

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FCA
Facultad de
Ciencias Agropecuarias

Departamento de
Ingeniería Agrícola

TRABAJO DE DIPLOMA

**Título: Determinación de pérdidas de una cosechadora JUMIL-390
en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L).**

Autor: Juan Miguel Delgado Machado

Tutor: Ms.C Sandra A. Sánchez Valle

Santa Clara , Julio, 2019
Copyright©UCLV

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FCA
Facultad de
Ciencias Agropecuarias

Academic Department
of Agricultural
Engineering

DIPLOMA THESIS

**Title: Determination of losses of a JUMIL 390 harvester in the
bean crop.**

Author: Juan Miguel Delgado Machado

Thesis Director: Ms.C Sandra Adyenne Sánchez Valle

Santa Clara, July, 2019
Copyright©UCLV

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419

PENSAMIENTO

“En la tierra hace falta personas que trabajen más y critiquen menos, que construyan más y destruyan menos, que prometan menos y resuelvan más, que esperen recibir menos y dar más, que digan mejor ahora que mañana.”

Ernesto Ché Guevara



DEDICATORIA

A mi madre y mi padre por estar siempre a mi lado y haberme brindado todo su amor y apoyo incondicionalmente,

A mi hermana Mirita, por siempre extenderme su mano en todo momento,

A mi hermano, aunque estés lejos siempre estar presente, se te quiere.

AGRADECIMIENTOS

A mis restantes familiares por su preocupación durante todo mi periodo de formación,

A mis compañeros de año por su solidaridad y disposición durante todo este tiempo de superación,

A mi tutora Sandra Sánchez por ayudarme en la realización de esta tesis,

A todos los restantes profesores del departamento de Ingeniería Agrícola,

A los trabajadores de la UEB Valle del Caonao, por permitirme ser uno más de ellos,

A todos, muchas gracias.

RESUMEN

El trabajo se realizó en la Empresa Agroindustrial de Granos “Valle del Caonao” municipio de Yaguajay, poblado Iguará, de la Provincia de Sancti Spíritus, durante el periodo comprendido entre los meses de octubre del 2018 a enero del 2019. Para su ejecución se elaboraron y utilizaron las metodologías de investigación correspondientes a: la caracterización del área de prueba donde se realizó la investigación; la caracterización técnica y tecnológica de la máquina objeto de estudio y; para determinar los factores que intervienen en las pérdidas de cosecha de la misma. Como resultado fundamental de la investigación, se logró conocer que las pérdidas fundamentales de cosecha durante las pruebas realizadas se obtuvieron en el campo 4 con valores mayores de 667.5 kg/ha^{-1} representando el 55.74% de las mismas. Por otro lado, se destaca el campo 1 con pérdidas de 122 kg/ha^{-1} lo cual representa solo el 10.85% de estas. Demostrando estadísticamente, que los campos 1 y 2 son los de menores pérdidas y los mayores fueron los campos 3 y 4 en este aspecto.

Palabras clave: caracterización técnica y tecnológica; factores; pérdidas.

ABSTRACT

The work was carried out in the Agroindustrial Grain Company "Valle del Caonao" municipality of Yaguajay, Iguará town, of the Province of Sancti Spíritus, during the period between the months of October 2018 to January 2019. For its execution the research methodologies were elaborated and used corresponding to: the characterization of the test area where the research was carried out; the technical and technological characterization of the machine under study and; to determine the factors that intervene in the harvest losses of the same. As a fundamental result of the research, it was learned that the fundamental harvest losses during the tests were obtained in field 4 with values higher than 667.5 kg / ha⁻¹ representing 55.74% of them. On the other hand, field 1 stands out with losses of 122.5 kg / ha⁻¹ which represents only 10.85% of these. Proving statistically, that fields 1 and 2 are the lowest losses and the largest were fields 3 and 4 in this regard.

Keywords: technical and technological characterization; factors; losses.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
Capítulo I. Revisión Bibliográfica	4
1.1 Origen y evolución de las cosechadoras.	4
1.2 Cosechadoras de granos JUMIL JM-390.	6
1.2.1 Partes componentes fundamentales de la cosechadora de granos JUMIL JM-390.....	6
1.2.2 Regulación del rotor batidor.....	10
1.3 Tendencias actuales en la fabricación de las cosechadoras de granos.	11
1.4 Características generales del cultivo frijol.....	12
1.5 Investigaciones sobre evaluaciones de pérdidas en cosechas de las cosechadoras de granos.....	13
Capítulo II. Materiales y Métodos	15
2.1 Metodología para caracterizar el área de prueba de la Cosechadora Jumil-390 donde se realizó el estudio.	15
2.1.1 Metodología para la determinación de las condiciones de ensayo.	15
2.2 Metodología para caracterizar técnica y tecnológicamente la máquina objeto en estudio.	16
2.3 Metodología para determinar los factores que intervienen en las pérdidas de cosecha de esta máquina.	16
2.3.1 Metodología para la determinación de la humedad de la semilla.	16
2.4 Metodología para el procesamiento de los resultados.	17
Capítulo III. Resultados y Discusión.....	20
3.1 Resultados para la caracterización del área de prueba de la Cosechadora Jumil-390 donde se realiza el estudio.....	20
3.2 Resultados de la caracterización técnica y tecnológicamente de la máquina objeto en estudio.....	20
3.3 Resultados para la determinación de los factores que intervienen en las pérdidas de cosecha.....	21
3.3.1 Resultados totales de los 4 campos en relación al rendimiento y pérdidas.	23
3.3.2 Resultados obtenidos en los análisis estadísticos.	24
CONCLUSIONES.....	26
RECOMENDACIONES	27
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
ANEXOS	30

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, la lucha por la producción de alimentos ha dominado gran parte del tiempo y el esfuerzo de la humanidad. La mano de obra fue la norma durante miles de años. En los países menos mecanizados, como la India, entre el 60 al 70% de la fuerza de trabajo sigue participando en la agricultura. En los Estados Unidos, menos del 1% de la población activa trabaja en la agricultura, sin embargo, es uno de los principales países exportadores mundiales de alimentos, en gran parte gracias a la mecanización pesada y a las continuas mejoras en la maquinaria agrícola (Bolich, 2016).

En Cuba actualmente se han condicionado cambios en la agricultura por imperativos de orden económico-financieros, debido a la reiterada constatación de los efectos negativos de la agricultura convencional y signos de deterioro e ineffectividad de las relaciones de trabajo en la agricultura desde la década de los ochenta, a la existencia de una política orientada hacia un desarrollo nacional de adaptación y creación de tecnologías, en función de las necesidades de nuestro desarrollo, lo que permitió detectar entre otros aspectos que el suministro de variedades mejoradas, no satisface plenamente las necesidades de los agricultores (Santiesteban *et al.*, 2016).

En las actividades de producción agrícola, la cosecha es la última labor principal en el manejo de un cultivo, pero no es por esto la menos importante y cobra vital importancia para el productor, ya que este proceso significa la recuperación de lo invertido durante todas las labores anteriormente realizadas, por ello, la cosecha debe realizarse de modo eficiente si se quieren minimizar las pérdidas y obtener jugosas ganancias (Cordero, 1988).

En la actualidad, los fabricantes de cosechadoras tratan de obtener un producto cada vez mejor, diseñando y construyendo máquinas capaces de realizar sus funciones con menores índices de pérdidas y sin dañar los granos. Sin embargo, el resultado final dependerá siempre del nivel de capacitación de los operadores de las máquinas, de la calidad con que a la misma se ejecuten las operaciones de asistencia técnica, de las condiciones de explotación y de asegurar que la misma realice sus funciones debidamente regulada (Alto, 2002).

En principio, las cosechadoras modernas cuentan con protecciones en los sectores de mayor desgaste con piezas hechas de fundición nodular, para mejorar su resistencia a la abrasión por parte del cereal circulante en su interior, además de

tratamientos térmicos y pinturas especialmente diseñadas para estos fines (Kustra, 2017).

Para el caso de las cosechadoras Jumil JM-390, éstas se pueden utilizar en dependencia de sus plataformas en diferentes cultivos como son: maíz, arroz, sorgo y en frijol, siendo este último, un alimento tradicionalmente importante en América Latina y en general en una gran cantidad de países en vías de desarrollo en los cuales se cultiva. Además, posee una extraordinaria importancia para la alimentación humana, pues además de constituir una fuente esencial de proteína, forma parte de los hábitos alimentarios de la población (Solís, 2010).

En Cuba, el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) común (Giordano y Bianchi, 2016), se desarrolla, idealmente, durante las primaveras y otoños, o en la etapa otoñal e invernal de regiones subtropicales. Ese ambiente ideal depende de la incidencia de un conjunto de factores climáticos, edáficos y bióticos, que pueden influir en gran medida en las pérdidas de cosecha, en conjunto con las características de la cosechadora que se utilice, por lo cual se plantea el siguiente problema científico:

Problema científico

¿Cómo se comportan las pérdidas de cosecha en la cosechadora Jumil-390 en el cultivo del frijol, para las condiciones dadas de la UEB “Valle del Caonao”?

Hipótesis

Si se conocen las características tecnológicas y explotativas de la cosechadora Jumil-390 en las condiciones agrotécnicas del área de siembra del frijol seleccionada, se podrá determinar las pérdidas de cosecha en el cultivo ocasionadas por esta máquina agrícola”.

Objeto de estudio

Cosechadora de granos Jumil-390

Objetivo general

Determinar pérdidas de cosecha en la cosechadora Jumil-390 en el cultivo del frijol.

Objetivos específicos

1. Caracterizar el área de prueba de la Cosechadora Jumil-390 donde se realiza el estudio.
2. Caracterizar técnica y tecnológicamente la máquina objeto en estudio.
3. Determinar los factores que intervienen en las pérdidas de cosecha de esta máquina.

CAPÍTULO I.
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Capítulo I. Revisión Bibliográfica

1.1 Origen y evolución de las cosechadoras.

Se denomina cosechadora a una máquina dedicada a realizar labores de recolección de productos agrícolas. El 90% de los productos en los cuales se utiliza son cereales como arroz, maíz, trigo, cebada y otros, aunque también puede recolectar oleaginosas, proteaginosas y otros cultivos tales como algodón o productos forestales. En sus comienzos, esta máquina era accionada por un tractor y servía para cosechar en el sentido de cortar el cultivo, que posteriormente era procesado por otros medios para extraer los granos, proceso denominado trilla o trillado. Actualmente es estándar que realice ambas operaciones y que sea autopropulsada (Aquino, 2014).

Las primeras máquinas cosechadoras surgieron para mecanizar la recolección de granos, ya desde el siglo XIX se trató de reunir en una sola máquina la segadora y la trilladora. En 1835 Hiram Moore y James Hascall construyeron y operaron una cosechadora en Michigan, que patentaron al año siguiente. Era una máquina de 15 pies (4.5 m) de ancho de corte, arrastrada por 20 caballos. Moore siguió fabricando cosechadoras e inclusive envió máquinas a California donde fueron muy exitosas debido a su clima más seco. A fines del siglo XIX también se construyeron máquinas automotrices o autopropulsadas por máquinas a vapor. George Berry fabricó en 1887 una de 22 pies (6.6 m) de ancho de corte operada por 6 personas. Al año siguiente, Berry la modificó ampliándola a 40 pies (12 m) (Bolich, 2016).

En Australia se siguió otro criterio: en lugar de cortar la mies, se separaba la espiga arrancándola mediante un batidor (*stripper*). En 1843 el agricultor australiano John W. Bull (1804-1886) inventó una cosechadora *stripper* que utilizó en su cultivo de trigo. Además, se había ofrecido un premio de £ 40 a quién inventase una cosechadora. Bull se presentó a ese concurso, pero el jurado desechó su máquina. Desilusionado abandonó su idea, que fue retomada por John Ridley (1806-1887) que llegó a fabricar *strippers*. Con los años, el *stripper* se fue perfeccionando en Australia. Entre los fabricantes se destacó Hugh V. McKay (1865-1929) que llegó a ser el mayor fabricante de maquinaria agrícola en ese país. Incluso llegó a exportar *strippers* a Argentina, donde llegaron a tener una cierta difusión en las dos primeras décadas del siglo XX. Estos *strippers* eran máquinas de 5 pies (1.5 m) de ancho de corte tiradas por seis caballos (Bragachini *et al.*, 2017).

En Estados Unidos prosiguió el desarrollo de la cosechadora. En cuanto estuvieron disponibles, se agregaron motores de combustión interna a las máquinas para aliviar el tiro por tracción animal, que pronto fue substituido por tractores. Estas máquinas de arrastre tenían plataformas de 10 a 12 pies (3 a 3.6 m) y podían cosechar alrededor de una hectárea de trigo en una hora. Poco a poco, en la década de 1930 la cosechadora fue desplazando la cosecha con segadora y trilladora, especialmente en los países de agricultura extensiva como Estados Unidos, Canadá, Argentina y Australia. En países de agricultura más intensiva y explotaciones agraria más pequeñas este cambio fue algo más tardío (Bragachini *et al.*, 2014).

El paso siguiente fue la cosechadora automotriz o autopropulsada, que los principales fabricantes de maquinaria agrícola norteamericanos comenzaron a producir durante la década de 1940. En lugar de su ubicación lateral, la plataforma estaba al frente de la máquina, lo que permitía una mejor maniobrabilidad. A mediados de siglo, estas cosechadoras venían provistas de plataformas de 16 pies de corte (4.8 m) y motores de alrededor de 100 CV (0.74 kW) con lo que lograban cosechar 1,2 a 1,5 ha/h. También en esa época se fue pasando del manipuleo de los granos en bolsas o sacos a hacerlo a granel, con lo que también se logró un importante ahorro de mano de obra pues se eliminaba el bolsero y el cocedor de bolsas, que trabajaban sobre la cosechadora, y el personal que recogía las bolsas en el rastrojo (Álvarez, 1981).

Durante la segunda mitad del siglo XX se fue perfeccionando la cosechadora y ampliándose su capacidad de trabajo. A principios del siglo XXI eran corrientes, en los países de agricultura extensiva, máquinas de cabezales trigueros de 30 pies (9 m) de ancho de corte, una tolva de 8.000-10.000 l de capacidad (6 a 7.5 t) que logran cosechar algo más de 3 ha/h. Cuentan con motores diésel de alrededor de 300 CV (220 kW). Vienen equipadas con sensores que informan sobre el rendimiento instantáneo del cultivo y la humedad del grano, así como del funcionamiento de los diferentes mecanismos. Un GPS asiste y ayuda al conductor en la dirección de la máquina. La cosecha, que antaño requería un sin número de hombres para la siega y la trilla, se puede efectuar con estas máquinas con sólo dos operarios: el conductor de la cosechadora y el tractorista que con vagones tolva o carros recibe a granel los granos y los transporta a los depósitos (Ortiz-Cañavate, 2003).

1.2 Cosechadoras de granos JUMIL JM-390.

La cosechadora Jumil JM-390, está especialmente proyectada para efectuar la cosecha de varios tipos de cereales como son: maíz, sorgo, trigo y arroz, además, de diferentes tipos de granos dentro de los que se encuentran: soya y frijol. Por lo que ha sido equipada con plataformas intercambiables de fácil sustitución según el cultivo. Constituyendo un proyecto innovador con la tecnología, la eficiencia, la calidad y la sencillez necesarias para cumplir las exigencias de los medianos y pequeños productores (MINAG, 2015).

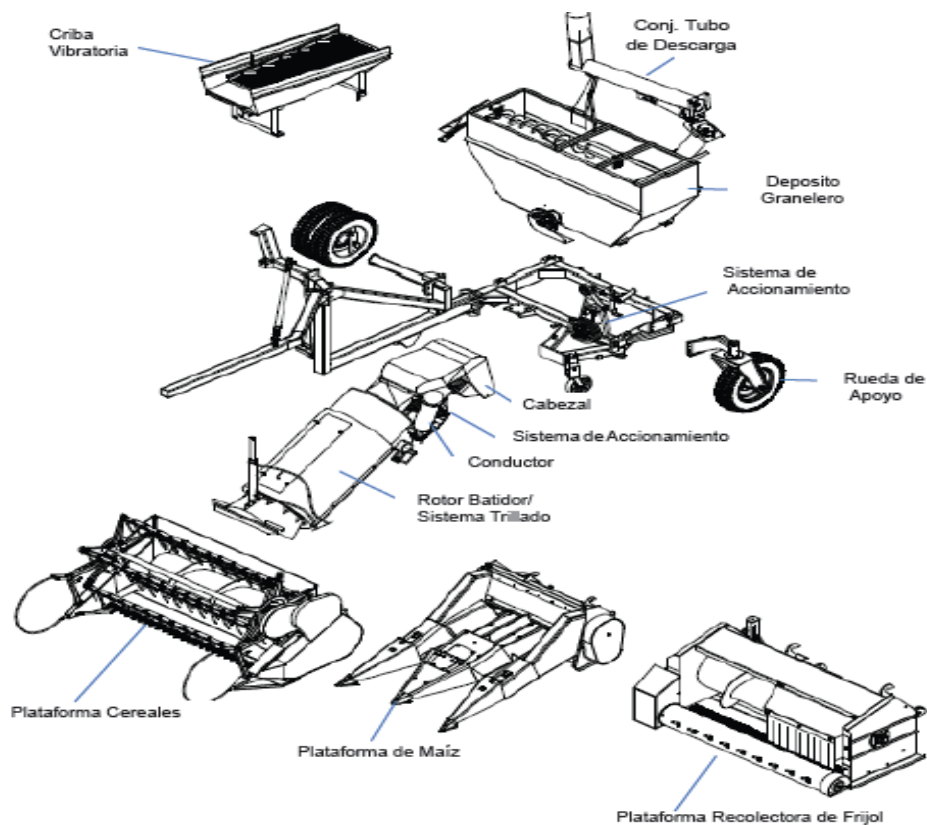
Esta cosechadora es acoplable a una variada gama de marcas y modelos de tractores, a través de la barra de tracción y parachoques de enganche, especialmente proyectadas y desarrolladas para la adaptación a los modelos de tractores utilizados (Aquino, 2014).

El sistema permite la estabilidad del implemento al tractor para conformar un agregado, facilitando de este modo el trabajo en las operaciones de la cosecha.

En resumen, la máquina es un implemento compacto y robusto, que se adapta a diferentes condiciones de trabajo para la cosecha de diversos tipos de cultivos. Es fácil de conducir y de mantener, para operarla se requiere de un solo operador y por ello en gran medida se reducen los costos de cosecha (Anónimo, 2015).

1.2.1 Partes componentes fundamentales de la cosechadora de granos JUMIL JM-390.

En la Figura 1 se muestran de forma general las partes componentes de la cosechadora de granos JUMIL JM-390.



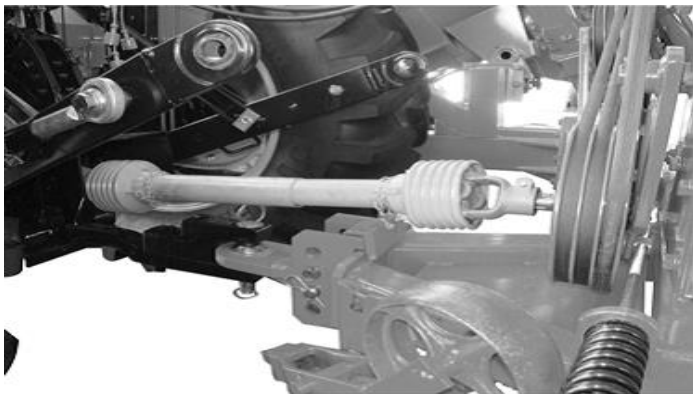
Fuente: "Manual de Instrucciones Jumil JM-390", 2015

Figura 1. Estructura de la cosechadora de granos Jumil-390.

A continuación, se desglosarán las partes componentes de la cosechadora de granos JUMIL JM-390 (Anónimo, 2015).

1.2.2.1 Sistema de Accionamiento.

La cosechadora recibe la potencia del árbol toma de potencia del tractor a través de un cardan que acciona la polea motriz de la máquina, quien a su vez transmite el movimiento a los restantes órganos de trabajo de la misma máquina.

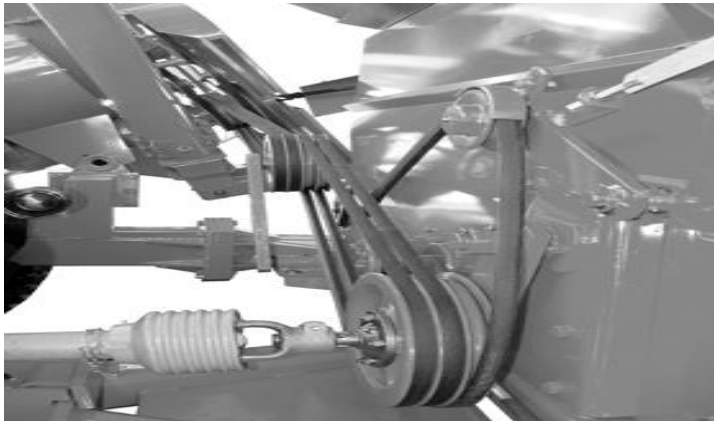


Fuente : Manual de Instrucciones Jumil

Figura 2. Sistema de Accionamiento.

1.2.2.2 Sistema de transmisión bipartida.

En este sistema se encuentra la polea intermedia que mantiene alineada a la polea del bastidor.



Fuente : Manual de Instrucciones Jumil

Figura 3. Sistema de transmisión bipartida.

Esta cosechadora cuenta con tres plataformas de corte según el tipo de cultivo que se coseche, Ellas son:

1.2.2.3 Plataforma de corte para cereales.

Posee un ancho de corte de 2 m, con ella se cosecha sorgo, trigo, soya y arroz. Esta equipada con cuchillos que efectúan la siega de la planta de manera uniforme y precisa. El molinete con rotación proporcional a la de corte, permite una alimentación uniforme y continua para el sistema de trillado axial.



Fuente : Manual de Instrucciones Jumil

Figura 4. Plataforma de corte para cereales

1.2.2.4 Plataforma para la cosecha de frijol

Posee, un rodillo con dedos retráctiles que conducen las ramas de frijol a la entrada del sistema de trillado de la máquina.



Fuente : Manual de Instrucciones Jumil

Figura 5. Plataforma para la cosecha de frijol.

1.2.2.5 Plataforma para maiz.



Fuente : Manual de Instrucciones Jumil

Figura 6. Plataforma para maiz.

1.2.2.6 Sistema de trillado axial.

Mecanismo de trillado: se encarga de desmenuzar la espiga o vaina para separar de ella el grano a base de revoluciones. Mecanismo de limpia: usa un ventilador de aire de partes menos pesadas y de polvo, el sistema de cribas separa el grano de partes más gruesas.



Fuente : Manual de Instrucciones Jumil

Figura 7. Sistema de trillado axial.

Está compuesto por una pantalla cilíndrica que rodea un rotor sinfín, equipado con pernos batidores ajustables a diversas culturas o a las condiciones de la cosecha. Tiene la función de despajar y trillar los cereales.

El material recogido es conducido por una rosca transportadora situado en la parte inferior del tambor de trillado.

1.2.2.7 Criba vibratoria.

Esta posicionada en el granelero debajo de la boca de salida del cabezal, efectúa la limpieza final del grano eliminando las impurezas.



Fuente : Manual de Instrucciones Jumil

Figura 8. Criba vibratoria.

1.2.2.8 Granelero.

El granelero posee una capacidad de 1300 litros, lo cual equivale aproximadamente a 10 sacos de 60 kg.



Fuente : Manual de Instrucciones Jumil

Figura 9. Granelero.

1.2.2 Regulación del rotor batidor.

El rotor batidor funciona dentro del tamiz cilíndrico del tambor de trilla y realiza dos funciones fundamentales:

- 1- Recibir la masa recogida de la plataforma de corte golpeando el producto a trillar, pisar el grano y hacer la limpieza pesada.
- 2- Conducir la paja y los residuos pesados al ventilador.

De fábrica, el rotor batidor posee una regulación estándar, que lo hace capaz de adaptarse a diferentes condiciones de cosecha. Los pernos sacudidores poseen un montaje estándar a 20° en dirección opuesta de la rosca y dependiendo de las condiciones de cosecha y el producto que se coseche: (maíz, soya, sorgo, trigo, arroz, frijol, etc.), es necesario hacer ajustes de menor importancia en el ángulo de los pernos sacudidores.

Para efectuar el ajuste del tipo de rotor, se procede de la siguiente forma:

- Productos con baja humedad - regular los dedos batidores posicionándolo más cerca de la rosca del rotor batidor (disminuir el ángulo).
- Productos con alta humedad - regular los dedos batidores posicionándolo más lejos de la rosca del rotor batidor (aumentar el ángulo).
- Cuanto mayor sea el ángulo de los dedos batidores, más se verá afectado el producto debido a la disminución del ángulo de los pernos golpeadores (Anónimo, 2015).

1.3 Tendencias actuales en la fabricación de las cosechadoras de granos.

En el rubro cosechadoras de granos, la tendencia definida actual se dirige hacia el aumento del tamaño de las tolvas, capacidad de trilla y limpieza, cabezales draper y sistemas de rodajes con neumáticos radiales “patones” y duales.

En las cosechadoras de más de 550 CV se generalizarán los sistemas de banda de caucho. Todas serán equipadas con monitor de rendimiento satelital, monitor incorporado con auto guía de conducción, automatismos electrónicos de regulación de las principales variables de regulación que exigen los cultivos y condiciones cambiantes.

Existe una tendencia definida al acortamiento de la distancia entre hileras en todos los cultivos (soya, maíz, sorgo, girasol, trigo) y en algunos cultivos como el maíz los nuevos cabezales maiceros que cosechan a cualquier distancia entre hileras, será una tendencia que los contratistas deben tener en cuenta para no perder nichos de clientes que ya entraron en esa necesidad.

Otra tendencia será contar con cámaras de filmación en los lugares claves de la cosechadora: (cola, motor, cabezal, sinfín de descarga), también se incorporarán alarmas con sensores contra incendio y automatismo de extinción prematura del foco de incendio.

Las cosechadoras del futuro serán distintas, serán construidas con materiales livianos, tendrán cabezales draper de 45 y 50 pies de ancho, bandas de caucho de

traslado y todo el automatismo de regulación con conectividad Web, y desde una PC se podrán controlar y regular las máquinas (Anónimo, 2015).

1.4 Características generales del cultivo frijol.

En Cuba el frijol se siembra en una gama de suelos, generalmente llanos o con pendiente menor de 2.4% ferralíticos (oxisoles y ultisoles) muy productivos, mientras que en la región oriental los suelos son más fértiles pardos (mullisoles y ultisoles), vertisuelos (vertisoles) y aluviales (Villalobos *et al.*, 2016). La provincia Sancti Spíritus está incluida entre las que poseen suelos de productividad media por considerar en tal evaluación sus improductivas zonas montañosas. Los más productivos se encuentran fundamentalmente alrededor del embalse Zaza y al este del Río Jatibonico del Sur, Llanura del Jíbaro (Pérez, 2015).

Predominan los suelos pardos con carbonatos y sin ellos. En algunas áreas la norte y al sur aparecen suelos ferralíticos rojos típicos. En el litoral sur y al este, se localizan suelos hodromórficos y vertisuelos, propios de zonas bajas.

La diversificación constituye un imperativo de los tiempos actuales, teniendo en cuenta la necesidad de garantizar su propio autoabastecimiento para disminuir las importaciones de alimentos que realiza el país dado los elevados precios de estos en los mercados internacionales y las dificultades con las disponibilidades de recursos financieros (Agostinho, 2011).

El frijol común, es considerado un complemento nutricional indispensable en la dieta alimenticia de Centro y Suramérica, razones por las cuales se concentran los mayores volúmenes de producción en América Latina (45% de la producción mundial) (Santiesteban *et al.*, 2016).

Rendimiento:

Los rendimientos mundiales se comportan en 1.4 t/ha⁻¹, logrando buenos rendimientos Puerto Rico, Alemania, Libia y Grecia, siendo los mayores productores Brasil y EE. UU, mientras que en nuestro país solo se alcanza menos de 1 t/ha⁻¹ como promedio, y se invierten anualmente más de 32 800 000 dólares en la compra de alrededor de 140 000 t/m de granos. Sin embargo, la producción total nacional no satisface las demandas de la población, por lo que aún en los momentos actuales existe la necesidad de importar miles de toneladas anuales (Maqueira *et al.*, 2017).

Estos grupos se caracterizan por semillas pequeñas (menos de 25 g para el peso de 100 semillas) y medianas (entre 25 g y 40 g para el peso de 100 semillas) para el

grupo mesoamericano y grandes (más de 40 g para el peso de 100 semillas) para el grupo andino (Ortiz, 2015).

Condiciones edafoclimáticas:

Aunque el rango de tolerancia a la temperatura cambia ligeramente entre una variedad y otra, lo ideal es que se encuentre entre los 15 C° y 27 C°. La flor necesita un poco de frialdad para madurar. Si no hay bajas temperaturas en el momento de la floración, los rendimientos pueden reducirse drásticamente. A temperaturas por debajo de los 15 C° es difícil lograr plantas vigorosas y las vainas tienden a desarrollarse en forma de “ganchillo”. Por encima de los 30 C° se puede dar un aborto excesivo de flores o aparecer deformaciones en las vainas (Pérez, 2015).

La humedad óptima para este cultivo varía en dependencia de las etapas de desarrollo de la planta. En su primera etapa de desarrollo, la humedad relativa debe estar en un rango entre el 60% y el 65%. En las etapas subsiguientes es mejor que la humedad suba entre un 5% y un 10% más, respecto al rango antes mencionado. Las condiciones de humedad excesiva favorecen el desarrollo de enfermedades y dificultan la fecundación. Las oscilaciones extremas en el nivel de humedad también pueden perjudicar a la planta. Las condiciones edafoclimáticas son favorables para su cultivo, por lo que se produce en todo el territorio nacional (Maqueira *et al.*, 2017).

1.5 Investigaciones sobre evaluaciones de pérdidas en cosechas de las cosechadoras de granos.

Según (Giordano y Bianchi, 2016), en Argentina se considera que cada 100 kg de grano listo para ser cosechado en los principales cultivos extensivos, se pierde por diferentes factores aproximadamente 13 kg en cantidad y calidad. Este es el peaje que debemos pagar por ineficiencia en el manejo de granos en la cosecha y postcosecha, que afecta a cada una de las partes involucradas y a su vez al país. Solo durante la cosecha del cultivo de soya se pierden en promedio 166 kg/ha, debido posiblemente a la demora en el inicio de cosecha, escaso mantenimiento preventivo, deficiente regulación diaria de acuerdo a las condiciones del cultivo y a la antigüedad del parque de cosechadoras.

Además, (Giordano *et al.*, 2015) plantea, que en los últimos 18 años en dicho país, se incrementó la producción de granos de 37 a 95 millones de toneladas y desde el año 2002 con una producción de 66 millones de toneladas, aumentó el 44%. Paralelamente se mejoró la tecnología utilizada en cosecha y postcosecha,

reduciéndose las pérdidas físicas de granos y aumentando su calidad. Estas pérdidas se cuantificaron en el orden de los 365 millones de dólares, como incremento anual de saldos exportables de cereales y oleaginosas.

CAPÍTULO II.
MATERIALES Y MÉTODOS

Capítulo II. Materiales y Métodos

2.1 Metodología para caracterizar el área de prueba de la Cosechadora Jumil-390 donde se realizó el estudio.

La investigación se realizó en la Empresa Agroindustrial de Granos “Valle del Caonao” en el municipio de Yaguajay, poblado Iguará, perteneciente a la Provincia de Sancti Spiritus, en el periodo comprendido de octubre 2018 a enero de 2019.

Para caracterizar el área de prueba de la Cosechadora Jumil-390 se tuvieron en cuenta las siguientes metodologías:

2.1.1 Metodología para la determinación de las condiciones de ensayo.

a) Tipo de suelo y su denominación.

b) Relieve.

El relieve del terreno se determinó en función del valor de la pendiente del terreno medido con un clinómetro (Tabla 1), nivel o el uso de un goniómetro para los ensayos de los tractores y máquinas agrícolas en terrenos con inclinación, también estos datos pueden ser tomados en los mapas existentes en las empresas.

Tabla 1. Categorías de inclinación del terreno

Categorías	Denominación	Valores de la pendiente (%)	Valores de la pendiente ($^{\circ}$)
I	Llano	De 0 hasta 2	0 hasta 1
II	Pendiente pequeña	Mayor de 2 hasta 6	Mayor de 1 hasta 3
IV	Pendiente media	Mayor de 6 hasta 12	Mayor de 3 hasta 6
V	Pendiente alta	Mayor de 12 hasta 25	Mayor de 6 hasta 12
VI	Pendiente muy alta	Mayor de 25	Mayor de 12

Fuente: Norma Cubana 3447:2003. Máquinas agrícolas y forestales. Metodología para la determinación de las condiciones de ensayo.

c) Microrrelieve.

Se determinó mediante un perfilógrafo, o por un eje de coordenadas. Para este último método es necesario disponer de dos estacas de regulación, una varilla graduada, un nivel de burbujas y una regla graduada; con valor de división de 1 cm. Los datos del perfilado en el microrrelieve se toman perpendicular al movimiento de la máquina y en toda la anchura de trabajo de la misma.

Para el caso de los ensayos a máquinas de transporte se tomarán colinealmente al movimiento de ésta en la longitud de 5 m. Cuando se realiza el perfilado del suelo, utilizando un eje de coordenadas, es necesario clavar dos estacas de regulación e

instalar sobre ellas a nivel la regla graduada, midiéndose desde ésta hasta la superficie del suelo con una varilla graduada con valor de división de 1 cm, a través de toda la extensión prefijada según la máquina objeto de ensayos.

2.2 Metodología para caracterizar técnica y tecnológicamente la máquina objeto en estudio.

La investigación se llevó a cabo mediante la búsqueda en libros, revistas y otros materiales especializados de la carrera, como por ejemplo el “Manual de Instrucciones Jumil”, “Teoría y cálculo de Máquinas Agrícolas”, “Fundamentos para el desarrollo de una cosechadora para la agricultura familiar”, entre otros. Estos se pueden encontrar en copia de papel en las diferentes bibliotecas de la universidad, en soporte digital en las diferentes bases de datos de las bibliotecas especializadas que se acceden desde la red nacional, o en la Internet.

2.3 Metodología para determinar los factores que intervienen en las pérdidas de cosecha de esta máquina.

Para llevar a cabo la determinación de los factores que intervienen en las pérdidas de cosecha de esta máquina, se realizaron los siguientes pasos:

- a) Primeramente, el día antes de la cosecha se tomaron muestras de la plantación de frijol existente en el campo, en un marco de 1 m² en cinco puntos escogidos al azar, alejándose de los bordes del mismo y de este modo se determinó su rendimiento.
- b) Al próximo día, luego de que pase la cosechadora por este campo, se tomaron nuevamente cinco muestras en un mismo marco de 1 m².
- c) Luego, dichas muestras se pesaron en una balanza digital y posteriormente fueron llevadas a una estufa donde fueron almacenadas durante 24 horas.
- d) Por último, estas muestras fueron pesadas nuevamente y se determinó el % de humedad a cada una, determinando de este modo, el % de pérdida por la cosechadora.
- e) Estos valores hallados anteriormente serán llevados a una gráfica y se observarán como aumentan o disminuyen los mismos en dependencia de la humedad, el rendimiento y las pérdidas obtenidas en cada campo.

2.3.1 Metodología para la determinación de la humedad de la semilla.

Para la determinación de la humedad de la semilla del frijol se utilizó el medidor de humedad de granos YH-55 (Fig.10) el cual es un medidor de humedad de última

generación que cuenta con un amplio rango para medir la humedad de diferentes granos.



Fuente: www.tpmequipos.com/

Figura 10. Medidor de humedad de granos YH-55.

Dicho medidor posee un seleccionador en el cual se selecciona el tipo de grano (P) al que se le desea realizar la medición de humedad en la pantalla (Tabla 2). Luego se toma una muestra del grano y es colocada en su interior, se tapa y automáticamente la herramienta realiza la medición de la humedad a la temperatura que se encuentra el grano.

Tabla 2. Tabla de selección del tipo de granos.

P1	SEMILLA DE COLZA	P13	SORGO
P2	TRIGO	P14	HABA DE SOJA
P3	CEBADA DE PRIMAVERA	P15	GIRASOL
P4	FRIJOL DE CAMPO	P16	MAÍZ (ALTO)
P5	MAÍZ	P17	SÉSAMO
P6	CEBADA DE INVIERNO	P18	SEMILLA DE ALGODÓN
P7	AVENA BLANCA	P19	ALGODÓN PARKER
P8	ALFORFÓN	P20	CANOLA
P9	AVENA NEGRA	P21	CACAHUATE
P10	TRIGO DURO	P22	SEMILLA DE SANDIA
P11	LUPINO	P23	GRANOS DE CAFÉ
P12	ARROZ	P24	SEMILLAS DE RÁBANO

Fuente: Recorte de video "Granos + Cafe Medidor de Humedad+Tempertura 24 Diferentes granos"

2.4 Metodología para el procesamiento de los resultados.

Para esta metodología se utilizó el método de comparación de varias muestras no paramétricas, ya que se analizaron 5 puntos en cada campo para recolectar los datos en rendimiento (kg/ha^{-1}) y pérdidas (kg/ha^{-1}) y en (%) para luego, ser transportados para el Excel todos estos datos obtenidos. Para realizar estos

procesamientos estadísticos se utilizó el software StatGraphics Plus versión 5.1, el cual es una herramienta de análisis de datos que combina una amplia gama de procedimientos analíticos con extraordinarios gráficos interactivos para proporcionar un entorno integrado de análisis que puede ser aplicado en cada una de las fases de un proyecto.

Por otro lado, los resultados se muestran como la media y desviación estándar, las cuales se compararon con el método de Least Square Differents (LSD) con el fin de determinar los grupos homogéneo (grupos estadísticamente diferentes).

CAPÍTULO III.
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Capítulo III. Resultados y Discusión.

3.1 Resultados para la caracterización del área de prueba de la Cosechadora Jumil-390 donde se realiza el estudio.

El suelo donde se realizó el estudio es parcialmente ferralítico rojo, con relieve de pequeña pendiente de categoría II, debido a que los valores de la pendiente estaban entre 1° y 3° lo que conlleva a que el valor de la pendiente en % sea mayor de 2 y menor de 6 %. Por lo que se determina que la denominación de la pendiente sea pequeña como se describe en la metodología ya antes mencionada.

En los 4 campos investigados no presentan piedras en su constitución. Los cordeles tienen un ancho de aproximadamente de 60 cm y un largo de 20, 25 o 30 cm, en dependencia del punto del campo que se haya seleccionado para tomar la muestra.

En 1 m² hay sembradas alrededor de 10-16 plantas de frijol, en cada una de ellas hay alrededor de 10-15 legumbres y en cada una de estas hay 8 granos, en caso de que estén creadas las condiciones óptimas de la plantación. Cuando no es así, se encuentran secciones con menos de 7 plantas y en ocasiones hay menos de 4 legumbres con menos de 3 granos en cada una. También por 1 m² se encuentran 1-2 plantas que aún están verdes (no listas para la cosecha), esto viene representando del 10 al 20% de las plantas en el terreno.

El % de humedad presente en el grano a la hora de la cosecha estuvo oscilando alrededor de los 20.30 a 24.53%. Por otra parte, las temperaturas obtenidas durante el período de estudio, para los diferentes campos cosechados de frijol, estuvieron oscilando sobre el 21.80 °C para el caso del campo 1. Para el campo 2, este osciló sobre los 25 °C y para el campo 3 y 4, se obtuvieron los mismos valores de temperaturas de 24.30 °C para ambos.

3.2 Resultados de la caracterización técnica y tecnológicamente de la máquina objeto en estudio.

En la Tabla 3 se muestran las principales características técnicas de la cosechadora de granos Jumil JM-390, según datos del fabricante (Anónimo, 2015).

Tabla 3. Características técnicas de la cosechadora Jumil JM-390.

PLATAFORMA DE COSECHA	
Recolectora de Frijol	Ancho Útil 1.30 m
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN ESTIMADA (*)	
Frijol (ceifa)	Hasta 12000 kg/día
Frijol (recolectora)	Hasta 24000 kg/día
OTRAS ESPECIFICACIONES	
Depósito Granelero (Descarga con Rosca Sem Fin)	Capacidad de 1300 litros (aproximadamente 1080 Kg)
Potencia Mínima Requerida	75 cv
Tractor	Traçado 4x4
Ancho de Descarga (Rosca Granelera)	3.20 m
Tiempo de Descarga do Graneleiro	Aproximadamente 1 minuto
Velocidad de Trabajo Recomendada	3 a 5 km / hora (de acorde con la cultura)
Rodadura	Doble – neumáticos 7.00 x 16 – 10 Lonas
Rueda de Apoyo (Rueda Libre)	Neumático 6.50 x 16 – 10 Lonas
Velocidad na TDP	540 rpm
PESO APROXIMADO (kg)	
JM390 con Plataforma Recolectora de Frijol	2.737 kg
Plataforma Recolectora de Frijol	560 kg

Fuente: "Manual de Instrucciones Jumil JM-390", 2015

Teniendo en cuenta la tabla anterior, la cosechadora posee una recolectora para el frijol, con un ancho útil de 1.30 m para la plataforma de cosecha con un peso de 2.737 kg. Su capacidad de producción estimada para este cultivo es de hasta 24 000 Kg/día. El depósito con que cuenta la misma, es de 1300 litros de capacidad y su tiempo de descarga es de aproximadamente 1 min. Para la cosecha en terrenos con inclinación lateral sobre de 20°, se recomienda una potencia del tractor superior (85 a 90 cv), para asegurar a operación segura de la máquina.

Por otro lado, la cosechadora objeto de estudio, presenta problemas a la hora de vaciar el frijol almacenado en el granelero ya que cuenta con un agujero en la parte posterior- inferior del mecanismo de descarga. Esto se le atribuye como a uno de los factores que intervienen en las pérdidas de cosecha para este cultivo analizado, las cuales se denominan *pérdidas por cola*.

3.3 Resultados para la determinación de los factores que intervienen en las pérdidas de cosecha.

En la siguiente tabla se muestra los valores obtenidos para el campo 1, donde, en relación al rendimiento, este osciló entre 900 y 1390 kg/ha⁻¹ para los 5 puntos tomados de muestra, con 8 a 15.44% de pérdidas durante la cosecha.

Tabla 4. Parámetros evaluados en el Campo 1

Rendimiento (kg/ha⁻¹)	Pérdida (kg/ha⁻¹)	Pérdida (%)
1000	80	8
970	110	11.34
900	30	3.33
1360	210	15.44
1390	180	12.94

Para el caso del campo 2, el rendimiento se mantuvo entre 630 y 1650 kg/ha⁻¹; y en cuanto a las pérdidas se mantuvieron entre el 24.24 a 57.14% como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5. Parámetros evaluados en el Campo 2

Rendimiento (kg/ha⁻¹)	Pérdida (kg/ha⁻¹)	Pérdida (%)
1060	300	28.3
1030	380	36.89
1000	350	35
1650	400	24.24
630	360	57.14

Para los campos 3 y 4 (Tabla 6 y 7) los valores oscilaron para el rendimiento entre 790 y 1270 kg/ha⁻¹ y 9.63 y 69.1% para el primer caso, y, para el último campo estudiado se obtuvo un 770 y 1500 kg/ha⁻¹ en rendimiento y 13.63 a 28.5% de pérdidas.

Tabla 6. Parámetros evaluados en el Campo 3

Rendimiento (kg/ha⁻¹)	Pérdida (kg/ha⁻¹)	Pérdida (%)
1230	850	69.1
1160	220	18.96
1270	530	41.73
830	80	9.63
790	370	46.83

Tabla 7. Parámetros evaluados en el Campo 4

Rendimiento (kg/ha⁻¹)	Pérdida (kg/ha⁻¹)	Pérdida (%)
1200	200	16.6
1320	180	13.63
770	220	28.5
1500	270	18

Teniendo en cuenta investigaciones realizadas en los parámetros anteriormente, según (Giordano *et al.*, 2015) en Argentina, las pérdidas en cosechadoras fueron de $\pm 58.42 \text{ kg/ha}^{-1}$, en el cual, tuvo un promedio de reducción de 22.37 kg/ha^{-1} , siendo menor que los resultados obtenidos de esta investigación. Además, (Hernaiz y Riquelme, 2016) en Chile con la utilización de este tipo de cosechadoras se obtuvo un % de pérdida entre el 4.95 a 4.85%, el cual es menor que el % que arrojaron la cosechadora utilizada para esta investigación.

También en investigaciones realizadas para la zona central de Cuba (Pérez *et al.*, 2018) se plantea, que los rendimientos de la cosechadora de granos Massey Ferguson 5650 en la Provincia de Ciego de Ávila en el año 2018 fueron de 1.15 t/ha. Por otro lado, en la Provincia de Villa Clara (Rojas, 2016) el rendimiento del frijol en ese año fue de 0.9 t/ha en la UBPC Jesús Menéndez. Coincidiendo en gran medida con los resultados obtenidos de esta investigación.

Por otra parte, en relación a las pérdidas que puede presentar este cultivo (Permuy *et al.*, 2008), en México este tiene una pérdida de 18 a 120% antes del almacenaje y en Nicaragua las pérdidas de la cosecha oscilan en un 25% según (Rodríguez, 2013). Por lo que se encuentra estos valores en los rangos obtenidos de este trabajo.

3.3.1 Resultados totales de los 4 campos en relación al rendimiento y pérdidas.

La siguiente figura se muestra la relación de la media entre los rendimientos y pérdidas (ya sea en kg/ha^{-1} o en %) entre los diferentes campos en los cuales se realizaron los estudios.

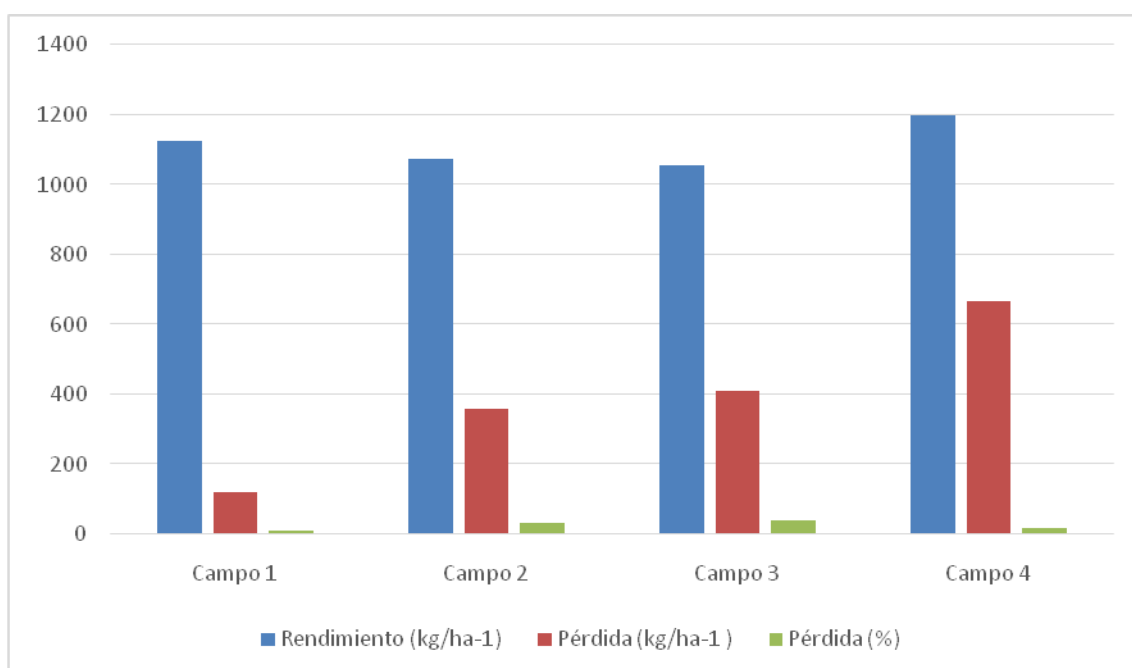


Figura 11. Media de los rendimientos y pérdidas en los campos analizados.

Dónde se observó que el campo que obtuvo mayor rendimiento fue el 4 con un valor de $1197.5 \text{ kg/ha}^{-1}$ y el menor fue el campo 3 con 1056 kg/ha^{-1} en este parámetro evaluado. En relación a las pérdidas en (kg/ha^{-1}) se obtuvo valores mayores para el campo 4 con pérdidas de 667.5 kg/ha^{-1} representando el 55.74 % de las mismas. Por otro lado, se destaca nuevamente el campo 1 con pérdidas de 122 kg/ha^{-1} lo cual representa solo el 10.85% de estas, siendo favorable para este cultivo.

3.3.2 Resultados obtenidos en los análisis estadísticos.

En la siguiente figura se muestra el resumen estadístico del rendimiento (kg/ha^{-1}) para los diferentes campos. Donde se observó que los valores mínimos y máximos en relación a la media oscilaron entre el $1197.5 \text{ kg/ha}^{-1}$ para el campo 4 y el 1056 kg/ha^{-1} en campo 3 (ver Anexo 1).

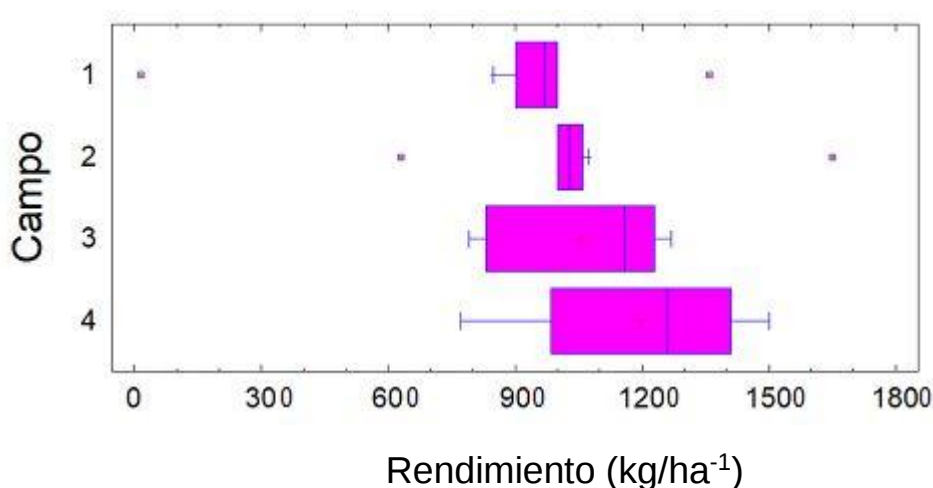


Figura 12. Comparación del rendimiento (kg/ha^{-1}) total entre los campos analizados.

En comparación con los valores obtenidos en la desviación estándar los valores mínimos y máximos tuvieron un rango de 22.05 kg/ha^{-1} para el campo 4 y entre el 49.96 kg/ha^{-1} en el campo 3.

Además, en los resultados descriptivos (ver Anexo 2) el P-valor = 0.68, por lo cual se interpreta que NO hay diferencias estadísticas entre los rendimientos de estos campos ya que el P-valor es mayor que 0.05.

Por otra parte, en relación al comportamiento de las pérdidas (kg/ha^{-1}) entre los campos analizados (Fig. 13), se obtiene que la media máxima se señala en el campo 4 con 667.5 kg/ha^{-1} y la mínima en el campo 1 con 122 kg/ha^{-1} (ver Anexo 3).

Para la desviación estándar los valores mínimos y máximos tuvieron un rango de 3.77 kg/ha⁻¹ en el campo 2 y de 29.77 kg/ha⁻¹ para el campo 3.

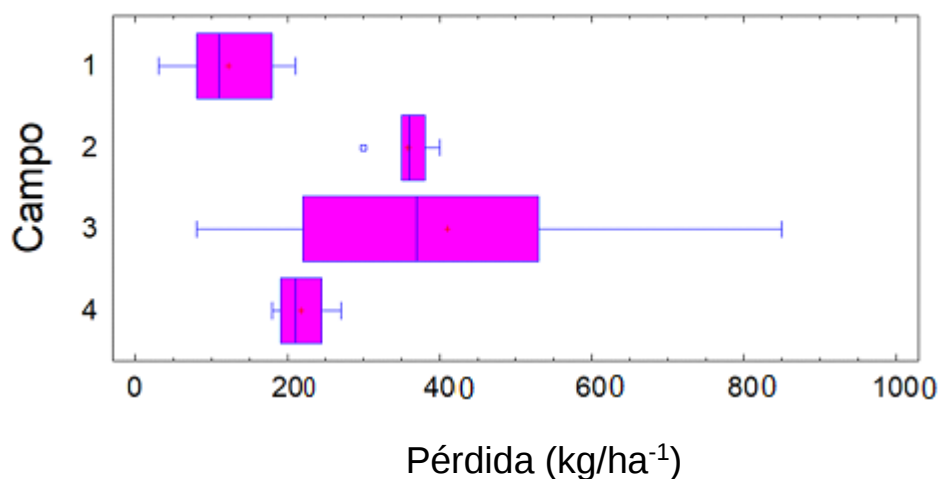


Figura 13. Comparación de pérdidas (kg/ha⁻¹) total entre los campos analizados.

Para este caso, en los resultados descriptivos (ver Anexo 4) el P-valor = 0.02, por lo cual se interpreta que SI hay diferencias estadísticas entre las pérdidas de estos campos ya que el P-valor es menor que 0.05. Concluyendo estadísticamente, que los campos 1 y 2 son los de menores pérdidas y los campos 3 y 4 son los de mayores pérdidas (ver Anexo 5).

CONCLUSIONES

1. El área de prueba donde se realizó la investigación se encuentra en condiciones óptimas para la cosecha del frijol, contando con 4 parcelas y un total de 28.78 ha para este cultivo.
2. La máquina objeto de estudio no cumple con los requisitos establecidos según el fabricante para la cosecha del frijol, ya que presenta un agujero en la parte posterior- inferior del mecanismo de descarga.
3. Para los cuatro campos analizados se utilizó la cosechadora de granos Jumil-390, en la cual las pérdidas se le atribuyen primeramente a la cola de esta máquina, así como, a la humedad del grano. Esta última osciló entre los 20.30 a 24.53%. Concluyendo estadísticamente, que los campos 1 y 2 son los de menores pérdidas y los mayores fueron los campos 3 y 4 en este aspecto.

RECOMENDACIONES

1. Presentar a los dirigentes de la Empresa Agroindustrial de Granos “Valle del Caonao” los resultados de éste estudio, de manera que se puedan tomar las acciones que se consideren necesarias para disminuir las pérdidas de cosecha en la cosechadora de granos JUMIL JM-390.
2. Realizar los mismos estudios para otros tipos de cultivos y a su vez, en otros modelos de cosechadoras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, G. C.: "La producción de frijol en el Consejo Popular de Campo Florido, Cuba": 2011.
- ALTO, B. L.: "Investigación de las Condiciones Naturales y Agrotécnicas para la Cosecha Mecanizada": 2002.
- ÀLVAREZ, A.: "Reparaciòn de la maquinaria agrìcola": 1981.
- ANÒNIMO: *Manual de Instrucciones Jumil JM-390*. Justino de Moraes, IRMÃOS S/A pp. 2015.
- AQUINO, C., F.: "La importancia de la maquinaria agricola": 2014.
- BOLICH, S.: "La Historia de la maquinaria Agricola": 2016.
- BRAGACHINI, M.; A. V. MRTINI; A. MÈNDEZ: "Pérdidas de cosecha. Evaluaciòn y tolerancias en cosecha de Soja, Maíz, Girasol y Trigo": 2014.
- BRAGACHINI, M. A.; F. R. SANCHEZ; G. URRETS; F. M. SCARAMUZZA; D. D. VILLARROEL; J. P. VELEZ: *Dossier de Cosechadoras, [en línea] Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/dossier-de-cosechadoras> [Consulta].2017*
- CORDERO, O. B.: *Diseño, desarrollo y preparaciòn de una tecnologìa para probar cosechadoras de granos.*, Ed. Chapongo, Mèxico, 1988.
- GIORDANO, J.; N. SOSA; M. BRAGACHINI: "Pérdidas de cosecha de trigo y soja, en funciòn de la Evoluciòn tecnologica de las cosechadoras y la Importancia de su regulaciòn diaria": 2015.
- GIORDANO, J. M.; E. D. BIANCHI: "Pérdidas de cosecha en funciòn de la tenencia de cosechadora": 2016.
- HERNAIZ, S.; J. RIQUELME. *Perdidas en la cosechadora de trigo, Ed.*, Chile, 2016.
- KUSTRA, K.: *Cosechadora. wikipedia*. Lublin: Uniwersytet Przyrodniczy, pp. 2017.
- MAQUEIRA, L. A.; O. ROJAN; S. A. PEREZ; W. TORRES: "Crecimiento y rendimiento de cultivares de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en la localidad de los Palacios": 2017.
- MINAG: "El Productor": 2015.
- ORTIZ-CAÑAVATE, J.: *Las màquinas agrìcolas y su aplicaciòn, Ed.* Mundi-Prensa, Madrid, 2003.
- ORTÌZ, P., R.: "Protocolo para la producciòn local de semillas de frijol": 2015.

- PÉREZ, C.; Y. TRUJILLO; A. DAQUINTA; R. GUTIÉRREZ; E. PLÁ:
"Comportamiento de los indicadores de explotación de la cosechadora de granos Massey Ferguson 5650", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 27: 2018.
- PÈREZ, E.: "Comportamiento productivo de cultivares de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en la cooperativa de credits y servicio "Jose Manuel Rodriguez" del municipio Jesus Menendez ": 2015.
- PERMUY, N.; O. CHAVECO; J. GONZÁLEZ; E. GARCÍA; N. HIDALGO: "Pérdidas de grano de frijol común en un sistema de almacenamiento tradicional", *Agricultura Técnica*: 2008.
- RODRÍGUEZ, J.: "Documento informe final linea base. Proyecto: Promoción del uso colectivo de tecnologías para reducir pérdidas post cosecha en los cultivos de maíz y frijol: Desgrane y Trillado de forma mecanizada": 2013.
- ROJAS, L.: *Cálculo del costo de la maquinaria para el cultivo del frijol en la UBPC Jesús Menéndez* Tesis Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas Cuba, 2016.
- SANTIESTEBAN, R.; R. FONSECA; E. TAMAYO; P. VERDECIA; D. MOLINET; S. ESPINOSA; M. TORRES; E. ESTRADA: "Caracterizacion de la produccion de frijol en tres unidades productivas de la provincia de Granma": 2016.
- SOLÍS, E., J.: "“Evaluacion y desempeño de una cosechadora de granos JUMIL modelo JM-390 acoplada al tractor YANMAR AF 1110 EX, en cosecha directa de soya.”": 2010.
- VILLALOBOS, A.; A. GONZALES; F. S. BATISTA; A. ALFONZO; J. MARTINEZ; M. E. MARTINEZ: "Comportamiento agroproductivo de diferentes variedades de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en la finca Las Maria del municipio Primero de Enero", 5: 2016.

ANEXOS

Anexo 1.

Resumen estadístico para Rendimiento (kg/ha^{-1}).

Campo	Frecuencia	Media	Mediana	Desviación típica
1	5	84,878	97,0	49,9639
2	5	107,4	103,0	36,6238
3	5	105,6	116,0	22,8429
4	4	119,75	126,0	31,0524
Total	19	103,599	103,0	35,9156
Campo	Rango	Coef. de variación		
1	134,61	58,8655%		
2	102,0	34,1003%		
3	48,0	21,6316%		
4	73,0	25,931%		
Total	163,61	34,6678%		

Anexo 2.

Contraste de **Kruskal-Wallis** para Rendimiento (kg/ha^{-1}) según Campo.

Campo Tamaño muestral Rango Promedio

1	5	7,9
2	5	10,1
3	5	10,0
4	4	12,5

Estadístico = 1,48867 **P-valor = 0,684884**, NO hay diferencias entre los rendimientos de los campos

Anexo 3

Resumen estadístico para Pérdida (kg/ha^{-1}).

Campo	Frecuencia	Media	Mediana	Desviación típica
1	5	12,2	11,0	7,32803
2	5	35,8	36,0	3,76829
3	5	41,0	37,0	29,7741
4	4	21,75	21,0	3,86221
Total	19	28,0	22,0	18,8797
Campo	Rango	Coef. de variación		
1	18,0	60,0658%		
2	10,0	10,5259%		
3	77,0	72,6199%		
4	9,0	17,7573%		
Total	82,0	67,4276%		

Anexo 4

Contraste de Kruskal-Wallis para Pérdida (kg/ha^{-1}) según Campo.

Campo Tamaño muestral Rango Promedio

1	5	4,2
2	5	14,4
3	5	12,8
4	4	8,25

Estadístico = 10,0195 P-valor = 0,0184002 SI hay diferencias entre las pérdidas.

Anexo 5.

Contraste Múltiple de Rango para Pérdida (kg/ha^{-1}) según Campo.

Método: 95,0 porcentaje LSD			
Campo	Frec.	Media	Grupos homogéneos
1	5	12,2	X
4	4	21,75	XX
2	5	35,8	X
3	5	41,0	X