

***DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE
LOS ÍNDICES TECNOLÓGICOS-EXPLOTATIVOS
DE LA COSECHADORA DE CAÑA CCA-5000 EN
EL PERÍODO 2014-2017.***

***Tesis presentada en opción al Título de Ingeniero
Mecánico***

AUTOR: JULIO LISBÁN MEDINA LEYVA

**TUTOR(ES): Prof. Auxiliar, M.Sc. José A. Martínez G. de P.
Ing. Eduardo Cardona Martell**

HOLGUÍN

2019



AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por su dedicación y exigencia.

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

A mis tutores por su dedicación y asesoramiento.

A todas las personas que a lo largo de la carrera contribuyeron de una forma u otra a la realización de este trabajo de diploma.



DEDICATORIA

A mis padres, por su dedicación y exigencia.

A mi hermana

A toda mi familia en sentido general.



RESUMEN

La sustitución de importaciones es una tarea de alta prioridad para nuestro país, en tal sentido las empresas del GESIME en el territorio trabajan en el desarrollo de un nuevo modelo de cosechadora de caña, la CCA-5000. En la zafra 2013/2014 se iniciaron las pruebas en condiciones de explotación a dicha cosechadora de caña en la Unidad Empresarial de Base Atención a Productores Agropecuarios (UEBAPA) “Antonio Guiteras Holmes” de la provincia de Las Tunas, a las cuales se les dio continuidad en la “Jesús Rabí” de Matanzas en las contiendas 2014/2015 y 2015/2016 y durante el período de cosecha 2016/2017 se realizaron en la “Majibacoa” de Las Tunas. Estas pruebas tuvieron como objetivo determinar de forma experimental los indicadores tecnológicos-explotativos de la cosechadora de caña para el análisis y procesamiento de los datos en condiciones de explotación que permitieran determinar estos indicadores. La observación controlada abarcó varios meses en cada una de las zafras referidas durante las jornadas diurnas; las mismas se realizaron según la metodología para la evaluación tecnológica explotativa mediante el método del cronometraje. Se recopilaron datos, se realizaron los cálculos necesarios y procesaron las ecuaciones con el objetivo de determinar los indicadores explotativos de la máquina. La captura de datos experimentales, su inmediato procesamiento y la observación diaria, permitieron modificar y perfeccionar rápidamente fallos técnicos y tecnológicos, inherentes a este objeto de investigación. El presente trabajo refleja los resultados obtenidos en el período de tiempo que abarcó la investigación, comprobando parámetros constructivos y funcionales, dados en la tarea técnica.



ABSTRACT

The substitution of imports is a task of high priority for our country, in this sense the companies of the GESIME in the territory work in the development of a new model of cane harvester, the CCA-5000. In the 2013/2014 harvest, tests were started under conditions of exploitation of the sugarcane harvester in the Business Unit of the Base Attention to Agricultural Producers (UEBAPA) "Antonio Guiteras Holmes" of the province of Las Tunas, which were given continuity in the "Jesús Rabí" of Matanzas in the races 2014/2015 and 2015/2016 and during the harvest period 2016/2017 were held in the "Majibacoa" of Las Tunas. The purpose of these tests was to experimentally determine the technological-exploitative indicators of the cane harvester for the analysis and processing of the data under exploitation conditions that would allow these indicators to be determined. The controlled observation covered several months in each of the harvests referred during the daytime; they were carried out according to the methodology for exploitative technological evaluation by means of the timing method. Data was collected, the necessary calculations were made and the equations were processed in order to determine the exploitative indicators of the machine. The capture of experimental data, its immediate processing and daily observation, allowed to quickly modify and perfect technical and technological failures, inherent to this research object. The present work reflects the results obtained in the period of time covered by the investigation, checking constructive and functional parameters, given in the technical task.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO – TÉCNICA.....	5
1.1 Generalidades del cultivo de la caña de azúcar.....	5
1.1.1 Composición de la caña de azúcar [3].....	5
1.1.2 Composición nutricional del jugo de la caña de azúcar [12].	6
1.2 Requerimientos del cultivo y la cosecha.	7
1.2.1. Cultivo.....	7
1.2.2. Variedades de caña de azúcar existentes en nuestro país.	8
1.2.3. Rendimiento agrícola de la caña en Cuba.....	10
1.2.4. Sistemas de cosecha de la caña de azúcar. [30].....	12
1.2.5. Mecanización de los sistemas de cosecha de la caña. [30]	14
1.3 Las máquinas cosechadoras de cañas.	16
1.3.1. Las máquinas cosechadoras en el mundo.	16
1.3.2. Las cosechadoras de caña en Cuba.	16
1.4 Proceso tecnológico de la cosechadora de caña CCA-5000 en las zafras 2014/2017.....	22
1.4.1. Descripción del proceso tecnológico.	22
1.5 Metodología para la obtención, análisis y evaluación de los índices de la efectividad tecnológica explotativa de las máquinas agropecuarias sometidas a pruebas.....	24
1.5.1. Metodologías existentes dirigidas a la evaluación de combinadas cosechadoras de caña de azúcar.	24
1.5.2. Metodología para la obtención de los índices productivos y tecnológicos explotativos.	26
1.5.2.1. Conceptos, definiciones y términos.....	26
1.5.2.2. Generalidades.....	28
1.5.2.3. Peritaje técnico de las máquinas cosechadoras de caña.....	29
1.5.2.4. Clasificación de los tiempos del modelo de cronometraje.....	30
1.5.2.5. Indicadores de calidad tecnológicos-explotativos.	31
1.5.2.6. Coeficientes de explotación.	32



CAPÍTULO 2. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	34
2.1 Obtención de los índices tecnológicos-explotativos de la cosechadora de caña CCA-5000 en los años 2015-2016 en la provincia de Matanzas.	34
2.1.1 Ubicación de la localidad donde se desarrollaron las pruebas	35
2.1.2 Condiciones del terreno y de la zona del desarrollo de las pruebas (5). .	35
2.1.3 Estructura del pelotón donde se desarrollaron las pruebas.....	36
2.1.4 Medios del pelotón donde se desarrollaron las pruebas.....	37
2.2. Ejecución del cronometraje.....	37
2.3. Evaluación del peritaje técnico.	39
2.4. Mejoras y modificaciones introducidas a la cosechadora de caña CCA-5000..	39
2.5. Deficiencias de la cosechadora de caña CCA-5000 en las zafras 2014/2015, 2015/2016 y 2016/2017.	42
2.6. Cálculo de los tiempos de operación de la máquina en las pruebas efectuadas en la zafra 2015-2016.....	44
2.7. Cálculo de los indicadores de explotación de la cosechadora de caña CCA-5000 en la zafra 2015-2016 en Calimete.....	47
2.8. Cálculo de los indicadores técnicos de la cosechadora de caña CCA-5000 en la zafra 2015-2016 en Calimete.....	48
2.9. Análisis de los resultados obtenidos.....	49
2.10. Comparación de los resultados obtenidos en las zafras 2014/2015, 2015/2016 y 2016/2017.....	54
2.11. IMPACTO AMBIENTAL	57
CONCLUSIONES.....	58
RECOMENDACIONES	59
BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXOS	64

INTRODUCCIÓN

La economía cubana históricamente ha dependido del cultivo de la caña de azúcar, primer renglón de obtención de divisas en el país.

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 de 1959, 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 para realizar el corte y alza de la caña, lo que implicaba una baja productividad de azúcar y sus derivados.

Después de enero de 1959 se impulsa el desarrollo e investigación de la mecanización en la agricultura cañera, para ello se creó un grupo de investigación y desarrollo, los resultados 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, es decir con mejor confort, fiabilidad, capaz de trabajar en campos de alto rendimiento agrícola y con una mayor eficiencia, que lograra competir en el mercado internacional, por lo que definir sus principales índices de calidad y económicos es de gran importancia.

Ha existido una tendencia encaminada a la adquisición de máquinas de producción extranjeras en detrimento de las nacionales. El país está inmerso en un proceso de sustituir importaciones por eso para alcanzar el objetivo de una máquina superior se hace indispensable la realización de una serie de pruebas tanto de campo como de

laboratorio, que permitan la corrección de posibles deficiencias de diseño, evitando que pasen a la etapa de producción en serie con algún tipo de error.

A partir de la necesidad de sustituir el parque de máquinas existentes en el país por otras de mayor rendimiento productivo, fiabilidad y confort, con el propósito de que puedan laborar en campos de alto rendimiento agrícola con una elevada eficiencia, se desarrolló un nuevo modelo de máquina cosechadora de caña de azúcar, diseñada por especialistas del Centro de Desarrollo de la Maquinaria Agrícola, CEDEMA y construida en la Fábrica “LX Aniversario de la Revolución de Octubre”, que se llamó C-4000 y durante la zafra 1999-2000, se sometió a pruebas.

En la zafra 2001-2002 se continuó el estudio de este prototipo y esta vez tuvo como objetivo evaluar algunos indicadores tecnológicos-explotativos, que permitieran conocer el comportamiento luego de haberle realizado algunas modificaciones técnicas como resultado de observaciones realizadas en la prueba preliminar.

Lo anterior permitió darle continuidad al programa para el desarrollo y perfeccionamiento de las máquinas combinadas cosechadoras de caña de azúcar de fabricación nacional. Partiendo de los requisitos planteados por el cliente en la tarea técnica se confeccionó un programa para evaluar los índices de calidad que deben caracterizar dicha máquina y valorar su competitividad en el mercado internacional.

El proyecto de la nueva máquina fue elaborado y perfeccionado por especialistas del CEDEMA, que estuvieron presentes en la República de China cuando se fabricó la cosechadora de caña CCA-5000 junto a especialistas de la fábrica “LX Aniversario de la Revolución de Octubre” y el grupo empresarial AZCUBA como cliente de la nueva cosechadora.

Para las pruebas de campo realizadas a esta cosechadora se contó con la participación de estudiantes de cuarto y quinto años de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya”, especialistas y CEDEMA y el centro de altos estudios, de la fábrica ‘LX Aniversario de la Revolución de Octubre’, y AZCUBA como el cliente de compra.

En las pruebas que se le realizaron a la máquina en el período 2014-2017, se recogieron una serie de datos de los indicadores tecnológicos--explotativa de la cosechadora, los cuales no han sido analizados globalmente, ya que los estudios se

han realizado por años y no para determinar el comportamiento durante todo el periodo de prueba, lo que constituye la **Situación problémica** de este trabajo.

Problema de Investigación.

¿Cómo determinar el comportamiento de los indicadores tecnológico-explotativos de la cosechadora de caña CCA-5000 en las pruebas realizadas en el periodo 2014-2017?

Objeto de estudio.

Cosechadora de caña CCA-5000.

Campo de acción.

El comportamiento de los indicadores tecnológicos explotativos de la cosechadora de caña CCA-5000 en las pruebas realizadas durante los años 2014-2017.

Hipótesis.

Con la determinación de los indicadores tecnológicos y explotativos de la cosechadora de caña CCA-5000 en las pruebas realizadas durante los años 2014-2017, se podrá evaluar el rendimiento de las mismas bajo diferentes condiciones de explotación, con lo cual los especialistas contarán con la información necesaria para mejorar el diseño de dichas cosechadoras en aras de elevar su eficiencia y productividad.

Objetivo general.

Determinar el comportamiento de los indicadores tecnológicos y explotativos de la cosechadora de caña CCA-5000 en las pruebas realizadas en el periodo 2014-2017.

Objetivos específicos:

- Realizar la revisión bibliográfica del tema y de las normas existentes para realizar pruebas de explotación a las cosechadoras de caña.
- Realizar pruebas de campo a la CCA-5000.
- Aplicar las metodologías para determinar los índices tecnológicos-explotativos de la cosechadora de caña CCA-5000.
- Comparar los valores obtenidos de los índices tecnológicos explotativos de las diferentes zafas durante el periodo de prueba

Tareas de investigación.

1. Búsqueda bibliográfica.

2. Procesamiento de los datos.
3. Obtención de los resultados.
4. Análisis de los resultados obtenidos.
5. Comparar todos los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en las diferentes provincias en las que se realizaron las mismas.
6. Evaluar el impacto económico, ambiental y para la defensa de los resultados de la investigación.
7. Elaborar el informe final.

Métodos de investigación:

Métodos teóricos:

Análisis y Síntesis: Se realiza una búsqueda y recopilación de los principales aspectos referidos a los indicadores en los procesos explotativos de la cosechadora cañera CCA-5000 en las zafras desde 2014-2017.

Históricos lógicos: Permite comprender el objeto de estudio en su desarrollo, su historia y su lógica mediante y 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.

Métodos Empíricos:

La entrevista: Se realizaron con diferentes informantes claves (diseñadores, mecánicos, y operadores), los que por sus características pudieron aportar información relevante para la investigación.

Resultados esperados.

Con la determinación del comportamiento de los indicadores tecnológicos explotativos de la cosechadora de caña CCA-5000, se podrá realizar una valoración de sus principales funciones, lo que permitirá cometer acciones en base al perfeccionamiento de la misma, buscando una mayor productividad y eficiencia.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO – TÉCNICA.

1.1 Generalidades del cultivo de la caña de azúcar.

La caña de azúcar es una gramínea tropical perenne con tallos gruesos y fibrosos que pueden crecer entre 3 y 5 metros de altura. Éstos contienen una gran cantidad de sacarosa que se procesa para la obtención de azúcar. La caña de azúcar es uno de los cultivos agroindustriales más importantes en las regiones tropicales.

La caña de azúcar, *Saccharum officinarum* L., es una gramínea originaria de Nueva Guinea; se cultivó por primera vez en el Sureste Asiático y la India occidental.

Alrededor de 327 A.C. era un cultivo importante en el subcontinente indio. Fue introducido en Egipto alrededor del 647 D.C. y alrededor de un siglo más tarde, a España (755 D.C.).

Desde entonces, el cultivo de la caña de azúcar se extendió a casi todas las regiones tropicales y sub-tropicales. En los viajes de Cristóbal Colón a América la trasladaron a las islas del Caribe y de ahí pasó a la parte continental americana, particularmente a la zona tropical. A México llegó en la época de la conquista (1522 aprox.), fue así como la primera plantación se llevó a cabo en el estado de Veracruz, instalándose posteriormente los primeros ingenios azucareros en las partes cálidas del país como parte de la colonización. [14]

Los países productores de caña de azúcar del mundo están ubicados entre los 36.7° de latitud norte y 31.0° al sur del ecuador extendiéndose desde zonas tropicales a subtropicales. La caña de azúcar se cultiva mucho en países tropicales y subtropicales de todo el mundo. Fue introducida en Cuba por el año 1535 desde Santo Domingo.

1.1.1 Composición de la caña de azúcar [3].

El tallo de la caña contiene:

- Agua: 73 – 76%
- Sacarosa (azúcar): 8 – 15%
- Fibra: 11 – 16%

Estas proporciones pueden variar según el tipo de cultivo y variedad de la planta. Sin embargo, la importancia de la composición nutricional de la planta recae en el jugo

de su tallo, del que se extrae el azúcar. El jugo de la caña supone el 70-80% del peso del tallo, y el 15-30% restante constituye el bagazo.

1.1.2 Composición nutricional del jugo de la caña de azúcar [12].

El tronco de la caña de azúcar está compuesto por una parte sólida llamada fibra y una parte líquida, el jugo que contiene agua y sacarosa. En ambas partes también se encuentran otras sustancias en cantidades muy pequeñas. Las proporciones de los componentes varían de acuerdo con la variedad (familia) de la caña, edad, madurez, clima, suelo, método de cultivo, abonos, lluvias, riegos, etc. Sin embargo unos valores de referencia general pueden ser:

- Fibra (11-16%)
- Sacarosa (8-15%)
- Agua (73%-76%)

La sacarosa del jugo es cristalizada en el proceso como azúcar y la fibra constituye el bagazo una vez molida la caña. Otros constituyentes de la caña presentes en el jugo son:

- Glucosa (0.2-0.6%)
- Fructuosa (0.2-0.6%)
- Sales (0.3-0.8%)
- Ácidos Orgánicos (0.1-0.8%)
- Otros (0.3-0.8%)

Las hojas de la caña nacen en los entrenudos del tronco. A medida que crece la caña las hojas más bajas se secan, caen y son reemplazadas por las que aparecen en los entrenudos superiores. También nacen en los entrenudos las yemas que bajo ciertas condiciones puede llegar a dar lugar al nacimiento de otra planta. El bagazo es el producto que queda de la caña después de ser molida en los trapiches que extraen su jugo para la elaboración del azúcar y se emplea fundamentalmente como combustible en las calderas generadoras del vapor necesario para el accionamiento de las máquinas térmicas y para los procesos de calentamiento, concentración, cocimiento, secado, destilación de alcohol y otros. La cantidad de bagazo depende de su humedad, fibra de la caña y del tipo de cosecha y es aproximadamente el 30%

de la caña molida. El bagazo debe ser suficiente para que las calderas generen el vapor que necesita la fábrica y si queda un excedente se puede destinar a la fabricación de papel, como combustible para la cogeneración de energía eléctrica y otros usos.

Tabla 1.1 Composición del jugo de caña de azúcar por 100g.

Composición del jugo de caña de azúcar por 100g	
Calorías	62kcal
Azúcares	16.5g
Proteínas	0,6g
Grasas	0,1g
Fibra	3,1g
Calcio	8mg
Hierro	1,4
Tiamina	0,02mg
Riboflavina	0,01mg
Niacina	0,10mg
Vitamina C	3mg

Fuente: [3]

1.2 Requerimientos del cultivo y la cosecha.

1.2.1. Cultivo.

La caña de azúcar se propaga a partir de cortes o 'trozos' de hasta 1 m de largo, que se plantan en surcos. Los brotes salen a partir de yemas en estas secciones del tallo. La 'planta caña' es el nuevo cultivo que se cosecha a aproximadamente un año después de la plantación, luego de cortar, se planta un cultivo de 'caña soca' a partir de nuevos brotes que crecen de tocones de las plantas cosechadas.

Las hojas de la caña nacen en los entrenudos del tronco. A medida que crece la caña las hojas más bajas se secan, caen y son reemplazadas por las que aparecen en los entrenudos superiores. También nacen en los entrenudos las yemas que bajo ciertas condiciones pueden llegar a dar lugar al nacimiento de otra planta. El desarrollo de la caña de azúcar depende en gran medida de la luz solar, razón por la cual su cultivo se realiza en las zonas tropicales que poseen un brillo solar alto y prolongado. La clorofila existente en las células de las hojas de la caña absorbe la energía de la luz solar, la cual sirve como combustible en la reacción entre el dióxido

de carbono que las hojas toman del aire y el agua que junto con varios minerales las raíces sacan de la tierra, para formar sacarosa que se almacena en el tallo y constituye la reserva alimenticia de la planta, a partir de la cual fabrican otros azúcares, almidones y fibra, dióxido de carbono + agua = sacarosa + oxígeno. $12\text{CO}_2 + 11\text{H}_2\text{O} = \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + 12\text{O}_2$.

La caña de azúcar se encuentra dentro del grupo más eficiente de convertidores de la energía solar que existen.

La aplicación cuidadosa de fertilizante nitrogenado resulta crítica para los altos rendimientos del azúcar. Demasiado fertilizante fomenta el crecimiento de las hojas en lugar del almacenamiento de azúcar. La maduración se da naturalmente en los períodos secos más fríos. De lo contrario, se la acelera reteniendo el nitrógeno y el riego y aplicando un madurador químico como por ejemplo trinexapac, sulfometuron o glifosato [5].

1.2.2. Variedades de caña de azúcar existentes en nuestro país.

Según González, R. M. otros [2010], fueron censadas 568 905,09 ha destinadas al cultivo, y fueron registradas 107 variedades, convenientemente identificadas. De ellas, 91 han sido obtenidas por el programa nacional de mejoramiento genético, las cuales ocupan 482 477,09 ha (84,81 %), y 16 introducidas desde centros de mejoramiento de otros países, presentes en 83 194,31 ha (14,62 %). Existen unas 3 233,69 ha de caña (0,57 %), en las que no se identificaron con seguridad las variedades, a las cuales se les asignó la denominación de “otras”.

De las variedades nacionales, 78 han sido obtenidas por el Departamento de Mejoramiento Genético del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), mediante trabajos de hibridación, 3 son somaclones derivados del empleo de técnicas de cultivo de tejidos, a partir de variedades nacionales o extranjeras: C87-51(105), CP52-43(27) y POj2878(112). También son obtenciones nacionales los cultivares ja (jaronú), My (Mayarí) y Ty (Tayabito) [15].

Entre los 16 genotipos extranjeros censados, se encuentran 6 B (Barbados, Islas Barbados), 1 CB (Campos, Brasil), 1 Co (Coimbatore, India), 1 CP (Canal Point, EEUU), 1 PR (Puerto Rico), 1 Q (Queensland, Australia), 2 RB (República de Brasil) y 3 SP (São Paulo, Brasil).

Las 10 variedades que cubren mayor superficie nacional son: C86-12, C323-68, C86-503, C90-469, C87-51, C1051-73, CP52-43, C90-530, C90-317 y Co997, ellos ocupan el 62,41 % del área cañera. Reportaron un incremento en cuanto a su participación en 2010: C90 469, CP52 43, C90 530 y C90 317.

La situación de las cinco primeras variedades nacionales por provincias se muestra en la tabla 1.2, la variedad más cultivada sigue siendo C86-12, que mantiene esta posición desde 2006, aunque reduce ligeramente su participación en 0,05 %. Las provincias de Ciego de Ávila, Guantánamo, Pinar del Río, Granma, Matanzas, Sancti Spíritus, Villa Clara y Camagüey, por ese orden, reportan los mayores porcentajes. Especialmente, en ellas, debe trabajarse con vistas a que las recomendaciones de variedades actualizadas por el SERVAS contribuyan a que sus empresas proyecten su máxima participación hasta 20 %, según lo expuesto en la Resolución No. 154-2002 del Ministerio del Azúcar [15].

Tabla 1.2. Porcentaje por provincias del área ocupada por las 5 variedades principales nacionales.

Variedades					
Provincias	C86-12	C323-68	C86-503	C90-469	C87-51
Pinar del Río	25,42	14,17	4,91	0	7,23
La Habana	15,89	25,91	0,06	0	3,08
Matanzas	24,22	20,62	0	0,08	4,92
Cienfuegos	22,85	15,23	0,73	0,28	0,87
Villa Clara	15,83	10,97	4,29	0,04	1,82
Sancti Spíritus	23,88	5,69	3,72	0	8,07
Ciego de Ávila	30,20	3,30	3,96	0,02	7,84
Camagüey	22,46	4,39	0,70	0,11	2,51
Las Tunas	8,89	11,58	18,72	8,68	3,48
Holguín	19,04	2,78	16,68	17,74	1,27
Granma	24,66	5,08	7,99	13,55	8,17
Santiago de Cuba	15,83	7,70	1,88	6,06	5,59

Guantánamo	25,50	5,92	1,36	0,03	14,11
Nación	19,99	10,03	6,13	4,25	4,23

Fuente: [16].

En el año 2002, se pone en vigor la Resolución No. 154 del MINAZ, que regula la generalización del cultivo de las variedades de caña de azúcar en Cuba, y precisa que la misma responda a planes de desarrollo estratégicos, y que variedades nuevas y mejores se introduzcan de manera rápida y eficiente, garantizando su influencia positiva en la obtención de mayores rendimientos productivos.

La mencionada Resolución dispone que en todas las Unidades Productoras de caña del Sistema MINAZ, se aplique el SERVAS, con el objetivo de realizar la ubicación de las variedades, sobre la base de criterios científicamente fundamentados. Así mismo, expone que en los proyectos de variedades originados por este Servicio se garantice que, al nivel de las Empresas, ninguna variedad se recomiende para más del 20% del área destinada al cultivo de la caña de azúcar, lo que significa el fin del monovarietalismo.

La nueva estrategia permite encontrar en la práctica, respuestas específicas para los disímiles ambientes productivos, y una mayor protección fitosanitaria del cultivo, la que garantizará mantener una posición competitiva, aún en condiciones de bajos insumos.

1.2.3. Rendimiento agrícola de la caña en Cuba.

La estructura vegetativa de la caña de azúcar se puede decir que está relacionada con diversos aspectos de relevante importancia como un buen cultivo, variedad, y condiciones de los terrenos utilizados. Si se logra una correcta unión de lo antes expuesto se logrará obtener una planta con buenas propiedades y aparejado con una buena cosecha, con máquinas eficientes y de buena calidad con la tecnología necesaria se logrará un excelente rendimiento agrícola en nuestros campos. En la tabla 1.3 se muestra como se manifiesta la composición de la estructura vegetativa (%) en función del rendimiento agrícola [14].

Tabla 1.3. Composición de la estructura vegetativa (%) en función del rendimiento agrícola.

Rendimiento agrícola (t/ha)	Caña limpia (%)	Materia extraña (%)	Hojas seca (%)	Hoja verde (%)	Tallo verde (%)
25 a 35	70	30	9	12	9
35 a 45	73	27	8,5	10,5	8
45 a 50	78	22	7	8,5	6,5
50 a 60	80	20	6	8	6
60 a 70	82	18	5,5	7	5,3
70 a 80	85	15	4	6	5

Fuente: [12].

Aunque estos índices no tienen un valor absoluto son indicativos y lo interesante es que en función del rendimiento agrícola de las cañas es el porcentaje de materia extraña que la fábrica está dispuesta a aceptar, y de esta depende el porcentaje de eficiencia que se le debe exigir a los órganos de limpieza empleados.

Las afectaciones que provocan los componentes de la materia extraña no es la misma para cada uno de ellos, un ejemplo de las afectaciones se muestra en la tabla 1.4, donde se realiza una comparación entre la caña y el cogollo.

Tabla 1.4. Cuadro comparativo entre los jugos del cogollo y de la caña [12].

	Pureza	Reductores (%)	Color (%)	Sustancias nitrogenadas (%)	Ceniza materia seca (%)
Jugo cogollo	55	2,11	0,253	1,05	9,43
Jugo caña	85	0,30	0,144	0,583	3,54

Otro de los factores que afecta el rendimiento de la caña es el desfase, se entiende por desfase a la cosecha de caña que no se encuentra en el momento óptimo de corte, es decir que no ha llegado a su madurez o se ha sobrepasado el momento de su madurez óptima.

Los desfases más comunes son de tres tipos: por edades, por cepas y por variedades.

El desfase por cepas se puede considerar un caso especial del desfase por edades. Otro ejemplo de afectación por fases es cosechar caña durante la floración esta situación incide de forma negativa en los rendimientos industriales pues disminuye la calidad de los jugos, se eleva el contenido de ceniza y hay un incremento de la fibra en caña [15].

Una programación de corte erróneo implica desfase, lo que significa la pérdida de potencia de la caña, es decir, que llevará menos sacarosa. Es aquí donde juega un papel importante la madurez de la caña como elemento de calidad.

Al tratar las condiciones óptimas para la cosecha de la caña lo primero que se debe de tomar en cuenta es su grado de madurez, la caña es un fruto y como tal se comporta pasando de la fase de tierno, verde, maduro y deteriorado durante el desarrollo de la planta.

Se sabe que una caña está madura cuando el contenido de azúcar en los canutos superiores es muy similar a los canutos inferiores, o sea, cuando el azúcar está repartido uniformemente a lo largo de la caña.

Por razones prácticas y organizativas de la cosechase admite moler la caña entre 0.85 y 1.00 de índice de madures ($\text{Brix superior} / \text{Brix inferior} = 1$). Cuando la caña se muele madura, tiene el máximo de azúcar y el mínimo de impureza y tendrá un efecto favorable en la eficiencia industrial y la calidad del azúcar.

1.2.4. Sistemas de cosecha de la caña de azúcar. [30]

La cosecha de la caña es realizada por diferentes métodos o sistemas, el uso de uno o varios sistemas de cosecha en una región va a depender de una serie de factores como la topografía y condiciones del terreno, características climáticas, nivel tecnológico, disponibilidad económica y contexto social entre otros.

La cosecha de caña se define como un conjunto de operaciones que llevan los tallos desde el campo a la fábrica, durante este proceso la caña sufre una transformación física y química. Hasta mediados del siglo XX se realizó por procesos muy simples, pero con el desarrollo de técnicas modernas el proceso aumentó en complejidad y también en el nivel de daños que sufren los tallos de la caña al ser cosechados,

razón por la cual se debe prestar atención a la hora de la utilización de estas nuevas técnicas.

La caña se puede cosechar de dos formas: una quemando la caña y otra sin quemarla o verde. En la gran mayoría de las zonas donde se cultiva la caña queman los campos antes de proceder a su cosecha con la finalidad de reducir la cantidad de materias extrañas que van a los centrales y facilitar el trabajo de los cortadores y de las cosechadoras.

De igual forma se puede cosechar en verde o realizando una quema previa a su cosecha, además indica que existen dos tipos de corte el manual y el mecanizado con cosechadoras de función integral o combinada.

En relación al corte manual en verde se describen dos tipos: el corte convencional y el corte limpio. El corte convencional es aquel, en el cual el cortador, corta el tallo de la caña por la base, lo despunta eliminando el cogollo y lo coloca en forma perpendicular a los surcos formando un motón, para que más tarde sea cargado a la unidad de transporte por una alzadora. En este sistema los tallos de la caña llevan las hojas adheridas al mismo.

En el corte manual verde en limpio, el cortador remueve las hojas adheridas al tallo, corta el tallo en la base, descogolla y coloca la caña en el motón; adicionalmente realiza una completa limpieza de la cama y de la zona lateral entre los motones de caña para evitar que los residuos sean cargados junto con los tallos de la caña.

La cosecha de caña en casi todos los países que tienen agroindustria comenzó sobre la caña verde, pero factores vinculados en lo fundamental al incremento de la productividad de los cortadores y otros, fueron creando las condiciones para que la quema de la caña se fuera introduciendo; claro está, que en los primeros momento no se tenía clara consciencia del daño que introducía la quema de la caña, ni se disponía de las posibilidades que brinda la cosecha mecanizada. En la actualidad, existe una mayor consciencia de la necesidad de realizar la cosecha de la caña en verde.

La contaminación ambiental constituye en la actualidad uno de los problemas más polémicos del mundo. La cosecha de caña en verde a gran escala comienza hacer una realidad en diversos países, aventajando a la cosecha de caña quemada en

aspectos como: conservación del suelo, disminución de la contaminación atmosférica y posibilidades de uso de los residuos.

La quema de la caña para la cosecha ha sido práctica difundida en diferentes países como Hawái, Australia, EU, Trinidad, Brasil, etc. Manejándose diverso criterios sobre su conveniencia o no.

1.2.5. Mecanización de los sistemas de cosecha de la caña. [30]

Un elemento de gran importancia dentro de la agroindustria azucarera es el relacionado a los sistemas de cosecha de caña que se utilicen, es premisa para cualquiera de ellos que se garanticen dos aspectos fundamentales:

- Que la caña cosechada tenga los menores % de impurezas posible.
- Que la caña cosechada llegue al ingenio lo más fresca posible.

Las investigaciones realizadas indican que:

- 1% de impurezas en la caña a moler incrementa la fibra industrial en 0,18.
- 1% de impurezas en la caña a moler disminuye la extracción de pol en 0,15.
- 1% de impurezas en la caña a moler hace caer el rendimiento industrial entre 0,17 y 0,20.

La introducción de la mecanización en diferentes etapas de la cosecha de caña fue ocurriendo de manera específica en los diferentes países que cuentan con esta agroindustria, pero lo más común es que la introducción de la mecanización haya comenzado por algunas de las modalidades que a continuación se presentan:

- Utilización de Alzadoras mecánicas para el alza de bultos de caña cortada en forma manual (Muy difundida en todo el mundo).
- Utilización de Alzadoras o Recogedoras Continua de caña cortada larga de forma manual ó mecanizada. (Usadas en las Louisiana).
- Cosecha de caña entera (larga) con cosechadoras y alza mecanizada.
- Cosecha de caña entera con Push Rake (de uso casi exclusivo en Hawái y Perú).

Inicialmente, a nivel mundial la caña se cortaba a mano limpiando cuidadosamente las cañas, las puntas o cogollos eran atados en manojos para su uso como forraje y los tallos de caña eran cargados a mano para ser transportados a la fábrica. Conforme avanza la expansión del cultivo y el desarrollo tecnológico, se cambió

primero al alce mecanizado y más tarde al corte y alce mecanizado con cosechadoras de función integral (combinadas). Este avance tecnológico ocasionó un aumento de la materia extraña a nivel de las fábricas, lo que causó problemas en la extracción de la sacarosa, por lo que se adoptó como práctica rutinaria la quema de los campos de caña antes de su cosecha.

En la actualidad este proceso se realiza manualmente en muchas áreas cañeras del mundo, aunque con el transcurso de los años se han introducido máquinas que en una u otra forma han contribuido a la mecanización de la cosecha de la caña.

La mecanización de la cosecha de la caña se realiza fundamentalmente por dos sistemas; el *método directo con cosechadoras integrales (combinadas)*, cuando la caña se corta en su base; se traslada a través de un proceso tecnológico interno en la misma y se descarga al medio de transporte, y el *método combinado (semimecanizado)*, cuando la caña cortada en su base se deposita en el suelo para luego, con un cargador especial, acumularla y alzarla hacia el medio de transporte. El uso del sistema mecanizado utilizando se ha difundiendo con rapidez por todo el mundo azucarero, siendo Cuba y Australia los países que más caña cosechan con este tipo de máquinas.

Los sistemas de recolección de la caña más diseminados en la actualidad son: manual, semimecanizado y mecanizado.

Manual: El corte y el alza se realizan manualmente. El transporte se realiza en carreta tiradas por animales, tractores con remolques o en camiones. En muchos países la cosecha todavía se realiza en forma manual, utilizando diversos tipos de herramientas.

Semimecanizado. El corte se realiza manualmente, el alza se realiza mecanizadamente y el transporte se hace con tractores provistos de remolques y/o camiones.

Mecanizado: El corte y el alza se realizan mecanizadamente y el transporte se hace con tractores provistos de remolques, los mismos pueden ser autovasculantes o no y camiones. Por lo tanto, el requerimiento diario de caña está aumentando y existe una mayor demanda por mano de obra. De este modo, en los próximos años la

colocación de la mano de obra empeorará aún más. Por esta razón, la adopción de la mecanización en la cosecha de caña será inevitable.

1.3 Las máquinas cosechadoras de cañas.

1.3.1. Las máquinas cosechadoras en el mundo.

En diferentes países se desarrollaron esquemas tecnológicos de cosechadoras (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.

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 trozador (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.

1.3.2. Las cosechadoras de caña en Cuba.

Las primeras pruebas conocidas de una máquina cortadora de caña de azúcar en Cuba, datan de 1910, por A. N. Holdey, cerca de Jovellanos, en la provincia de

Matanzas. Esta máquina se desechó por sus frecuentes roturas. En el período comprendido entre 1915 a 1918 fue probada la Combinada Luce (Autor: George Don Luise, de EEUU); incluía sistema de limpieza: Se utilizó durante 1920 y fue desechada, también, debido a su baja fiabilidad.

Al triunfo de la Revolución, en 1959, no existía en Cuba ningún grado de mecanización en el corte y alza de la caña de azúcar. En 1961 comienzan los primeros trabajos serios de pruebas de máquinas. En 1962 se probó la INCA de África del Sur.

En 1963 se construyeron 680 máquinas cortadoras cubanas tipo ECEA-MC-1 diseñadas sobre la base de las cosechadoras INCA de Sudáfrica, Thomson modelo Hurry-Cane y Thornton modelo F de la Internacional Harvester. Este tipo de máquina cortaba a ras del suelo, descogollaba y dejaba caer en el suelo bultos de caña conformados por un aditamento basculante acumulador, lo que favorecía el alza posterior. Pero su desventaja consistía en la gran cantidad de hombres que necesitaban para limpiar la caña que caía al suelo.

A partir de 1963 comenzó a destacarse la colaboración soviética con relación a las nuevas máquinas cosechadoras construidas en las fábricas soviéticas “Rosselmash” en Rostov, “Zaporozhe” y “Ujtomsky” en la ciudad de Liubertsi. Esta colaboración, comprendida en el período 1963-1969, se puede resumir en las máquinas siguientes:

- Alzadora soviética PG-0,5ST de 0,5 t de capacidad y 80 t (7000 @) de productividad diaria que aumenta el rendimiento del machetero en un 40 %.
- Combinadas autopropulsadas KT-1 que cumple por completo el proceso tecnológico. De estas máquinas entraron 30 a Cuba en 1965.
- Combinada de arrastre KCT-1, que corta la caña, la limpia y la deposita en la carreta de transporte con una productividad de 5 000 arrobas (jornada de 8 h).
- Combinada autopropulsada CTK-1 de la fábrica “Zaporozhe” probada en 1965.
- Combinada autopropulsada KCC-1 y KCC-1A, de la fábrica Liubertsi, probada en 1965.
- Combinada autopropulsada KTC-1A, de la fábrica Liubertsi, probada en 1966.
- En 1967 habían entrado 710 máquinas de este tipo, algunas con mejoras obtenidas en pruebas de campo (KCT-1A) realizadas anualmente.

- Combinada KTS-1A proba en 1969, que fue la última máquina fabricada por los soviéticos.

Todas las cosechadoras mencionadas, con la excepción de la primera, que es una alzadora, fueron diseñadas para cañas erectas y para trabajar en campos de bajos rendimientos. Esta es la causa principal de su poca eficiencia, en campos donde las cañas están encamadas y con alto rendimiento.

Por otro lado, las máquinas y medios para la mecanización de la cosecha, diseñadas en Cuba, continuaron desarrollándose a pesar de la introducción masiva de la KCT-1. En forma concreta este desarrollo puede resumirse en las máquinas y medios de mecanización siguientes:

- Combinada cubano-checa (MCCL-1). Fue la primera máquina combinada fabricada en nuestro país (1964) después del triunfo de la Revolución.
- Centro de transbordación y beneficio en seco de la caña (1964). Consiste en una instalación estacionaria situada al lado de la vía férrea con capacidad de 60 000 @ por jornadas de 12 horas, que tiene como función cortar los tallos en trozos de 30 a 35 cm, en tambores trozadores, limpiar la caña de paja, tierra y cogollos después de cortar mediante ventiladores dispuestos en el trayecto de la caña hacia el carro de ferrocarril. (En Cuba hay más de 400 Centro de Acopio construidos.)
- Combinada de caña enredada (CCE-1 de semiestera y CC-2 de goma). Fueron las primeras máquinas alimentadas con los mecanismos pasivos sin agarre que se fabricaron en Cuba (1968) y que posteriormente recibieron el nombre de Libertadoras. Las primeras 25 máquinas cosechadoras Libertadoras modelo 800 se utilizaron en 1969. Posteriormente surgieron dos nuevos modelos: la Libertadora modelo 1 400 y la Libertadora 1 600 con distintos anchos de trabajo para campos de alto rendimiento.
- Cosechadora frontal Henderson (1-CFH) fabricada en 1968. Cortaba, trozaba y alzaba caña verde o quemada de alto rendimiento. Realizaba la limpieza en el centro de beneficio y transbordación. Se construyeron 148 de estas máquinas montadas en tractores de esteras soviéticos C-100, las que presentaron múltiples

dificultades que condujeron a su desactivación en el año 1961, luego de haberse construido tres nuevos prototipos.

- Combinada de caña autopropulsada y trozadora (CCAT-910). Se construyó en 1969
- Combinada Massey-Ferguson modelo MF-201 Cane Commander (fabricada en Australia). 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 un medio de transporte. La limpieza de la caña se realiza en el centro de beneficio y transbordación. Esta máquina corta campos con rendimientos menores de 100 000 arrobas por caballería.

Al siguiente año se fabricaron varios modelos de este tipo de máquina, entre ellos la L-800, L-1400 y L-1600, presentaban varios anchos de cortes y se utilizaban fundamentalmente en campos de altos rendimientos, la última recibida de la unión soviética fue la CCAT-910, que se convirtió en la KTP-1 [ver anexo B].

En 1980 se inicia el perfeccionamiento de las cosechadoras KTP-1. Debido a una serie de problemas que debía enfrentar, no fueron concebidas en el proyecto inicial. Los grandes esfuerzos a los que se sometían a la hora de cosechar caña verde fueron determinantes para perfeccionar las mismas, además el rendimiento alcanzado en los campos no era el mejor, como resultado de un grupo de modificaciones y mejoras técnicas a estas máquinas surgen las KTP-1M.

A finales de 1984 y principios de 1985 se fabrican las primeras máquinas KTP-3, a ellas le agregaron gran cantidad de mecanismos con un alto nivel de hidraulización, realizaron una serie de modificaciones y correcciones con respecto a las KTP-1M, y el resultado fue el mejor, pues cosecharon más del millón de arrobas durante las etapas de pruebas [18].

En 1986 se comienza la producción en serie de la KTP-1M, finalmente es llamada KTP-2 [ver anexo C]. Entre las mejoras con respecto a la KTP-1 tenemos los siguientes.

- Nuevo mecanismo tronzador con engranajes en baños de aceite.
- Transmisión hidrostática en el puente motriz.

- Empleo de hidromotores para accionar los transportadores helicoidales, así como para accionar las esteras de los transportadores de descarga.
- Motor CMD-72 de mayor potencia (214 hp), que sustituyó al CMD-64 de la KTP-1. Durante la zafra de 1986-1987, en pruebas realizadas, se introdujo un nuevo modelo, el prototipo corregido de la KTP-3, tenía un mayor porcentaje de hidraulización con respecto a la KTP-2, incluso se llegó a comparar con máquinas similares de otras firmas, pero presentó serios problemas técnicos, fundamentalmente en la caja de las bombas.

El programa de mejoramiento y perfeccionamiento de las cosechadoras de caña tomó auge durante el año 1988, en este período se le hicieron importantes cambios a las KTP-2 y surgen nuevos prototipos entre ellos las KTP-23, las cuales tomaron elementos de las KTP-2 y KTP-3, entre los cambios más significativos tenemos los siguientes.

- Eliminación de un reductor lateral.
- Montaje de una segunda cámara de limpieza y reforzamiento de las cámaras de limpieza que ya existían.
- La longitud de la máquina se disminuyó.

Durante la zafra de 1987-1988 se probaron los tres prototipos de estas máquinas KTP-23 en áreas del CAI "Urbano Noris" del municipio del mismo nombre, posteriormente se crea una nueva variante de este prototipo la KTP-23II, la cual presentó problemas en el sistema de limpieza.

Un modelo en desarrollo, la CCA -3 surgió en el año 1990. Se le realizaron varios cambios, entre ellos el motor (TAINO), no contaba con transportes longitudinales y la alimentación de la masa vegetal hasta el mecanismo trozador era mediante tambores, se le adicionó un extractor en las cámaras de limpieza, esta máquina al igual que la KTP-23II tuvo sus principales problemas técnicos en el sistema de limpieza por lo que se desarrolló durante dos años y posteriormente fue desechada.

En este mismo año fueron adquiridas cuatro máquinas CLAAS-2000 con la sección receptora regulable para la mejora de los rendimientos agrícolas. Se adquirieron con el objetivo de compararlas con las de producción nacional.

Durante los años 1995-1996 surgen dos modelos de las KTP-2M [ver anexo D], a partir de mejoras realizadas a las KTP-2, se fabricaron 20 máquinas de este tipo y rindieron por las 40 que tenía en ese momento el CAI “Antonio Maceo” durante la zafra de 1994-1995, es a partir de este último año que comienza la producción seriada de estas máquinas.

En este año surgen dos prototipos de las KTP-3S [ver anexo E], a partir de las KTP-2M y en 1997 se fabricaron 15 máquinas que lograron un rendimiento superior a las de la KTP-2M.

Durante el año 1999 se proyectó y diseñó un prototipo de cosechadora denominada CCA-4000, estas máquinas tienen su sistema totalmente hidráulico (con transportador giratorio).

A diferencia de las anteriores las KTP-2M y las KTP-3S se explotan a nivel nacional y en algunos países de Latinoamérica, presentan su tracción en la parte trasera y la dirección en la parte delantera, los cilindros hidráulicos establecen la altura del corte que se va a realizar, esta operación es observada desde la cabina de la máquina.

La política de AZCUBA dirigida a la adquisición de máquinas foráneas en detrimento de los modelos nacionales, no ha sido un impedimento para que los técnicos y diseñadores continúen desarrollando y perfeccionando los modelos y prototipos existentes, es así como en la Fábrica de Combinadas se concibió el modelo KORTEP [ver anexo F].

La necesidad que tiene el país de tener máquinas resistentes y duraderas capaces de soportar el rigor de las zafras azucareras cubanas, trajo consigo el desarrollo de una cosechadora con tecnología actualizada y que fuera capaz de competir en el mercado, esta tarea fue tomada por el Centro de Desarrollo de la Maquinaria Agrícola (CEDEMA), luego de años de diseño y estudio, en el 2014 se potencia la fabricación del nuevo prototipo CCA – 5000 ver figura 1.1, en la República Popular China.

Hasta los primeros años del presente siglo se ejecutó un programa para el desarrollo y perfeccionamiento de las cosechadoras cañeras modelo KTP. Este modelo de máquina ha sido objeto de numerosas modificaciones, lo que ha dado lugar a los distintos modelos proyectados, a partir de las investigaciones realizadas. En cada

caso el nuevo modelo CCA-5000 ha sido tecnológicamente superior a su antecesor, garantizando una mayor fiabilidad técnica y tecnológica, (parámetros que garantizan un mayor tiempo de servicio), así como un mayor rendimiento productivo. Santiesteban Almarales, L. [2015].

Esta nueva cosechadora 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 plantones) en cañaverales con marcos de siembras desde 1.4 m a 1.6 m lo cual significa mejor calidad de corte y aumento de productividad con un mínimo de pérdidas de materia prima.



Figura 1.1. Máquina cosechadora cañera modelo CCA-5000. (Fuente: Elaboración propia)

1.4 Proceso tecnológico de la cosechadora de caña CCA-5000 en las zafras 2014/2017.

1.4.1. Descripción del proceso tecnológico.

Órganos de trabajo de la cosechadora de caña CCA-5000:

1. Corta cogollo desfibrador.
2. Transportadores helicoidales doble.
3. Mecanismo de cuchillas laterales (izquierda y derecha).
4. Cortador base.
5. Tren de rodillos alimentadores.

6. Mecanismo trozador de tres paletas.
7. Primer extractor.
8. Transportador de descarga.
9. Segundo extractor.

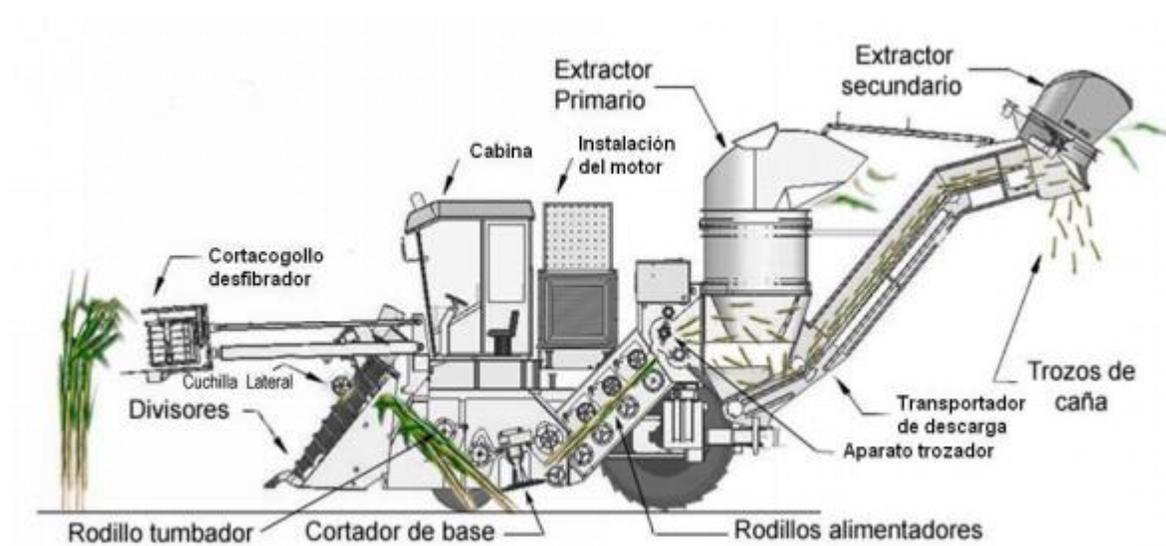


Figura 1.2. Esquema tecnológico de las cosechadoras de caña CCA-5000 [4].

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 [4].

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. [6].

1.5 Metodología para la obtención, análisis y evaluación de los índices de la efectividad tecnológica explotativa de las máquinas agropecuarias sometidas a pruebas.

1.5.1. Metodologías existentes dirigidas a la evaluación de combinadas cosechadoras de caña de azúcar.

Entre las principales metodologías conocidas en el mundo científico dirigidas a la evaluación de Máquinas y/o equipos agrícolas se encuentran las siguientes:

- Norma Cubana: NC 34-37 [2003]: Metodología para la obtención, análisis y evaluación de los índices de la efectividad tecnológico-explotativa de las máquinas agropecuarias y forestales, sometidas a pruebas estatales. (DEROGADA)
- Norma: Equipment for harvesting -- Combine harvesters – Test procedure.
- Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO. Principios y Prácticas de Prueba y Evaluación de Máquinas y Equipos Agrícolas [1 de 2].

Norma Cubana 34-37[2003]: Esta norma establece la metodología para la obtención, análisis y evaluación de los índices de la efectividad tecnológico-explotativa de las máquinas agropecuarias y forestales, sometidas a pruebas estatales, la cual se divide en dos partes fundamentales:

- La evaluación de la nueva máquina durante todo el volumen de trabajo según el programa de pruebas
- La evaluación comparativa de la nueva máquina con la máquina en explotación que se lleva a cabo mediante turnos de control.

Esta metodología, como se establece en la misma norma: "se basa principalmente en la cronografía, es decir, toma de los tiempos en diferentes condiciones y operaciones de la máquina, que tiene lugar en las diferentes actividades que se realizan durante las operaciones para la cual fue diseñada la misma."

Norma ISO 8210 [2005]: Equipment for harvesting - Combine harvesters - Test procedure: Esta norma internacional, cuyo título en español es: *Equipo para la cosecha, Cosechadoras, Procedimiento de Pruebas*, especifica un procedimiento de ensayo para cosechadoras, aplicable a todos los tipos de cosechadoras.

El procedimiento de prueba especificado en la norma se refiere a la medición y pruebas de combinadas cosechadoras, para su uso en varios cultivos. La norma indica la terminología y métodos que se utilizarán para medir características importantes de las combinadas incluyendo pruebas funcionales: realizadas durante un largo período en que la facilidad de operación, la facilidad de ajuste, la tasa de trabajo y las características generales de funcionamiento puede ser evaluado y, las de pruebas de capacidad: ejecutadas en ciertas ocasiones para la determinación de las pérdidas de cosecha y las características de capacidad. Esta norma contiene disposiciones referenciadas con base en otras normas internacional actualmente en vigencia.

Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO. Principios y Prácticas de Prueba y Evaluación de Máquinas y Equipos Agrícolas. La FAO, tal como se expresa en el prólogo de este mismo boletín, decidió que un panel de sus expertos en Ingeniería Agrícola, discutiera sobre los aspectos asociados a las pruebas y evaluaciones de maquinaria agrícolas, con el fin de generar dos boletines: uno dirigido a las

estaciones de prueba y evaluación, y otro, dirigido a los gobiernos, planificadores, empresarios y administradores de centros de prueba y evaluación [25].

El manual se divide en dos secciones: a) Principios y Prácticas y b) Procedimientos de Prueba, y está dirigido a enfocar los procedimientos desarrollados para probar y evaluar maquinaria agrícola y los criterios para probar tecnología orientada a pequeños agricultores, mediante una guía de los aspectos del desempeño de una máquina que pueda ser evaluado y los procedimientos para un rango de equipos.

1.5.2. Metodología para la obtención de los índices productivos y tecnológicos explotativos.

Para evaluar de forma general una máquina son muchos los índices que se toman en consideración, muchos de los cuales se encuentran referidos en la norma *ISO 8210 [1989]: Equipo para la cosecha–Cosechadoras–Procedimiento de Pruebas* y en la norma NC 92-10:78 "Control de la calidad. Fiabilidad. Términos y definiciones".

1.5.2.1. Conceptos, definiciones y términos.

Defecto: es el estado de la máquina, del agregado o de la pieza en un momento de tiempo determinado, en el cual estas no cumplen alguna de las exigencias de la documentación técnica, las condiciones técnicas, o las normas nacionales [19].

Capacidad de trabajo: es el estado del artículo o de la máquina, en el cual éstos son capaces de realizar funciones dentro de los parámetros establecidos.

Fallo: es el suceso, en el cual ocurre la pérdida total o parcial de la capacidad de trabajo del artículo.

Aprovechamiento: es la duración del trabajo, o el volumen de trabajo de un artículo medido en horas, kilómetros recorridos, metros cúbicos u otras unidades establecidas para cada máquina.

Recurso: es el aprovechamiento total del artículo, hasta un extremo fijado en la documentación técnica.

Vida útil: es la duración calendaria de la explotación de la máquina y sus elementos hasta el momento del surgimiento de un estado extremo, fijado en la documentación técnica o hasta su baja.

Aptitud para las reparaciones: es la propiedad del artículo para la detección y eliminación de los defectos y fallos, mediante la realización de servicios técnicos y reparaciones.

Capacidad de conservación: Es la propiedad del artículo de mantener los indicadores de explotación establecidos a lo largo de todo el período de almacenamiento y transportación, fijado en la documentación técnica.

Fiabilidad: Es la importante propiedad que tienen las máquinas de desempeñar las funciones dadas, manteniendo sus indicadores de explotación en los límites establecidos y con el rendimiento exigido en determinadas condiciones de explotación.

La fiabilidad del artículo es una propiedad generalizada, que incluye conceptos como: trabajo sin fallos, durabilidad, capacidad de conservación y aptitud para las reparaciones.

Trabajo sin fallos: Es la propiedad del artículo de mantener la capacidad de trabajo a lo largo de un período de tiempo determinado, con un rendimiento dado.

Durabilidad: Es la propiedad de conservar la capacidad de trabajo hasta llegar al estado límite con un sistema establecido de mantenimiento técnico y reparación.

Máquina de uso específico: Es aquella que está destinada a la realización de una labor o trabajo específico

Período agrotécnico: período calendario de realización del proceso tecnológico o de trabajo, determinado a partir de las condiciones naturales.

Trabajo principal: El que corresponde al uso para el cual ha sido concebida la máquina.

Trabajo complementario: Es aquel que se realiza con la máquina independientemente del trabajo principal, para cuya ejecución es necesario una transformación complementaria de la misma o colocarle algún dispositivo.

Turno de control: Turno donde se controla rigurosamente el trabajo de la máquina en el transcurso de un día de trabajo, bajo un régimen determinado, una organización óptima de sus servicios, con una cronología de los procesos de trabajo y la determinación de los índices técnicos y agrotécnicos fundamentales.

Los turnos de control se consideran similares (de la misma condición) para una máquina si la productividad por hora de tiempo limpio calculada por separado para los distintos días de pruebas, no tendrá una desviación entre si mayor de ± 10 s.

1.5.2.2. Generalidades.

Una de las actividades más complejas en la agricultura cañera es la referida a la cosecha de caña y las combinadas. Para evaluar de forma general una máquina son muchos los índices que se toman en consideración, muchos de los cuales se encuentran referidos en la norma *ISO 8210 [2005]: Equipo para la cosecha–Cosechadoras–Procedimiento de Pruebas* y en la norma NC 92-10:78 "Control de la calidad. Fiabilidad. Términos y definiciones" y NC 92-31:81 "Control de la calidad. Fiabilidad. Cálculo de los índices de fiabilidad de los artículos industriales. En este caso por estar dentro del mismo árbol de tiempo los datos que se obtienen del fotocronometraje para la evaluación técnico-explotativa, de fiabilidad y de productividad se tuvieron en cuenta los índices de calidad que intervienen en la evaluación tecnológico-explotativa y de fiabilidad como una sola metodología.

La evaluación tecnológica explotativa comprende dos partes fundamentales:

- Evaluación de la nueva máquina durante todo el volumen de trabajo según el programa de pruebas. Este volumen será el correspondiente al de un periodo agrotécnico completo en condiciones normales.
- Evaluación comparativa de la nueva máquina con las máquinas en explotación que se lleva a cabo mediante turnos de control para realizar la labor considerada como base.

La evaluación tecnológica explotativa de la máquina en pruebas se realiza en todos los trabajos principales y complementarios para los cuales ha sido diseñada la misma.

Durante la explotación comparativa en el tiempo de trabajo principal se realizan no menos de tres turnos de control y la evaluación del tiempo limpio de trabajo no será menor de 15 h. En cada tipo de trabajo complementario se realizará no menos de dos turnos de control con una duración del tiempo limpio no menor de 10 h.

El personal de servicio que trabaja en la máquina que se somete a pruebas poseerá una adecuada calificación y destreza, conocerá bien la máquina y los métodos existentes para realizar la labor con la calidad requerida.

Los mantenimientos técnicos y servicios tecnológicos de las máquinas comparadas serán perfectamente organizados y realizados acorde con los métodos más avanzados y con los medios técnicos adecuados.

Las operaciones del mantenimiento técnico y del servicio tecnológico diario serán realizadas por el personal que trabaja en cada máquina.

Para la eliminación de las roturas graves y también para la realización de los mantenimientos técnicos periódicos se utilizarán los mecanismos de reparación y mantenimientos especializados.

Las máquinas que no satisfagan las exigencias técnicas ni las normas de protección e higiene del trabajo se rechazan y se levanta un acta. Antes de las pruebas, en cada condición de trabajo las máquinas serán reguladas por los técnicos para obtener un régimen de funcionamiento óptimo y garantizar las exigencias de las condiciones agrotécnicas establecidas. Las máquinas energéticas que participan en las pruebas poseen los parámetros técnicos requeridos (potencia, revoluciones, gasto de combustibles, grasas y otros) que se contemplan en las exigencias técnicas de las mismas.

1.5.2.3. Peritaje técnico de las máquinas cosechadoras de caña.

Esta evaluación se realiza según la norma *ISO 8210 [2005]*; en este documento se especifica que la misma deberá realizarse en una superficie que cumpla con las condiciones preestablecidas. Se realiza uno antes de comenzar las pruebas para verificar que los órganos de trabajo se encuentren trabajando dentro de los parámetros establecidos y eliminar posibles fallos e incorrecciones. Se realizan otros dos durante y después de la cosecha, con el objetivo de conocer aquellos conjuntos y accesorios de las máquinas que de una manera u otra han presentado dificultades. Para la realización del peritaje técnico debe tenerse en cuenta, sobre todo, los siguientes aspectos:

- Documentación técnica de la máquina.

- Instrumentos y medios de medición verificados.
- Inspección técnica a la máquina
- Regulaciones de la máquina
- Características de los campos a cosechar
- Experiencia del operador

1.5.2.4. Clasificación de los tiempos del modelo de cronometraje.

La clasificación de los tiempos del modelo de cronometraje para la determinación de los índices tecnológicos-explotativos es:

T_1 : Tiempo limpio de trabajo (h): Es el tiempo transcurrido en la cual la máquina según la tarea elabora (conserva), dosifica y cambia el objeto de trabajo [22].

T_2 : Tiempo auxiliar (h).

$$T_2 = T_{21} + T_{22} + T_{23} \quad (1.1)$$

T_{21} : Tiempo de viraje (h): Es el gasto de tiempo al final de cada pasada cuando se interrumpe el proceso tecnológico y la máquina realiza la maniobra viraje para cambiar el trabajo.

T_{22} : Tiempo de traslado en vacío en el lugar de trabajo (h).

T_{23} : Tiempo de regulaciones tecnológicas (h).

T_{02} : Tiempo operativo (h).

$$T_{02} = T_1 + T_2 \quad (1.2)$$

T_{021} : Tiempo efectivo (h)

$$T_{021} = T_1 + T_{21} \quad (1.3)$$

T_3 : Tiempo de operaciones técnicas de la máquina en prueba (h).

$$T_3 = T_{31} + T_{32} + T_{33} \quad (1.4)$$

T_{31} : Tiempo de mantenimiento técnico (h).

T_{32} : Tiempo de regulación de los órganos de trabajo (h).

T_{33} : Tiempo para preparar la máquina (h).

T_4 : Tiempo para la eliminación de fallos (h).

$$T_4 = T_{41} + T_{42} \quad (1.5)$$

T_{41} : Tiempo para la eliminación de los fallos tecnológicos (funcionales) (h).

T_{42} : Tiempo para eliminar los fallos técnicos (h).

T_{04} : Tiempo productivo (h).

$$T_{04} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 \quad (1.6)$$

T_5 : Tiempo de descanso y necesidades del personal de servicio de la máquina en prueba (h).

T_6 : Tiempo de traslado no operativo (h).

$$T_6 = T_{61} + T_{62} \quad (1.7)$$

T_{61} : Tiempo de traslado para eliminar fallos (h).

T_{62} : Tiempo de traslado entre campos o al parqueo (h).

T_7 : Tiempo de mantenimiento o reparación de los medios de transporte (h).

Tiempo de turno sin fallos T_t (h).

$$T_t = T_1 + T_2 + T_3 + T_5 + T_6 + T_7 \quad (1.8)$$

T_{07} : Tiempo explotativo (h).

$$T_{07} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7 \quad (1.9)$$

T_8 : Tiempo de interrupciones de la máquina en prueba (h).

$$T_8 = T_{81} + T_{82} + T_{83} + T_{84} + T_{85} \quad (1.10)$$

T_{81} : Tiempo de paradas por causas organizativas (h).

T_{82} : Tiempo de paradas por causas meteorológicas como fuertes lluvias. Alta o bajas temperaturas, alta humedad de los campos o cultivos (h).

T_{83} : Tiempo de interrupciones del proceso industrial (h).

T_{84} : Tiempo de parada por fallos provocados por obstáculos o vegetación (h).

T_{85} : Tiempo de parada debido a otras causas (h).

T_g : Tiempo general de observación (h).

$$T_g = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7 + T_8 \quad (1.11)$$

T_i : Tiempo imputable a la máquina (h).

$$T_i = T_4 + T_{61} \quad (1.12)$$

T_{ni} : Tiempo no imputable a la máquina (h).

$$T_{ni} = T_3 + T_5 + T_{62} + T_7 + T_8 \quad (1.13)$$

1.5.2.5. Indicadores de calidad tecnológicos-explotativos.

Productividad por hora de tiempo limpio W_1 (t/h).

a) De utilización.

$$W_{01} = Q/T_1 \quad (1.14)$$

Donde:

Q: volumen de trabajo realizado en la máquina en toneladas (t).

Productividad por hora de tiempo efectivo W_{021} (t/h).

$$W_{021} = Q/T_{021} \quad (1.15)$$

Productividad por hora de tiempo operativo W_{02} (t/h).

$$W_{02} = Q/T_{02} \quad (1.16)$$

Productividad por hora de tiempo productivo W_{04} (t/h).

$$W_{04} = Q/T_{04} \quad (1.17)$$

Productividad por hora de tiempo de turno sin fallos W_t (t/h).

$$W_t = Q/T_t \quad (1.18)$$

Productividad por hora de tiempo de explotación. W_{07} (t/h).

$$W_{07} = Q/T_{07} \quad (1.19)$$

Productividad por jornada W_g (t/h).

$$W_g = Q/T_g \quad (1.20)$$

Consumo de combustible por toneladas cosechadas C_e (L/t).

$$C_e = (C/Q) \quad (1.21)$$

1.5.2.6. Coeficientes de explotación.

Coeficiente de pases de trabajo K_{21} .

$$K_{21} = T_1 / (T_1 + T_{21}) \quad (1.22)$$

Coeficiente de traslado K_{22} .

$$K_{22} = T_1 / (T_1 + T_{22}) \quad (1.23)$$

Coeficiente de pases de servicio tecnológico K_{23} .

$$K_{23} = T_1 / (T_1 + T_{23}) \quad (1.24)$$

Coeficiente de utilización del tiempo productivo K_{04} .

$$K_{04} = T_1 / T_{04} \quad (1.25)$$

Coeficiente de mantenimiento técnico K_{31} .

$$K_{31} = T_1 / (T_1 + T_{31}) \quad (1.26)$$

Coeficiente de seguridad técnica K_{42} .

$$K_{42} = T_1 / (T_1 + T_{42}) \quad (1.27)$$

Coeficiente de seguridad tecnológica K41.

$$K41 = T1 / (T1 + T41)$$

(1.28)

CAPÍTULO 2. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

El prototipo de máquina cosechadora de caña modelo CCA-5000, estuvo en una fase previa de investigación durante la Zafra 2014/2015, en áreas de la UBEAPA “Jesús Rabí” ubicado en el municipio Calimete, de la provincia de Matanzas, abarcando desde el 6 de enero hasta el 26 de marzo del 2015. El año siguiente se continuó desarrollando la investigación con la serie cero, la observación se realizó desde el 2 de febrero hasta el 29 de marzo del 2016 durante las jornadas diurnas en áreas de la UBEAPA “Jesús Rabí” ubicado en el municipio Calimete, provincia de Matanzas. Durante la investigación fueron recopilados datos técnicos e indicadores de calidad, con los cuales se confeccionó un informe con valoraciones y todas las insuficiencias detectadas, lo que proporcionó una herramienta para realizar las modificaciones en las máquinas en fase de fabricación en la República de China.

Se decidió continuar la investigación en la zafra del 2016/2017 en Majibacoa, en esta ocasión se realizó el ensayo tecnológico explotativo bajo un cronometraje por turnos de control, la observación abarcó desde el 19 de enero hasta el 24 de marzo del 2017 durante las jornadas diurnas en áreas de la UBE “Majibacoa” ubicado en el municipio de Majibacoa, provincia de Las Tunas. A modo de ejemplo se presentan a continuación los resultados obtenidos en la zafra 2015\2016 ya que no han sido objetivo de estudio en ningún trabajo de diploma.

2.1 Obtención de los índices tecnológicos-explotativos de la cosechadora de caña CCA-5000 en los años 2015-2016 en la provincia de Matanzas.

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, para esto debemos comprobar a través del peritaje técnico, parámetros constructivos y funcionales, dados en la tarea técnica.

Tabla 2.1. Indicadores de la Tarea Técnica.

Parámetros establecidos en la tarea técnica aprobada	
Cosechar en campos con rendimiento agrícola	Entre 35 y 180 t/ha
Cosechar con máxima eficiencia en un rango de rendimiento agrícola	Entre 50 y 130 t/ha

Rendimiento productivo principal	50 t/h
Consumo específico de combustible	No mayor de 1.2 l/t
Duración del mantenimiento técnico diario	No mayor de 1h
Porcentaje de pérdidas en cosecha	Entre 3 y 5 %
Porcentaje de materias extrañas	No mayor del 7 %
Coeficiente de seguridad tecnológica	0.98
Coeficiente de seguridad técnica	0.95
Longitud de los trozos	Entre 180 y 280mm

Fuente: Tomado de CEDEMA

2.1.1 Ubicación de la localidad donde se desarrollaron las pruebas

Las investigaciones fueron desarrolladas en la provincia de Matanzas, municipio Calimete en la UEB Jesús Rabí y en la provincia de Las Tunas en la UEB Majibacoa.

2.1.2 Condiciones del terreno y de la zona del desarrollo de las pruebas (5).

- **Clima**

Zafra 2014-2015,2015-2016.

La temperatura promedio mensual del aire es de 24.0°C con máximas de 34.4 °C y mínimas promedios de 13.0°C, la humedad relativa promedio es de 81.0% con máximas medias de 95.0% y mínimas medias de 37.0%, las precipitaciones promedio anuales entre 140-160 mm.

Zafra 2016-2017

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**

Zafra 2014-2015,2015-2016.

Predomina el relieve conocido por llanos ondulados, con una variación de altura en el terreno, entre 2 y 10 m por cada km².

Zafra 2016-2017.

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

- **Suelos**

Zafra 2014-2015,2015-2016.

El suelo es rojo ocupando el 33 % de la zona central del municipio. Este tipo de suelo posee una estructura interna ahuecada, es decir, las rocas que le dieron origen son del tipo caliza o dolomitas juras cavernosas, lo cual hace que el sistema de escurrimientos o acumulación de agua que en ellos abundan son del tipo subterráneas, es decir sumideros, ríos subterráneos y cuencas que acumulan cantidades de agua. Esto favorece la construcción de pozos y tuberías como mejor vía para la irrigación.

Zafra 2016-2017.

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

2.1.3 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 2.2. Estructura Pelotón.

Personal	Cantidad
Operador Combinada	9
Operador Tractor	4
Mecánico	2
Noviero	1
Pipero	2
Computador	3
Cocinero	2
Jefe de Brigada	2
Jefe de Pelotón	1

Fuente: Propia

2.1.4 Medios del pelotón donde se desarrollaron las pruebas.

Para una exitosa contienda cañera el pelotón tiene que estar equipado por diferentes medios que permitirán una eficaz cosecha de la caña, así como instrumentos necesarios para resolver averías.

Tabla 2.3. Medios del Pelotón.

Medios	Cantidad
Cosechadora CCA 5000	3
Tractor YTO 1604	3
Pipa de agua con motobomba	1
Novia	1
Carreta cocina – comedor	1
Planta	1

Fuente: Propia

2.2. Ejecución del cronometraje.

Cronometraje: Es la medición y anotación del tiempo de duración de cada operación durante el período de trabajo de la máquina, su preparación antes y después de cada jornada, el control de la labor y el personal de servicio con las consideraciones de los resultados del trabajo diario del agregado.

En el modelo 1 de cronometraje [Anexo F] se anotan en un orden cronológico todas las operaciones y los elementos del tiempo de trabajo de la máquina y se especifican los datos sobre la organización de las pruebas, las condiciones existentes durante su ejecución, el régimen de trabajo de la máquina, las características de la caña, gasto de combustible, gastos de aceite y grasa, la cantidad de personal de servicio y otros tipos de datos vinculados con las pruebas de las cosechadoras.

Los datos de las condiciones meteorológicas que podrán incidir en los resultados tecnológico-explotativos de las máquinas se determinarán por los técnicos y se reflejarán en el modelo de cronometraje, aunque se podrá tomar la información de las estaciones meteorológicas siempre que las mismas reflejen las condiciones del lugar donde se realiza la prueba.

Los datos del modelo de cronometraje donde se aclara "subrayar" se refieren a criterios aproximadamente de los especialistas que realizan la prueba y por tanto

tienen carácter apreciativo; por lo que esos mismos elementos serán precisados en las evaluaciones agrotécnicas.

Los elementos del tiempo de trabajo de la máquina se obtendrán con un error máximo de $\pm 1,0 \%$.

El volumen de trabajo se mide en la cantidad de trabajo realizado (t), mediante la utilización de instrumentos que garanticen una precisión de $1,0 \%$ en el caso de unidades de superficie y de un $0,5 \%$ en el caso de unidades de masa.

El gasto de combustible se determina con un medidor de combustible. Si no existe éste, el gasto de combustible se determina mediante la diferencia en el pesaje del combustible antes y después del trabajo. El gasto de combustibles en traslados o en paradas organizativas se analiza por separado del gastado en el tiempo de trabajo. El gasto de combustible se determina con una precisión de $\pm 3 \%$.

El cronometraje del día de trabajo se realiza ininterrumpidamente durante todo el turno. La observación se lleva desde el momento del comienzo del trabajo del personal de servicio. Si se produce un cambio en el frente de corte hacia otro se abrirá una nueva cronocarta.

Cuando se realicen en la máquina una serie de operaciones simultáneas (sólo en casos inevitables) en la hoja de cronometraje se reflejan todas las operaciones por separado (el tiempo se refleja en observaciones), indicándose el comienzo y el final de la que dio lugar a la parada.

Los días que la máquina no trabaja, en el modelo de cronometraje se explican las causas de las paradas.

La codificación y revisión de los modelos de cronometraje la realiza y firma el técnico probador conjuntamente con el cronometrista.

La cantidad de caña cosechada por la combinada se toma del centro de recepción en el modelo 4 y se pasa luego al modelo 1 [Anexo F]. Las carretas estarán enumeradas consecutivamente y cada vez que la combinada llene una en el campo se anotará el número en la cronocarta (cambio de carreta), los consumos de piezas, combustibles, lubricantes y otros materiales se anotan en el modelo 5.

Los resultados de los muestreos de pérdidas y materias extrañas se anotan en el modelo 6. Durante el procedimiento y análisis de la información se excluirán aquellos

turnos con errores evidentes y los que no posean los elementos mínimos de la información, (producción, tiempos y área cosechada).

El tiempo T_5 será controlado para que no se produzca el uso inadecuado del mismo, comprobándose y ajustándose los resultados, si fuese necesario, de acuerdo a lo establecido.

2.3. Evaluación del peritaje técnico.

Durante el proceso de evaluación tecnológica explotativa realizada bajo explotación controlada, se efectuó el peritaje técnico corriente, a través de este se fueron corrigiendo algunos fallos técnicos, relacionados con el proyecto, la fabricación y explotación de la máquina. Dentro de las principales insuficiencias detectadas durante la realización del Peritaje Técnico Corriente están:

- Rotura del pasador de unión de la viga de giro con el cilindro.
- Pérdida de fuerza del motor de combustión interna.
- Calentamiento del motor de combustión interna.
- Parte de las materias extrañas que se eliminan por la segunda cámara de limpieza caen al medio de transporte.
- Deformación del vástago y rotura del cilindro de giro del transportador de descarga.
- Ponches frecuentes.
- Roturas en el cubo de alojamiento del hidromotor del tambor flotante.
- Rotura del hidromotor del 3^{er} tambor flotante.
- Rotura del eje de la punta del sinfín.
- Pérdidas de caña al caer la masa desde el picador a la tolva del transportador.
- Dificultad para sacar los filtros para el mantenimiento.

2.4. Mejoras y modificaciones introducidas a la cosechadora de caña CCA-5000.

Durante la investigación realizada a las anteriores máquinas cosechadoras de caña CCA-5000, se recopilaron datos técnicos e indicadores de calidad, con los cuales se hicieron valoraciones y se analizaron todas las insuficiencias detectadas, lo que

proporcionó una herramienta para realizar las modificaciones en las restantes máquinas en fase de fabricación en la República de China.

Con respecto a las insuficiencias detectadas a las anteriores máquinas cosechadoras de caña CCA-5000, se les realizaron las siguientes modificaciones a las nuevas máquinas dentro de 4 campos (Mecánica, Hidráulica, Eléctrica, Ergonomía).

Hidráulica:

1. Se incrementan las rpm del tambor tumbador de 90 hasta 150 para mejorar su eficiencia.
2. Se utiliza el picador de cuatro (4) paletas, con la regulación de 195-215 r.p.m.
3. Se limitan las revoluciones del 1er extractor en un rango de 800 a 1350 r.p.m, las nominales son 1060 r.p.m.
4. Se sustituyen los motores coaxiales triples de la caja de corte base por motores de la marca Commercial (Parkers).
5. Incorporar indicador de bajo nivel del líquido refrigerante del sistema de enfriamiento del motor, y la parada por seguridad del mismo.
6. Modificaciones asociadas a la introducción del motor diésel YUCHAI electrónico YC6MK-360-T301.

Cabina del operado

1. Se montan 4 espejos retrovisores, dos a cada lado, para mejorar la visibilidad hacia atrás y hacia los laterales de la máquina.
2. Se instaló una cortina interior (parasol) en el parabrisas delantero para evitar los rayos del sol.
3. Se utilizó en la construcción de la cabina vidrios polarizados.
4. En la estructura de la cabina, se modificaron los esquineros de la parte trasera para mejorar la visibilidad hacia atrás y se incorporó una protección para el parabrisas en la pared delantera.
5. Se agregaron dos focos de trabajo en la parte frontal del techo para mejorar la iluminación para el trabajo nocturno.
6. Se logró una mejor distribución de los mandos.
7. Se incorporó un asiento más confortable.
8. Se mejoró la hermeticidad de la cabina con elementos a prueba de agua y polvo.

Construcción mecánica

9. Se modifica el ángulo de inclinación de la caja de corte base de 12 a 17 grados.
10. Se modifican las paredes flotantes CCA-5.02.200 y CCA-5.02.210 para mejorar la recolección.
11. Se modifican las bisagras superiores de los bastidores de sinfines CCA-5.02.190.
12. Se modifica el divisor izquierdo (sinfines) CCA-5.02.240 para lograr un mejor funcionamiento.
13. Se modifica el divisor derecho (sinfines) CCA-5.02.250 para lograr un mejor funcionamiento.
14. Se modifica la longitud de los tambores alimentadores según el cambio en las dimensiones de los motores hidráulicos.
15. Se modifica el tambor alimentador 1ro inferior CCA-5.02.040 (se hace esquelético), para mejorar la recolección.
16. Se modifica el 3er tambor superior CCA-5.02.060A, para incrementar su fiabilidad y mejorar la recolección.
17. Se introduce oficialmente el picador de 4 paletas CCA-5.03.000
18. Se modifica el conducto de salida del extractor primario CCA-5.05.030, para dirigir mejor la salida de la paja hacia el área cosechada.
19. Se introduce el rotor del extractor primario CCA-5.05.120C, para mejorar la eficiencia en la limpieza y la fiabilidad de la construcción soldada.
20. Se introduce nueva aspa del extractor primario CCA-5.05.435C, para incrementar la eficiencia en la limpieza.
21. Se modifica la cámara y el capuz del extractor secundario CCA-5.07.000, para mejorar la eficiencia en la limpieza y dirigir mejor la salida de la paja hacia en área cosechada.
22. Se modifica la tolva del transportador de descarga CCA-5.08.000, permitiendo mayor entrada de aire para alimentar al extractor primario y mejorar su eficiencia.
23. Se introduce una nueva bandeja de protección en la parte inferior del transportador de descarga CCA-5-08-000.

24. Se modifica el chasis principal CCA-5.10.000, para lograr la nueva ubicación de la caja de corte base y las mejoras de la canasta, permitiendo mayor entrada de aire para el extractor principal.
25. Se modifican la pared trasera de la cabina CCA-5.13.020, mejorando la visibilidad hacia atrás.
26. Se modifica la estructura soporte de la torre de discos del cortacogollos CCA-5.16.000, para mejorar su eficiencia.
27. Se modifican los aparta cañas CCA-5.18.000, incorporando soportes para una plataforma de seguridad en el lateral derecho de la máquina, donde se encuentra el gollete de llenado del depósito de aceite hidráulico y se cambió la posición del escalón adicional para facilitar el acceso a la cabina del operador.
28. Se modifican totalmente las cuchillas laterales CCA-5.21.000 y 22.000 para incrementar su eficiencia.
29. Mejora la calidad de la soldadura, la pintura y el ajuste de todas las uniones atornilladas.

Instalación del Motor Diésel

30. Se sustituyó el motor Yuchai mecánico YC6MK-340 por el motor inteligente YC6MK-360-T301. Con esto se logra un incremento en la potencia nominal, una entrega de potencia estable a partir de la demanda de la máquina, mejorar la eficiencia energética del motor, mejoras en el sistema de enfriamiento, etc.

Todas estas modificaciones realizadas mejoran considerablemente la productividad y eficiencia de la máquina, pero hay que seguir trabajando e investigando para lograr obtener la máquina ideal, que realice eficazmente la cosecha de caña en nuestro país.

2.5. Deficiencias de la cosechadora de caña CCA-5000 en las zafras 2014/2015, 2015/2016 y 2016/2017.

Año 2014/2015.

- Desgaste en los bujes del brazo del cilindro direccional.
- Rotura del rodamiento del árbol de entrada de la caja de bombas por lubricación deficiente.

- Deformación en el área de fijación del cortador base.
- Rotura del eje de giro por fatigas.
- El transportador de descarga es muy lento para subir y bajar.
- La capacidad del tanque de combustible no le permite trabajar una jornada completa.
- Rotura del eje estriado de la última sección de la bomba triple.
- Rotura del hidromotor del 3^{er} tambor flotante.
- Baja presión en el circuito hidráulico de accionamiento de la estera del transportador de descarga y el extractor secundario.
- Baja potencia en el cortador base provocando embotamientos reiterados.
- Pérdidas de caña al caer la masa desde el picador a la tolva del transportador.
- Falta de hermeticidad en la cabina.
- Dificultad para sacar los filtros para el mantenimiento.
- Salidero de aceite por el sello del motor hidráulico del enfriador de aceite.
- Incorrecta regulación del valvistor provoca baja velocidad en los tambores alimentadores.

Año 2015/2016.

- Rotura del pasador de unión de la viga de giro con el cilindro
- Pérdida de fuerza del motor de combustión interna.
- Calentamiento del motor de combustión interna.
- Parte de las materias extrañas que se eliminan por la segunda cámara de limpieza caen al medio de transporte.
- Rotura de las aspas del extractor primario.
- Deformación del vástago y rotura del cilindro de giro del transportador de descarga.
- Ponches frecuentes.
- Roturas en el cubo de alojamiento del hidromotor del tambor flotante.
- Rotura del retenedor del hidromotor de la caja base.
- Falta visibilidad desde la cabina para efectuar la operación de la descarga.
- Rotura del eje de la punta del sinfín.

Año 2016/2017

- La guardera de cadenas que están ubicadas a la salida del picador no caen dentro de la tolva del transportador de descarga, se producen pérdidas.
- No se modificó la sección receptora por lo que la maquina va a continuar arrastrando paja con la parte inferior de la estructura que está situada detrás de los sinfines.
- Hay que modificar la parte trasera de la pared flotante de la sección receptora.
- Se colocó la misma guardera de recubrimiento interior de la cámara de limpieza principal que se deterioró prematuramente.
- No se definió la causa de la rotura del pasador que une la viga de giro del transportador de descarga con el cilindro hidráulico y se colocó el mismo.
- Falta empujador de caña.
- Modificar el piso de la cabina para que quede al mismo nivel del tranque inferior o hacer una salida que garantice evacuar la basura.

2.6. Cálculo de los tiempos de operación de la máquina en las pruebas efectuadas en la zafra 2015-2016.

Para la realización de los cálculos y la obtención de los índices tecnológicos-explotativos de la cosechadora de caña CCA5000 se utilizó el software Sistema Integral de Prueba (SIP) creado por profesores de la universidad Oscar Lucero Moya del departamento de Mecánica Aplicada y especialistas del CEDEMA, para el procesamiento estadístico experimental se escogen los días más representativos de la prueba, ya que en la segunda quincena de enero comenzó el cronometraje, en este período de control se desecharon cronocartas porque se muestreo en campos que no reunían las condiciones agrotécnicas para realizar una evaluación de este tipo. La etapa de prueba abarco desde el 2 de febrero hasta el 29 de marzo.

Tiempo limpio de trabajo T_1 (h).

$$T_1 = 32.803 \text{ h}$$

Tiempo efectivo T_{021} (h).

$$T_{021} = T_1 + T_{21}$$

$$T_1 = 32.803 \text{ h}$$

$$T_{21} = 11,907 \text{ h}$$

$$T_{021} = 32.803 \text{ h} + 11,907 \text{ h}$$

$$T_{021} = 44.21 \text{ h}$$

Tiempo auxiliar T_2 (h).

$$T_2 = T_{21} + T_{22} + T_{23}$$

$$T_2 = 7.505 \text{ h}$$

Tiempo operativo T_{02} (h).

$$T_{02} = T_1 + T_2$$

$$T_{02} = 40.308 \text{ h}$$

Tiempo de operaciones técnicas T_3 (h).

$$T_3 = T_{31} + T_{32} + T_{33}$$

$$T_3 = 10.935 \text{ h}$$

Tiempo de eliminación de fallos T_4 (h).

$$T_4 = T_{41} + T_{42} + T_{43}$$

$$T_4 = 11.049 \text{ h}$$

Tiempo de eliminación de fallos tecnológicos T_{41} (h).

$$T_{41} = T_{411} + T_{412} + T_{413} + T_{414} + T_{415} + T_{416} + T_{417} + T_{418} + T_{419} + T_{4110}$$

$$T_{41} = 0,351 \text{ h}$$

Tiempo de eliminación de fallos técnicos T_{42} (h).

$$T_{42} = T_{421} + T_{422} + T_{423} + T_{424} + T_{425} + T_{426} + T_{427} + T_{428} + T_{429} + T_{4210} + T_{4211} +$$

$$T_{4212} + T_{4213} + T_{4214} + T_{4215} + T_{4216} + T_{4217} + T_{4218} + T_{4219} + T_{4220} +$$

$$T_{4221} + T_{4222} + T_{4223} + T_{4224} + T_{4225} + T_{4226} + T_{4227} + T_{4228} + T_{4229}$$

$$T_{42} = 6,249 \text{ h}$$

Tiempo de empleo en buscar, hallar y solucionar fallos técnicos T_{43} (h).

$$T_{43} = T_{431} + T_{432} + T_{433}$$

$$T_{43} = 4,447 \text{ h}$$

Tiempo productivo T_{04} (h).

$$T_{04} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$$

$$T_{04} = 62,292 \text{ h}$$

Tiempo de descanso del personal de servicio de la máquina en prueba T_5 (h).

$$T_5 = 0,666 \text{ h}$$

Tiempo de traslados no operativos T_6 (h).

$$T_6 = T_{61} + T_{62}$$

$$T_6 = 0,268 \text{ h}$$

Mantenimiento o reparación de los medios de transporte T_7 (h).

$$T_7 = 0,000 \text{ h}$$

Tiempo de turno sin fallos T_t (h).

$$T_t = T_1 + T_2 + T_3 + T_5 + T_6 + T_7$$

$$T_t = 56,935 \text{ h}$$

Tiempo explotativo T_{07} (h)

$$T_{07} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7$$

$$T_{07} = 67,984 \text{ h}$$

Tiempo de paradas por causas ajenas de la máquina en prueba T_8 (h).

$$T_8 = T_{81} + T_{82} + T_{83} + T_{84} + T_{85}$$

$$T_8 = 30,949$$

Tiempo de parada por causas organizativas T_{81} (h).

$$T_{81} = T_{811} + T_{812} + T_{813} + T_{814} + T_{815} + T_{816} + T_{817}$$

$$T_{812} = 0,000 \text{ h}$$

$$T_{813} = 38,969 \text{ h}$$

$$T_{814} = 0,031 \text{ h}$$

$$T_{815} = 0,000 \text{ h}$$

$$T_{816} = 0,000 \text{ h}$$

$$T_{817} = 0,000 \text{ h}$$

$$T_{81} = 44,731 \text{ h}$$

Tiempo de parada por causas meteorológicas T_{82} (h).

$$T_{82} = 0,242 \text{ h}$$

Tiempo de parada por otras interrupciones T_{83} (h).

$$T_{83} = T_{831} + T_{832}$$

$$T_{831} = 0,000 \text{ h}$$

$$T_{832} = 0,000 \text{ h}$$

$$T_{83} = 0,000 \text{ h}$$

Tiempo de parada debido a malas condiciones agrotécnicas T_{84} (h).

$$T_{84} = T_{841} + T_{842} + T_{843}$$

$$T_{84} = 0,006 \text{ h}$$

Tiempo de parada debido a otras causas T_{85} (h).

$$T_{85} = 7,155 \text{ h}$$

$$T_8 = 52,134 \text{ h}$$

Tiempo general de observación T_g (h).

$$T_g = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7 + T_8$$

$$T_g = 140,610 \text{ h}$$

Tiempo imputable a la máquina T_i (h).

$$T_i = T_4 + T_{61}$$

$$T_i = 11,500 \text{ h}$$

Tiempo no imputable a la máquina T_{ni} (h).

$$T_{ni} = T_3 + T_5 + T_{62} + T_7 + T_8$$

$$T_{ni} = 72,513 \text{ h}$$

Volumen de producción en (t)

Los datos de la producción acumulada por la máquina fueron obtenidos de la empresa agroindustrial.

Producción acumulada: 26328.81t

Días observados: 55 días

Promedio diario cosechado: 203.06 t

2.7. Cálculo de los indicadores de explotación de la cosechadora de caña CCA-5000 en la zafra 2015-2016 en Calimete.

- **Productividad por hora de tiempo limpio W_{01} (t/h).**

$$W_{01} = Q/T_1$$

$$Q = 2312,610 \text{ t}$$

$$W_{01} = 55.711 \text{ t/h}$$

- **Productividad por hora de tiempo efectivo W_{021} (t/h).**

$$W_{021} = Q/T_{021}$$

$$W_{021} = 45.649 \text{ t/h}$$

- **Productividad por hora de tiempo operativo W02 (t/h).**

$$W_{02} = Q/T_{02}$$

$$W_{02} = 45.337 \text{ t/h}$$

- **Productividad por hora de tiempo productivo W04 (t/h).**

$$W_{04} = Q/T_{04}$$

$$W_{04} = 29.337 \text{ t/h}$$

- **Productividad por hora de tiempo de turno sin fallos Wt (t/h).**

$$W_t = Q/T_t$$

$$W_t = 32.097 \text{ t/h}$$

- **Productividad por hora de tiempo de explotación. W07 (t/h)**

$$W_{07} = Q/T_{07}$$

$$W_{07} = 26.881 \text{ t/h}$$

- **Productividad por jornada Wg (t/h)**

$$W_g = Q/T_g$$

$$W_g = 18.471 \text{ t/h}$$

Consumo de combustible Gt (Litros). Se obtiene según se explica en el cronometraje. En este caso se determinó por la medición de la cantidad del mismo.

- **Consumo de combustible en la jornada: 3382.250 L**
- **Consumo de Diesel x toneladas / bultos** 33.875L/bultos
- **Consumo de Combustible x tiempo productivo** 45.579L/h

Consumo de combustible por toneladas cosechadas Ce (L /t).

$$C_e = (C/Q)$$

$$C_e = 1.690 \text{ L/t}$$

Consumo de aceite hidráulico (Litros). Se obtiene de la misma forma que para el consumo de combustibles.

Consumo de Aceite Hidráulico: 120.000 L.

2.8. Cálculo de los indicadores técnicos de la cosechadora de caña CCA-5000 en la zafra 2015-2016 en Calimete.

- **Coeficiente de pases de trabajo K21.**

$$K_{21} = T_1 / (T_1 + T_{21})$$

$$K_{21} = 0.819$$

- **Coefficiente de traslado K22.**

$$K_{22} = T_1 / (T_1 + T_{22})$$

$$K_{22} = 0.991$$

- **Coefficiente de pases de servicios tecnológico K23.**

$$K_{23} = T_1 / (T_1 + T_{23})$$

$$K_{23} = 1.000$$

- **Coefficiente de mantenimiento técnico K31.**

$$K_{31} = T_1 / (T_1 + T_{31})$$

$$K_{31} = 0.749$$

- **Coefficiente de utilización del tiempo productivo K04.**

$$K_{04} = T_1 / T_{04}$$

$$K_{04} = 0.527$$

- **Coefficiente de seguridad tecnológica K41.**

$$K_{41} = T_1 / (T_1 + T_{41})$$

$$K_{41} = 0.989$$

- **Coefficiente de seguridad técnica K42.**

$$K_{42} = T_1 / (T_1 + T_{42})$$

$$K_{42} = 0.839$$

- **Coefficiente de utilización del tiempo explotativo K07**

$$K_{07} = T_1 / T_{07}$$

$$K_{07} = 0.483$$

2.9. Análisis de los resultados obtenidos.

A continuación se analizan de forma resumida los resultados obtenidos.

Tabla 2.4. Tiempos obtenidos en el cronometraje

Tiempo	Símbolo	Valor (h)	%
Principal o limpio	T1	32.803	33.16
Auxiliar	T2	7.505	7.59
De operaciones técnicas	T3	10.935	11.05

De fallos	T4	11.049	11.17
De necesidades personales	T5	0.666	0.67
De traslados	T6	5.026	5.08
Mant. técnico de los medios de transporte	T7	0.000	0,00
De paradas por causas ajenas a la máquina	T8	30.949	31.28
Tiempo Perdido Imputable a la máquina	TI	11,317	11.43
Tiempo Perdido No Imputable a la máquina	TNI	47.308	59.25
Tiempo general de observación	Tg	140,610	100

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2.4 se desglosan todos los tiempos cronometrados durante el período evaluativo, en ella se puede observar como el tiempo limpio de trabajo (T1) representó el 31,78% del total observado con un promedio de 32.803 h, valor que, aunque aumentó con respecto al de la zafra anterior, continúa siendo bajo producto a la falta de transporte, eliminación de fallos técnicos, entre otros, a causa de los problemas organizativos existentes.

El tiempo auxiliar (T2) representó el 8,47% valor que pudo ser más bajo teniendo en cuenta que algunos de campos no eran rectangulares y tenían pequeñas carreras a los lados lo que trajo consigo que la máquina tuviera que realizar más virajes.

El tiempo de realización de operaciones técnicas (T3) representó el 8,47%, debido a que se incumple con las normas del mantenimiento técnico diario en tiempo y en operaciones, el tiempo empleado en los mantenimientos técnicos diarios fue de 46 min, por debajo de los 60 min establecidos en la tarea técnica como tiempo mínimo, se violaron pasos (engrase, ajustes, regulaciones, etc.), acelerando el desgaste de partes y piezas que reducen la vida útil de la máquina, aumentan los costos y disminuye la capacidad productiva.

El tiempo de fallos (T4) representó el 7,87%, resaltando en este los fallos técnicos por el tiempo invertido en eliminarlos en el área, así como la espera de piezas a reparar en el taller.

El Tiempo de descanso y necesidades del personal de servicio de la máquina en prueba (T5) representó el 1,29%.

El tiempo de traslado en vacío (T6) representó el 5,03%, ya que fueron pocas las veces que se tuvo que trasladar la máquina hacia el taller para eliminar los fallos.

El tiempo de mantenimiento o reparación de los medios de transporte (T7), representó el 0.00%.

El tiempo de paradas por causas ajenas a la máquina (T8) representó el 37,08% a causa de las paradas por problemas organizativo, reflejado en la falta de transporte de carga, roturas por obstáculos dentro del campo, interrupciones en la industria, espera para cambiar de medio de transporte durante el proceso de cosecha, falta de combustible y de aceite hidráulico.

Tiempo perdido no imputable a la máquina (TNI) representando el 51,57% fue el mayor producto a la falta de organización, tiempos de operaciones técnicas, falta de transporte, falta de piezas de repuesto, entre otros.

Tabla 2.5. Resultados de los indicadores de explotación de la cosechadora de caña CCA-5000 en Calimete.

Coeficientes	Código	Productividad (t/h)
Productividad por hora de tiempo limpio	W ₀₁	55.711
Productividad por hora de tiempo efectivo	W ₀₂₁	45.649
Productividad por hora de tiempo operativo	W ₀₂	45.337
Productividad por hora de tiempo productivo	W ₀₄	29.337
Productividad por hora de tiempo de explotación	W ₀₇	26.881
Productividad por hora de tiempo de turno sin fallos	W _t	32.097
Productividad por jornada	W _g	18.471

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2.5 se puede observar el comportamiento de los indicadores de explotación de la máquina. Como se aprecia en la actual contienda la máquina que se cronometro tuvo el indicador de rendimiento por hora de tiempo limpio (tiempo en que la máquina se mantiene cosechando) de 51.748 t/h inferior a la máquina anterior puesta en prueba en Matanzas en la zafra 2015/2016, que alcanzó 55.71 t/h, debido a los bajos rendimientos agrícolas de los campos donde se desempeñó la evaluación, a las incidencia de los fallos técnicos y la falta de recursos para su

solución inmediata obligaron a permanecer inactiva la máquina. Aunque el resultado obtenido fue superior al establecido en la tarea técnica que es de 50 t/h.

El indicador de rendimiento por hora de tiempo efectivo que incluye el tiempo limpio más el viraje fue de 40.861 t/h contra 45.65 t/h en la zafra anterior, debido a que el tiempo efectivo de la prueba precedente fue mayor al de la prueba anterior.

La productividad por hora de tiempo productivo que incluye el tiempo limpio, el tiempo auxiliar, el tiempo de operaciones técnicas y el tiempo para eliminar fallos fue de 29,062 t/h, el resultado obtenido es bajo comparado con el de la zafra anterior de 29.34 t/h, ya que se producen muchas interrupciones que afectan la permanencia de la máquina en la cosecha.

Para lograr el buen desempeño de una máquina, además de asegurar las condiciones óptimas de los campos de caña se debe garantizar toda la logística necesaria para garantizar la cosecha continua y ejecutar un mantenimiento adecuado para asegurar las condiciones técnicas de la cosechadora dentro de los parámetros establecidos, además de poder reducir el tiempo de eliminación de fallos e incorrecciones.

Tabla 2.6. Consumo de combustible y aceite hidráulico.

Denominación	Valor
Consumo de aceite hidráulico	120.000 L
Consumo de combustible	3523.000 L
Consumo de Diésel por bultos	33.875L/bultos
Consumo de combustible por tiempo productivo	49.579 L/h
Consumo de Diésel por toneladas cosechadas	1.690 L/t

Fuente: Elaboración propia

El consumo de combustible establecido en la tarea técnica es de 1.2 l/t, bajo cronometraje en condiciones de explotación la máquina alcanzó 1.462 l/t. Los aspectos que incidieron negativamente en el comportamiento de este indicador fueron el bajo rendimiento de los campos, la lejanía entre los campos en proceso de cosecha, el mal estado de las guardarrayas, el área dispuesta para el mantenimiento y el parqueo está relativamente lejos a lo dispuesto por la reglamentación y la mala sincronización de las revoluciones de trabajo.

Tabla 2.7. Resultados de los indicadores técnicos de la cosechadora de caña CCA-5000 en la zafra 2015-2016 en Calimete.

Coeficientes	Código	Valor
Coeficiente de pases de trabajo	K ₂₁	0.819
Coeficiente de traslado	K ₂₂	0.991
Coeficiente de pases de servicios tecnológico	K ₂₃	1.000
Coeficiente de mantenimiento técnico	K ₃₁	0.749
Coeficiente de utilización del tiempo productivo	K ₀₄	0.527
Coeficiente de seguridad tecnológica	K ₄₁	0.989
Coeficiente de seguridad técnica	K ₄₂	0.839
Coeficiente de utilización del tiempo explotativo	K ₀₇	0.483

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2.7 se pueden observar los indicadores técnicos obtenidos en la zafra 2015-2016, donde el Coeficiente de pases de Trabajo resultó bajo dado que se cosechó en campos no rectangulares donde el tiempo de trabajo principal se reduce porque las hileras de caña se van acortando, con virajes en tramos más cortos. También influyó el mal estado de las cabeceras de los campos, que aumentaron el tiempo de viraje

El Coeficiente de Servicios Tecnológicos satisface las expectativas ya que se minimizaron las operaciones de regulación de los órganos de trabajo durante la cosecha.

El Coeficiente de Utilización del Tiempo Productivo es bajo debido a la pérdida de tiempo empleados en solucionar los fallos.

El coeficiente de seguridad técnica fue de 0.877 aunque quedo por debajo de la tarea técnica, fue superior al prototipo que llegó a 0.72 y a la primera generación de la serie cero que fue de 0.84 que fue probada en la zafra anterior, las causas fundamentales que incidieron estuvieron centradas en los fallos por mala calidad de los neumáticos, calidad de los aceros utilizados en la fabricación, instalación

hidráulica deficiente en el hidromotor del cortador base, piedras y objetos en los campos que provocaron roturas imprevistas.

El coeficiente de seguridad tecnológica obtenido fue 0.963 por debajo del fijado en la tarea técnica (0.98), afectado en la primera etapa por los atoros del picador al disminuir las revoluciones del motor de combustión interna por deficiencias en la alimentación de combustible.

2.10. Comparación de los resultados obtenidos en las zafras 2014/2015, 2015/2016 y 2016/2017.

Desde la fabricación de las primeras cosechadoras cañeras en Cuba en 1977, con frecuencia casi anual, se han estado realizando pruebas de versiones modernizadas y nuevos modelos de máquinas cosechadoras para consolidar los resultados de nuestra experiencia de más de 30 años en el desarrollo y fabricación de cosechadoras de caña de azúcar.

En el presente trabajo, en aras de dar cumplimiento de los objetivos específicos realizaremos una comparación con los valores de los indicadores tecnológicos-explotativos de la CCA-5000 cronometrado en Las Tunas y en Matanzas.

Tabla 2.8. Resultados de los indicadores de explotación de la cosechadora de caña de azúcar CCA-5000 en las zafras, 2014/2015, 2015/2016 y 2016/2017.

Denominación	Símbolo	Productividad (t/h)		
		014/2015	2015/2016	2016/2017
Productividad por hora de tiempo limpio	W ₀₁	58,32	55,711	51,748
Productividad por hora de tiempo efectivo	W ₀₂₁	50,02	45,649	40,861
Productividad por hora de tiempo operativo	W ₀₂	49,21	45,337	40,861
Productividad por hora de tiempo productivo	W ₀₄	29,48	29,337	29,062
Productividad por hora de tiempo de explotación	W ₀₇	26,88	26,881	26,138
Productividad por hora de tiempo de turno sin fallos	W _t	34,46	32,097	29,874
Productividad por jornada	W _g	17,38	18,471	16,447

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2.8 se puede observar el comportamiento de los indicadores de explotación de la máquina en las zafras notándose una diferencia significativa, a causa de que las condiciones agrotécnicas y explotativas fueron diferentes, en la zafra 2016/2017 la productividad por hora de tiempo limpio aumento con respecto a la tarea técnica, comparado con las del 2014/2015 y 2015/2016 obtuvo un resultado menor, esto por el bajo rendimiento de los campos de caña y no se previó garantizar toda la logística necesaria para garantizar la cosecha continua. La productividad por hora de tiempo efectivo que incluye el tiempo limpio más el viraje fue de 40,861 t/h en 2016/2017 siendo menor que los obtenidos en las dos zafras anteriores.

La productividad por hora de tiempo operativo que incluye el tiempo limpio más el auxiliar, en la zafra 2016/2017 el resultado quedo por debajo de los obtenidos en las dos zafras anteriores. La productividad por hora de tiempo productivo que incluye el tiempo limpio, el tiempo auxiliar, el tiempo de operaciones técnicas y el tiempo para eliminar fallos fue de 29,062 t/h a pesar de la considerable mejora que tuvo, no fue lo esperado, al producirse muchas interrupciones que afectaron la permanencia de la máquina en la cosecha.

La productividad por hora de tiempo de turno sin fallos, por hora de tiempo de explotación y por jornada, no fueron los ideales, esto debido a las condiciones no mecanizables de los campos, a la falta de organización y demás fallos técnicos de la máquina.

Tabla 2.9. Resultado consumo de combustible y aceite hidráulico en las zafras, 2014/2015, 2015/2016 y 2016/2017.

Denominación	2014/2015	2015/2016	2016/2017
Consumo de aceite hidráulico	150,000 L	120,000 L	85,000 L
Consumo de combustible	9377,000 L	3523.000 L	3382,250 L
Consumo de Diésel por bultos	14,058 L/bultos	33,875 L/bultos	26,41 L/bultos
Consumo de combustible por tiempo productivo	40,783 L/h	49,579 L/h	42,488 L/h

Consumo de Diésel por toneladas cosechadas	1,383 L/t	1,690 L/t	1,462 L/t
--	-----------	-----------	-----------

Fuente: Elaboración propia

El consumo de combustible establecido en la tarea técnica es de 1.2 l/t, bajo cronometraje en condiciones de explotación la máquina alcanzó 1.462 l/t, inferior al valor alcanzado en las pruebas realizadas en la zafra anterior en Matanzas que alcanzó 1.69 l/t. En estas pruebas desarrolladas en diferentes provincias y condiciones se comprobó que la máquina objeto de investigación alcanza los mejores resultados en rendimientos agrícolas por encima de 50 t/ha, ya que en ambos casos el índice estuvo próximo al fijado, comprobándose que en rendimientos agrícolas de menos de 50 t/h la cosechadora de caña CCA5000 no alcanza su máxima eficiencia, como se establece en la tarea técnica.

Tabla 2.10. Resultados de los indicadores técnicos de la cosechadora de caña de azúcar CCA-5000 en las zafras, 2014/2015, 2015/2016 y 2016/2017.

Denominación	Símbolo	2014/2015	2015/2016	2016/2017
Coeficiente de pases de trabajo	K ₂₁	0,857	0,819	0,789
Coeficiente de traslado	K ₂₂	0,989	0,991	1,000
Coeficiente de pases de servicios tecnológicos	K ₂₃	0,99	1,000	1,000
Coeficiente de mantenimiento técnico	K ₃₁	0,782	0,749	0,789
Coeficiente de utilización del tiempo productivo	K ₀₄	0,505	0,527	0,562
Coeficiente de seguridad tecnológica	K ₄₁	0,97	0,989	0,963
Coeficiente de seguridad técnica	K ₄₂	0,717	0,839	0,876
Coeficiente de utilización del	K ₀₇	0,461	0,483	0,505

tiempo explotativo				
--------------------	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2.10 se pueden observar los indicadores técnicos obtenidos en las zafras. El coeficiente de seguridad tecnológica fue en aumento de 0,964 a 0,989, aunque el de la zafra presente todavía no llega al fijado en la tarea técnica que es de 0,98, a causa de lo referido en la tabla 2.7.

El coeficiente de seguridad técnica fue otro comportamiento negativo, aunque quedó por debajo de la tarea técnica (0,95), fue superior al prototipo que al llegar a 0,806 decreció a 0.72 y a la primera generación de la serie cero que fue de 0.84. Como se puede apreciar los demás coeficientes tuvieron un comportamiento positivo.

2.11. IMPACTO AMBIENTAL

Uno de los daños que provocaría el uso de la cosechadora sería la compactación de los suelos a causa del peso de la misma, dificultando la fertilidad y el crecimiento de las raíces de las plantas de caña. Los ruidos, vibraciones, gases contaminantes, el derrame de combustible y lubricantes en los capos producto de la reparación y mantenimientos realizados en estos, son otros de los efectos perjudiciales sobre el medio. El derrame de aceite trae efectos perjudiciales sobre el medio ambiente se debe trabajar por garantizar la estanqueidad y protección de los elementos del sistema hidráulico, esta situación mejoró extraordinariamente con relación al prototipo al utilizar mangueras más resistentes y cambiarse un número considerable por tuberías rígidas. También se debe lograr 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 les acarrearán a los órganos de trabajo de las máquinas cuando realizan su labor en el campo. La calidad de los componentes empleados en la fabricación de esta influye en la disminución del derrame de aceites y lubricantes, así como se deben adoptar todas las medidas durante la explotación, ya que la mayor cantidad de aceite que se derrama ocurre por falta de exigencia y cuidado.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se logró determinar el comportamiento de los índices tecnológicos explotativos de la cosechadora de caña CCA-5000 durante el periodo 2014-2017, arribando a las siguientes conclusiones:

1. El tiempo principal de cosecha T_1 , en la zafra 2014-2015 fue de 116,223h, en la de próxima 2015-2016 fue de 32,803, y en la siguiente fue de 44,690 y aunque en el año 2016-2017 se obtuvieron los mejores valores de T_1 constituye un valor bajo para este tipo de tecnología, el tiempo perdido en las tres zafras tiene valores negativos mientras que el tiempo operativo oscilo entre 30y40% en los tres casos. Los tiempos perdidos no imputables a la máquina (TNI) representaron más del 50% en todos los casos a causa de operaciones técnicas, la falta de transporte, interrupciones en la industria y la falta de piezas de repuesto, todo esto producto a falta de organización.
2. Los indicadores de calidad explotativos tuvieron resultados positivos, sobresaliendo la productividad por hora de tiempo limpio que en las tres zafras fueron mayor que la especificada en la ficha técnica es decir más de 50,00 t/h.
3. Los indicadores de explotación de la máquina en las zafras tuvieron algunas diferencias. Como resultados más importantes, la productividad por hora de tiempo en la zafra 2014-2015 fue la mejor obteniendo 58,32 t/h que está por encima de la tarea técnica (50 t/h) y en la productividad por hora de tiempo efectivo sobresalió también el año 2014-2015 que fue de 50.03 t/h, muy por encima de las otras dos zafras.
4. Los indicadores tecnológicos explotativos obtenidos en la provincia de Matanzas en el año 2014-2015 fueron los mejores en casi todos los renglones, aunque el coeficiente de seguridad técnica de 2016-2017 fue el mejor obteniéndose un valor de 0,876, continua siendo un valor negativo, centrado principalmente en fallos imprevistos en componentes del sistema hidráulico, el gasto de combustible que aunque el mejor fue de 1,383 L/t, todavía continua por encima de la tarea técnica (1,2 L/t).

RECOMENDACIONES

1. Debido a los resultados obtenidos en la investigación hacer modificaciones al proyecto que garanticen la solución de los problemas presentados para que se ejecuten en las máquinas que se pondrán en explotación en las zafras venideras.
2. Seleccionar una máquina de las que se fabricarán en los próximos años para ser sometida a explotación bajo cronometraje con todas las condiciones que se requieren para la cosecha mecanizada y poder determinar las potencialidades de la cosechadora.
3. Garantizar el cumplimiento de las medidas necesarias para realizar la zafra satisfactoriamente así como recursos materiales, humanos, campos mecanizables con rendimientos agrícolas entre 50 y 130 ton como se establece en la tarea técnica y otros aseguramientos necesarios que permitan el desarrollo de los ensayos que se efectuaran en la próxima etapa.

BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez Sánchez, V. [2014]. "Optimización de la producción, cosecha y transporte de la caña de azúcar".
2. Caña de azúcar, Disponible en <http://www.botanical-online.com/medicinalscanadeazucar.htm>. Consultado en 2017.
3. Características de la caña. Disponible en: <https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/cana-azucar-saccharum-officinarum-propiedades-caracteristicas>. Consultado: 20 de mayo de 2019.
4. CARDONA MARTELL, E. R.: Determinación de los indicadores de los procesos explotativos del prototipo de la cosechadora de caña CCA-5000 en la empresa agroindustrial Jesús Rabí de la provincia de Matanzas, Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Mecánico, Universidad de Holguín sede "Oscar Lucero Moya", 2016.
5. CEDEMA [2016]. "Cosechadora de caña autopropulsada CCA- 5000."
6. CEDEMA [2017]. "Programa de pruebas a la serie cero de la cosechadora CCA-5000."
7. CEDEMA [2017]. Informes técnicos de la cosechadora de caña CCA-5000.
8. CEDEMA [2017]. Informes técnicos de la cosechadora de caña CCA-5000.
9. CEDEMA [2017]. Tarea técnica de la cosechadora de caña CCA-5000.
10. Colás Romero, V. [2002]. Evaluación tecnológica explotativa del prototipo de cosechadora cañera KTP-4000., Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya".
11. Colón Zaldívar, I. A. [2011]. Evaluación de algunos indicadores tecnológico - explotativos del tractor YUMZ – 6AM y el surcador SA – 2 en la labor de surcado, para el acanterado en semilleros de cultivos hortícolas. Departamento de Mecanización Universidad de Granma.
12. Composición de la caña. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/71518763/COMPOSICION-DE-LA-CANA>. Consultado: 20 de mayo de 2019.
13. De las Cuevas Milán, H. R. o. [2014]. "Evaluación tecnológica y de explotación de la combinada de caña CAMECO".

14. Ficha técnica del cultivo de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.). Publicación Enero, 2015. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/141823/Ficha_Tecnica_Ca_a_de_Azucar.pdf Consultado: 20 de mayo de 2019
15. García Cuba, Y. "Valoración tecnológica explotativa de las máquinas combinadas cosechadoras de caña de azúcar utilizadas en Cuba". Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Mecánico, Universidad de Holguín sede "Oscar Lucero Moya", 2011.
16. González, M. o. [2010]. "Principales variedades de caña propagadas en Cuba al cierre del 2008".
17. González, R. M. o. [2010]. "Censo de variedades de Caña de azúcar Cultivadas en Cuba al Cierre del 2010".
18. Iani Pacheco, G. "Evaluación de las combinadas cosechadoras de caña de azúcar para las condiciones explotativas de Venezuela".
19. Jiménez Sanzano, Alejandro S. "Determinación de los índices de rendimiento productivo de la cosechadora de caña CCA-5000 en el municipio Calimete, provincia Matanzas". Tesis presentada en opción al Título de Ingeniero Mecánico. Universidad de Holguín, 2016.
20. Lebeque Simón, F. O. [1997]. Tesis presentada para optar por el Grado Científico de Master en Ingeniería de Máquinas Agrícolas. Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya".
21. Linnaeus, C. v. [1753]. "Caña de azúcar." from [http://www.ecured.cu/index.php/Caña de azúcar.](http://www.ecured.cu/index.php/Ca%C3%B1a_de_az%C3%BAcar)
22. Marquetti Nodarse, H. [2001]. "Los retos de la recuperación de la industria azucarera cubana".
23. Matos Ramírez, N. [2010]. "Evaluación técnica y de explotación de las cosechadoras de caña Case-7 000." Revista de Ciencia y Técnica Agrícola v.19 n.4 San José de las Lajas oct.-dic. 2010.
24. MINAZ [2009]. "Tarea Técnica. Requisitos que debe cumplir la Cosechadora de Caña de Azúcar de Nuevo Tipo." Ciudad de la Habana, 12 de Agosto del 2009.

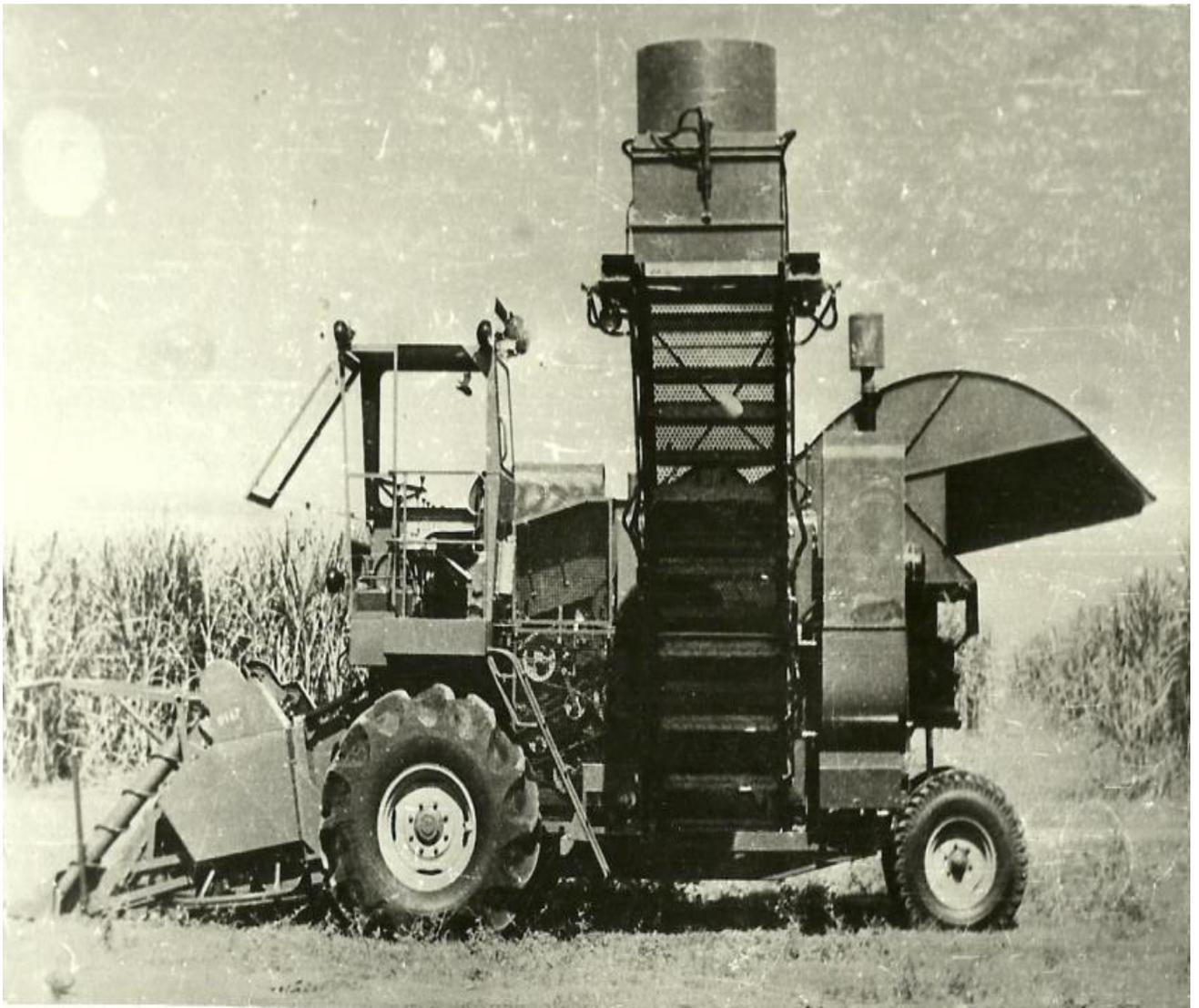


25. Miranda López, R. [2009]. Validación experimental a la cosechadora KTP 3S por un sistema autopropulsado., Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya.
26. "Mecanización agrícola azucarera en Cuba." from [http://www.ecured.cu/index.php/Mecanización agrícola azucarera](http://www.ecured.cu/index.php/Mecanización_agrícola_azucarera).
27. NC ISO 8210: 2005. Metodología para la obtención, análisis y evaluación de los índices de efectividad tecnológico explotativo de las máquinas agropecuarias y forestales, sometidas a pruebas estatales.
28. Pérez Torres, Y. [2013]. Proyecto para establecer una estación de ensayos experimentales para Máquinas Agrícolas., Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya.
29. Pino Tarragó, J. "Sistema integral de pruebas para cosechadoras de caña de azúcar." Tesis de doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, España, 2009.
30. Pulido Montoya, Glendys. "Planificación y organización de la cosecha mecanizada de la caña de azúcar en el complejo agroindustrial azucarero Cojedes (CAAC)." Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Máquinas Agrícolas, Venezuela 2009
31. Rodríguez Espinosa, F. L. [2009]. "Impacto de las cosechadoras KTP-2M y su incidencia en los rendimientos productivos del pelotón de corte mecanizado en la unidad básica de producción cooperativa (UBPC) "EL NOVILLO" de la empresa azucarera "30 de noviembre"." Revista de ciencia Avances, CIGET Pinar del Rio Vol.11No.3 Julio-Septiembre 2009.
32. Sanfort Navarro, Julio. "Sistema Informático para el procesamiento estadístico del Sistema Integral de Pruebas". Tesis Presentada en opción del Título Académico de Master en Maquinaria agrícola, Holguín, 2002.
33. Santiago Hernández, M. [2013]. "Ficha Técnica: Caña de Azúcar".
34. Santiesteban Almarales, L. Determinación de los indicadores de los procesos explotativos de la cosechadora de caña cca-5000 en la empresa agroindustrial "Antonio Guiteras Holmes". Tesis presentada en opción al Título de Ingeniero Mecánico, 2015.
35. Simón, L. o. [1997]. "Sistema Integral de Pruebas.". Santiago Hernández, M. [2013]. "Ficha Técnica: Caña de Azúcar".

36. Tuero, S. o. [2010]. "Censo de variedades de Caña de azúcar Cultivadas en Cuba al Cierre del 2010".
37. Uttaro Nardone, F. o. [2015]. "Análisis de la disponibilidad técnica de la cosechadora Case 7000 en el Estado Trujillo, Venezuela".

ANEXOS

ANEXO A. MÁQUINA LIBERTADORA



ANEXO B. MÁQUINA KTP-1



ANEXO C. MÁQUINA KTP-2



ANEXO D. MÁQUINA KTP-2M



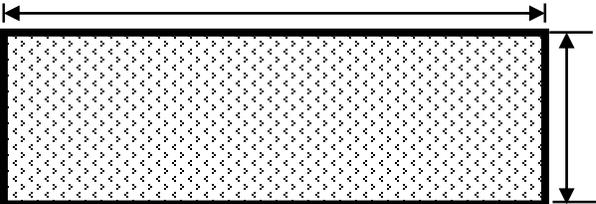
ANEXO E. MÁQUINA KTP – 3S.



ANEXO F. PROTOTIPO DE MÁQUINA COSECHADORA DE CAÑA MODELO KORTEP.



Anexo G. Modelo 1

CRONOCARTA				No						
Tipo de máquina u equipo		Número de serie o modelo		Fecha:						
				D	M	A				
Nombre del operador		Nombre del cronometrista								
UAPA		UBPC - CPA		Bloque		Campo				
Labor	Cultivo	Variedad	Observación							
Volumen de producción		Rendimiento agrícola		Observación						
Datos para determinar la velocidad de trabajo										
Distancia establecida (m)										
Tiempo de recorrido (seg)										
Control de los consumos de combustible diesel										
Había	Agregado	Quedaron	Trabajando	Traslados						
Control de los consumos de aceite hidráulico										
Había	Agregado	Quedaron	Trabajando	Traslados						
Control de la parcela										
Indique las dimensiones del campo y la trayectoria seguida por la máquina.				Surcos						
				Largo						
				Distancia						
				Cantidad						
				Medios de transporte						
				Tipo						



