muestras tomadas 5.2 %, en el basculador se realizaron muestreos con un 4 % formado por cogollo y paja verde adheridas a este

Tabla No.7 Comparación entre CCA-5000 y las maquinas antecesoras

Modelo	%Pérdidas en cosecha	%Materias extrañas
KTPtp-2m	12.7%	11.1%
Ktp-3s	7.4%	9.8%
Ktp-4000	5.5%	6.5%
CCA-5000 2013/2014	13.15%	16.43%
CCA-5000 2014/2015	3.5%	9.52%
CCA-5000 2015/2016	3.2%	13.3%
CCA- 5000 2016/2017	3.2%	6.95%

Como podemos observar en la tabla No.6 con las modificaciones realizadas a la CCA-5000 2016/2017 para cortar bajo el suelo las perdidas disminuye notable mente respecto a las maquinas anteriores. Entre las modificaciones que se realizaron a la cosechadora a partir de los resultados de las pruebas en la zafra anterior se cambió el aspa del extractor principal por el de la cosechadora CCA 4000, antecesora de la CCA 5000 que crea un flujo de aire mayor mejorando considerablemente la limpieza, igualmente el uso correcto del corta cogollos desfibrador evitó que fueran al centro de recepción cogollos y hojas verdes que son muy dañinos al proceso de fabricación de azúcar, como promedio de materias extrañas se alcanzó 6.95 % mejorando con respecto al año anterior.

Impacto Ambiental

El derrame de aceite trae efectos perjudiciales sobre el medio ambiente, con las modificaciones introducidas en el sistema hidráulico que lo hacen más fiable se garantizó la estanqueidad y protección de los elementos del sistema, reduciéndose al mínimo las pérdidas de aceite. La calidad de los componentes empleados en la fabricación de la máquina también influyó en la disminución del derrame de aceites y lubricantes.

También se logró un correcto ajuste de las uniones atornilladas para evitar la caída de los elementos mecánico en los campos, no solo por ser contaminantes sino por los propios perjuicios que le acarrearán a los órganos de trabajo de las máquinas cuando realizan su labor en el campo, hay que prestar especial atención a la calidad de la soldadura y fijación de los discos de las cuchillas laterales que se desprende.

CONCLUSIONES

Luego de la realización del presente trabajo de diploma y el cumplimiento de las tareas definidas se arribó a las siguientes conclusiones:

1. Los resultados obtenidos muestran que las pérdidas en cosecha fue de 3.2 %, el mismo se encuentra en el rango que exige la tarea técnica, el cual es de 3 a 5 %, siendo los trozos caídos los de mayor incidencia con 1.6 %.
2. Los índices de materias extrañas no cumplieron con la exigencia de la tarea técnica que es de menos de 5 % y los obtenidos fueron de 6.95 %, no obstante sus valores mejoraron con respecto a las pruebas anteriores.
3. Se corroboró que con las modificaciones que se realizaron a partir de las recomendaciones surgidas de las pruebas anteriores los índices de perdidas en cosecha y materias extrañas en la zafra 2016-2017 mejoraron con respecto a los modelos antecesores solo la KTP-4000 estuvo por debajo en materias extrañas, obteniendo 6.5 % y la CCA-5000 alcanzo un 6.95 %.

RECOMENDACIONES

1. Dando continuidad al desarrollo de la cosechadora de caña cubana CCA-5000 y partiendo de los resultados obtenidos deben realizarse modificaciones al esquema tecnológico constructivo que garanticen la solución de los problemas presentados en las máquinas que se pondrán en explotación en la próxima zafra.
2. Garantizar recursos materiales, humanos y otros aseguramientos necesarios que permitan el desarrollo satisfactorio de los ensayos que se efectuaran en la próxima etapa
3. Garantizar campos mecanizables con rendimientos agrícolas entre 50 y 130 t/ha como se establece en la tarea técnica para realizar las evaluaciones a la máquina bajo control.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abreu Cil Jorge et al. Evaluación del trabajo del cortacogollos de las cosechadoras de caña. Revista Cuba / Azúcar (La Habana) Enero - marzo, 1975.
2. Abreu Cil Jorge. Búsqueda e investigación de esquemas de separación neumática de las materias extrañas para las combinadas cosechadoras de caña de azúcar. Tesis de doctorado. La Habana, 1984.
3. Álvarez Dozaquez. A. 1996. Pérdidas de campo en la cosecha. Cañaveral. Publicaciones Azucareras (CV). 4 (2) PP 7-11. Octubre-Diciembre.
4. Ávila R. 1988. Análisis de la pérdida en la cosecha mecanizada en la caña de azúcar en el CAI. Argelia Libre T. Diploma cult.
5. CEDEMA 2015. Informe sobre pruebas tecnológicas explotativas al prototipo de combinada cañera CCA 5000 en la zafra 2014 – 2015 en el CAI “Antonio Guiteras”.
6. CEDEMA 2016. Informe Ensayo Tecnológico Explotativo CCA 5000, Matanzas 2015-2016.
7. CEDEMA 2017. Informe sobre pruebas tecnológicas explotativas al prototipo de combinada cañera CCA 5000 en la zafra 2016-2017 en la UEB “Majibacoa”
8. Cosechadoras de caña. Consultado en 25 de febrero 2017. Disponible en [http://www.ecured.cu/cosechadoras de caña](http://www.ecured.cu/cosechadoras%20de%20ca%C3%B1a).
9. Fernández Artilles et al – 1983. Botánica y fisiología de la caña de azúcar. Editorial pueblo y educación. Habana. Cuba.
10. Fernández Proenza, José Ángel 2015. Determinación de los índices de rendimiento productivo de la cosechadora de caña CCA - 5000 en el CAI Antonio Guiteras. Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Mecánico.
11. González Rodríguez. J. 1983. Fitotecnia de la caña de azúcar. Editorial pueblo y Educación. La Habana. Cuba.
12. Metodología para la realización de la evaluación agrotécnica. CEDEMA 1989.
13. Silveira, Remus, Juan A. 1980. Máquinas Agrícolas. Primera Parte. Editorial Pueblo y Educación. C. de La Habana. Pág. 108-174.
14. Silveira Remus. J. A. 1980. Máquinas agrícolas. Editorial pueblo y Educación 2da parte.

15. Senfort Betancourt, Julio. 2014. Organización del trabajo, mantenimientos y obtención de índices de calidad de la cosechadora de caña CCA-5000 en el CAI Antonio Guiteras. Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Mecánico.
16. Silveira, Remus, J. A. 1988. Teoría y cálculo de las máquinas agrícolas. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. Pág. 97-143.
17. Torres Paz, I. J. 1989. Fitotecnia de la caña de azúcar. Editorial pueblo y Educación. La Habana: Cuba.
18. Velásquez Pérez F. 2001. Evaluación de las pérdidas en cosechas en combinadas KTP-2M T. Curso, CVLT.

ANEXO No1:

Modificaciones que se realizaron a partir de las recomendaciones de las pruebas en la zafra anterior.





ANEXO No: 2

Principales insuficiencias detectadas durante la observación

