

Universidad Católica del Trópico Seco

“Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda”



Trabajo profesional para optar al
título de Ingeniero Agropecuario

**Evaluación de rediseño de máquina desgranadora de frijol
(*Phaseolus vulgaris*) en la comunidad de Sabana Grande en
Jícara 2015-2016**

Autores

Eduardo Ramón Méndez Morales
José Bismarck Betanco Ordoñez

Tutor

MSc. Allan Francisco Silva Benavides

Estelí, junio de 2016

ÍNDICE GENERAL

Contenido	pág.
ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCION	1
II. PROBLEMÁTICA	3
III. OBJETIVOS	4
IV. MARCO TEORICO	5
4.1 Generalidades del cultivo de frijol en Nicaragua	5
4.1.1 Datos productivos de frijol en el país	5
4.2 Descripción del cultivo de frijol	6
4.2.1 Etapas Fenológicas de frijol	6
4.2.2 Cosecha y postcosecha	6
4.2.3 Recolección de las vainas	6
4.2.4 Presecado de las vainas	7
4.2.5 Desgranado de vainas	7
4.2.6 Separación de granos y suciedades	7
4.2.7 Secado de los granos	7
4.3 Generalidades de la mecanización agrícola	8
4.3.1 Máquinas agrícolas	8
4.3.2 Maquinas Desgranadoras de frijoles	8
4.3.3 Ventajas del desgranado mecánico	9
V. ESTADO DEL ARTE	10
5.1 Maquinas industriales desgranadoras de frijoles	10
5.1.1 Trilladora combinada Moderna John Deere	11
5.2 Maquinas semi industriales desgranadoras de frijoles	12
5.3 Maquinas artesanales desgranadoras de frijoles	13
5.3.1 Máquina manual de aletas para el desgrano de frijoles	13

5.3.2	Sistema automático de secado y desgrane de frijol	14
5.3.3	Maquina Innovadora Artesanal Desgranadora de Frijoles MIADF	14
VI.	DISEÑO.....	16
6.1	Composición estructural de la máquina desgranadora mejorada (MIADF)	16
VII.	MATERIALES Y METODOS.....	17
7.1	Ubicación geográfica	17
7.1.1	Micro localización	17
7.2	Ensayo en campo	17
7.3	Tratamientos	19
7.5	Técnica o instrumento para la recolección de los datos.....	19
7.6	Procedimiento para el análisis de resultados	20
VIII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
IX.	CONCLUSIONES.....	30
X.	RECOMENDACIONES	31
XI.	BIBLIOGRAFIA	32
XII.	ANEXOS	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones de la desgranadora de frijol y maíz de grupo industrial 3 estrellas	10
Tabla 2. Especificaciones de la trilladora para frijol John Deere modelo 48-80.....	11
Tabla 3. Especificaciones de la trilladora John Deere modelo 350.....	11
Tabla 4. Especificaciones de la trilladora B-150.....	12
Tabla 5. Especificaciones de la desgranadora de frijol y maíz Vencedora Maqtron modelo B-380	12
Tabla 6. Especificaciones de la desgranadora de frijol y maíz Vencedora Maqtron modelo B-340	13
Tabla 7. Características de MIADF.....	15
Tabla 8. Definición de las Variables de estudio	18
Tabla 9. Prueba de Kruskal Wallis para la variable cantidad de impurezas.....	23
Tabla 10. Prueba de Kruskal Wallis para la variable granos en desperdicios	26
Tabla 11. Análisis Económico.....	27
Tabla 12. Costo por quintal desgranado	29

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1. Resultados ANOVA.....	33
Anexos 2. Shapiro-Wills (modificado).....	33
Anexos 3. Hoja de campo.....	34
Anexos 4. Hoja de resumen de datos.....	35
Anexos 5. Entrevista para variable confort y seguridad del operario.....	36
Anexos 6. Presupuesto por piezas de la maquina.....	37
Anexos 7. Estructura externa y sistema desgranador de la máquina 1	38
Anexos 8. Estructura completa de la máquina artesanal	38
Anexos 9. Estructura completa de la máquina 2 (MIADF)	39
Anexos 10. Sistemas de polea, transmisión y molinos desgranadores de la maquina 2	39
Anexos 11. Sistema separador de frijol y desperdicios de la maquina 2.....	39
Anexos 12. Comparación lateral de estructura completas de las maquinas desgranadoras 1 y 2	40
Anexos 13. Comparación posterior de estructura de las maquinas desgranadoras 1 y 2	41
Anexos 14. Operaciones en campo con máquina 1	42
Anexos 15. Proceso de desgranado y limpieza con máquina 1	42
Anexos 16. Operaciones en campo con máquina 2 (MIADF)	43
Anexos 17. Manual para funcionamiento y seguridad de máquina desgranadora de frijoles MIADF.....	44

DEDICATORIA

A Dios, por darnos su bendición y amparo en este mundo de dificultades, que nos ha dado la fuerza necesaria para cumplir nuestras metas y continuar siempre hacia delante, por darnos la lucidez y la perseverancia para alcanzar nuestros sueños.

A nuestros padres, Que nos han brindado su apoyo incondicional en nuestro crecimiento personal, así como también en lo profesional, para afrontar cada dificultad que se nos presentó en este proyecto que estamos culminando. A ellos debemos gran parte de lo hoy somos y lo que hemos logrado.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Católica del Trópico Seco, donde encontramos el espacio necesario para adquirir cada uno de los conocimientos y prepararnos como ingenieros agropecuarios.

Nuestro muy sincero agradecimiento al señor Ángel Gabriel Zarantes Merlo por darnos la oportunidad de trabajar a su lado, cuyas ideas innovadoras fueron punto de partida, y tener como referencia para el rediseño y mejora de la máquina desgranadora.

A nuestro tutor MSc. Allan Francisco Silva Benavides por su gran disposición y valiosa colaboración, mediante sus conocimientos, experiencia y dedicación, nos acompañó en la dirección y desarrollo durante todo el proceso del proyecto.

A nuestros compañeros Cesia Lucero Buezo Prado, Francisco Javier Pérez y Uriel Antonio Cornejo por brindarnos su apoyo para el desarrollo y elaboración del proyecto.

RESUMEN

En el presente proyecto se llevó a cabo con el rediseño y evaluación de una máquina desgranadora de frijoles, a partir de un diseño innovador creado por productores de la comunidad Sabana Grande en el municipio de Jícaro, con el modelo mejorado, se genera un sistema de desgranado rápido, conveniente para pequeños y medianos productores de frijoles mejorando significativamente la eficiencia productiva de la misma. El proceso de innovación incluyó la comparación de la funcionalidad y eficiencia de la máquina rediseñada en sus dos modalidades (tracción manual y a motor) con respecto al modelo inicial. Las variables analizadas fueron Rendimiento, cantidad de impurezas, fallos presentados, cantidad de grano quebrado, granos en desperdicios, confort, seguridad del operario, y análisis de costo de construcción, para la recolección de los datos se utilizó la hoja de campo. El procesamiento de los datos se realizó, mediante un análisis estadístico con el programa estadístico InfoStat. Según las pruebas realizadas la máquina uno obtuvo una media de eficiencia de 8.4, la máquina dos con el mecanismo eléctrico, presento una media de eficiencia de 12 qq, en cuanto a la máquina tres, con mecanismo manual presento una media de eficiencia de 4.2 en el periodo de tiempo de una hora. Se observó alta eficiencia de la máquina rediseñada en sus dos modos de operación (motor y manual) en cuanto a ahorro de tiempo, reducción de costos de desgrane y reducción del tiempo para la obtención de frijol limpio. En cuanto a los aspectos financieros muestran que en el periodo productivo de un año de la comunidad de Sabana Grande la máquina dos puede generar 7,220 C\$, en caso de que se preste el servicio de post cosecha en la comunidad. En cuanto al costo por quintal desgranado con la máquina dos es de 7.50 C\$.

Palabras clave: Tecnología agrícola, Innovación, Desgranadoras, *Phaseolus vulgaris*, Agricultura

I. INTRODUCCION

El fríjol (*Phaseolus Vulgaris L.*) en Nicaragua es considerado un alimento base en la dieta nacional, en aspectos económicos, el último año las exportaciones de este grano alcanzaron más de 50 mil toneladas con un valor de \$36 millones de dólares lo que fija su aporte a la balanza comercial, se cultiva variando, desde el área de siembra, los rendimientos y tecnologías de manejo de una región a otra (FUNICA, 2013).

La mayoría de fríjol es producido en pequeñas fincas mayormente ubicadas en terrenos de laderas y suelos marginales. Los pequeños y medianos productores de Nicaragua realizan el manejo del cultivo con el uso de mano de obra familiar y se complementan con la contratación de jornales en ciertos períodos. Aunque en algunos casos tienen una disponibilidad limitada de mano de obra, debido al alto costo de esta, o a que las personas pasan la mayor parte del tiempo en sus propias parcelas, dificultando labores como el arranque, secado, arpillado y aporreado entre otros.

La revolución tecnológica está cambiando la forma de hacer agricultura y de medir el desempeño agropecuario, la innovación es un proceso transformador, que amplía la frontera de posibilidades de un sector productivo (Herrera, 2008). Con el uso de la desgranadora mecánica se mejora la eficiencia del desgrane ya que se pueden desgranar hasta 1,000 kg de fríjol en una hora. Con el método tradicional del aporreo se requiere aproximadamente una jornada de ocho horas y 4 personas para desgranar esta misma cantidad de fríjol (Arias Restrepo, 2007).

Según funcionarios de las empresas distribuidoras de maquinaria, el área de frijol trillado y desgrane de forma mecánica es de tan solo el 5% del área total sembrada anualmente en todo el país, concentrándose el uso de trillado mecanizado en la zona del Pacífico, de ahí el potencial existente sobre todo en aquellas zonas altamente productoras de granos básicos (INTA; PMA, 2012).

La mecanización existe en el mercado, pero es una novedad tecnológica para los pequeños agricultores, los cuales resultan poco beneficiados del proceso de desarrollo y transferencia de estos tipos de tecnología. Su uso es muy limitado, los agricultores de bajos recursos no

cuentan con capital para invertir en máquinas comerciales que hagan más eficientes en tiempo y costo labores de cosecha en el cultivo de frijol (INTA, 2012).

Con la presente investigación se evaluó la eficiencia y funcionalidad de los componentes mejorados de la maquina desgranadora de frijoles con respecto al modelo original (propuesto por el productor), con el fin generar una tecnología accesible, ecológica, adaptado a la capacidad económica de pequeños y medianos productores de frijoles que serán beneficiados en el proceso de desarrollo e implementación de la innovación generando un sistema de desgranado rápido y de bajo costo.

II. PROBLEMÁTICA

Durante décadas en Nicaragua gran parte de las pérdidas post cosecha de frijol reportadas por los pequeños y medianos productores ocurren principalmente durante el presecado del frijol en campo y el aporreo manual. En estas etapas las pérdidas se contabilizan hasta en un 25% (INTA; PMA, 2012).

Por experiencia los productores han observado que con el aporreo manual la cantidad de mano de obra que se requiere es una limitante durante el período de la cosecha, llegando inclusive a ponerse escasa e incrementarse los costos de aporreo hasta en un 50% (INTA; PMA, 2012).

Hoy en día existe la necesidad de implementación y adopción de métodos que puedan mejorar las dificultades que existen en las labores de post-cosecha en el cultivo de frijol. El desgrane manual implica labor, tiempo y esfuerzo humano para la obtención del producto. Todos estos aspectos contrarios provocan la contratación de más personal para el desgrane del frijol, lo que a su vez implica más gastos del recurso económico, con el que los productores tienen dificultades o limitaciones.

La innovación se produce cuando se adoptan, nuevas ideas o tecnologías, a menudo se basa en conocimientos y sistemas tradicionales, que se adaptan, en combinación con nuevas fuentes de conocimientos derivados de sistemas formales de investigación. No obstante, varios obstáculos se interponen con frecuencia en el camino de los agricultores a la hora de adoptar prácticas innovadoras, por lo que son pocos los beneficiados en el desarrollo y transferencia de tecnologías que ayuden a desarrollar las actividades dentro de su cultivo.

III. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el rediseño de una máquina desgranadora de *Phaseolus vulgaris*, en la comunidad de Sabana Grande en jícaro, 2015-2016

Objetivos específicos

Comparar la funcionalidad y eficiencia de la máquina desgranadora de frijol rediseñada con respecto a la existente

Valorar la aceptación y satisfacción del operario al realizar el proceso de desgranado del frijol con la máquina rediseñada

Analizar la rentabilidad de las maquinas respecto a su costo y rendimiento con la finalidad de medir la acción económica que generan las maquinas

IV. MARCO TEORICO

4.1 Generalidades del cultivo de frijol en Nicaragua

La producción de frijón en Nicaragua se caracteriza por ser una actividad de pequeños productores en diferentes zonas del país. El grano se ha cultivado históricamente en función de la dieta alimenticia básica del nicaragüense y se produce frijón en casi todo el territorio nacional a diferentes escalas (Mena & Selmira, 2007).

El frijón se cultiva bajo condiciones de secano, en alturas que varían entre 50 a 800 msnm y bajo condiciones variables de temperaturas y precipitación. La mayor intensidad de siembra se realiza en la época de postrera y apante, por coincidir la cosecha con la época seca, y el 95% de la siembra la realizan pequeños y medianos productores.

En el país se han identificado 3 zonas agroclimáticas diferenciadas por las épocas de siembra: la zona seca para siembra de primera y postrera: que incluye los municipios de Estelí, Somoto, Ocotal, Pueblo Nuevo, Esquipulas, La Concordia, Sebaco, San Isidro.

La zona Semihúmeda para siembra de postrera: contempla las Sierras de Managua, Carazo, Masaya, Matagalpa, Júcaro, Jalapa, Jinotega y partes altas de Rivas. Y la zona húmeda para siembra de apante: comprende los municipios de Nueva Guinea, San Carlos, zonas montañosas de Matagalpa y Jinotega (Mena & Selmira, 2007).

4.1.1 Datos productivos de frijol en el país

La producción y los rendimientos del frijón son inestables, el área de siembra a nivel nacional ha variado entre 210 y 280 mil hectáreas (INTA, 2014) .

La producción de frijón ha mostrado una tendencia creciente, aunque en algunos casos irregular, en los últimos 10 años el rendimiento promedio nacional incrementó de 638 kg/ha a 830 kg/ha. La tendencia positiva que experimenta la producción se debe al aumento sustancial del área cosechada, sin embargo, el rendimiento por manzana no ha variado mucho en los últimos 10 años manteniéndose entre los 8 y 13 qq lo cual se deriva de la susceptibilidad del rubro a daños climáticos y plagas, como también de la falta de tecnificación y de manejo del cultivo (LA PRENSA, 2013).

4.2 Descripción del cultivo de frijol

El frijol común (*Phaseolus vulgaris*) es una planta anual, herbácea, pertenece a la familia de las fabáceas, es una especie que presenta una enorme variabilidad genética, con semillas de diversos colores, formas y tamaños que es preservada por los agricultores tradicionales de las zonas Centro y Norte del país (INTA, 2014).

4.2.1 Etapas Fenológicas de frijol

El cultivo de frijol presenta 2 fases, una vegetativa y otra reproductiva dentro de las cuales se encuentran diferentes etapas, la fase vegetativa va desde la V0 o germinación hasta la V4 o tercera hoja trifoliada, se presenta entre los 18 y 22 días después de la siembra, el frijol comienza a producir los brotes laterales que posterior se convierten en ramas principales donde se fijará la producción de vainas.

La fase reproductiva va desde la R6 o floración que ocurre entre los 28 y 38 días después de la siembra, hasta la R9 o madurez fisiológica, la cosecha en las variedades comerciales se realiza entre los 75 y 85 días después de la siembra (INTA, 2014).

4.2.2 Cosecha y postcosecha

La cosecha se considera el punto ideal de recolección para evitar daños o pérdidas de los granos ya sea por cosecha tardía o temprana. El frijol se arranca entre los 75 y 85 días después de la emergencia, la madurez fisiológica se puede determinar cuándo: las hojas de la planta están amarillas y secas, el grano alcanza el máximo peso y potencial germinativo, el contenido de humedad puede ser mayor al 28%, el ciclo vegetativo de la planta está completo según la variedad, las vainas de frijol cambian de color (INTA, 2014).

4.2.3 Recolección de las vainas

Esta actividad se hace de forma manual ya que en el país no existe cosecha mecanizada, se recogen cuando presentan una deshidratación del 70 %. Se procura hacer las recolecciones de las vainas en temporadas con condiciones climáticas secas, para el proceso de secado (Martínez, 2015).

4.2.4 Presecado de las vainas

Consiste en secar el grano cosechado en una condición óptima para el desgrane o trillado. Las alternativas tecnológicas recomendadas son variadas y entre las cuales se encuentra: Presecado en cordeles, Presecado en montón tapado con plásticos entre otros (INTA, 2014).

4.2.5 Desgranado de vainas

Es el procedimiento que se hace a partir de que las vainas de frijol presentan unas condiciones físicas adecuadas para ser sometidas a recolección, con una humedad del grano de 15% a 18%, para realizar este procedimiento hay dos maneras:

El aporreo de las vainas con un palo, el cual, al hacer varios impactos en toriles, lonas o plásticos, permitiendo que los granos queden libres de las vainas.

Otra manera es hacer pasar los granos por un elemento mecánico, técnica muy poco implementada en el país (Martínez, 2015).

4.2.6 Separación de granos y suciedades

Es la labor donde se garantiza las condiciones de higiene para el almacenamiento, se da de dos maneras: la primera forma consiste en separar manualmente cada uno de los granos de la cascara o suciedad. Otra forma es mediante la ventilación, sea mecánica o manual, el cual consiste en hacer pasar un flujo perpendicular a la masa de los granos (Martínez, 2015).

4.2.7 Secado de los granos

Consiste en reducir el contenido de humedad del grano para ser almacenado, es necesario reducir la humedad entre 13 a 15%, evitando daños por moho y ataques de insectos para almacenarlos más tiempo, se puede llevar a cabo mediante: el secado natural con exposición del grano al sol en plásticos, pisos de concreto o zarandas. El secado artificial es el método que se utiliza energía de combustión y métodos eléctricos o mecánicos (INTA, 2014).

4.3 Generalidades de la mecanización agrícola

En el campo agricultor la tecnología se vio implementada a partir de finales del siglo XIX, teniendo su auge en Europa y Estados Unidos, más adelante tuvo grandes desarrollos hacia el siglo XX, sin embargo, en la época actual en los países con menos desarrollo de tecnología la agricultura ha avanzado, pero es muy poca a comparación con la desarrollada en los países llamados potencias (Martínez, 2015).

4.3.1 Máquinas agrícolas

Una máquina es un conjunto de elementos móviles y fijos cuyo funcionamiento posibilita aprovechar, dirigir, regular o transformar energía o realizar un trabajo con un fin determinado.

Se agrupa bajo el concepto general de maquinaria agrícola toda la serie de máquinas y equipos que utilizan los agricultores en sus labores específicas. Una máquina agrícola es aquella que tiene autonomía de trabajo, funciona mediante un motor y mecanismos de transmisión (INTA, 2012).

4.3.2 Maquinas Desgranadoras de frijoles

Son máquinas que sirven para separar los granos del resto de la planta, se suele usar para el maíz, arroz, frijoles y también para todo tipo de granos secos, esta suele estar compuesta de: tolva para depositar o conducir los productos a desgranar, engranajes para hacer propiamente la labor de desgranado, accionamiento manual o a motor, conducción de salida que puede ser única o múltiples para separar los diferentes productos (Baltodano, 2013).

Existen varios tipos de desgranadoras de fríjoles, que van desde el desgranado a mano hasta los equipos manuales o a pedal y los accionados a energía. Las desgranadoras manuales o a pedal consisten en un embudo de alimentación y en un disco para el desgranado que gira por medio de una manivela. El grano se retira a medida que pasa a través de la máquina. La producción con este tipo de desgranadora oscila entre 20 y 100 kg. De grano / hora.

Las desgranadoras accionadas a energía y motor operan con cilindros rotatorios provistos de dientes, generalmente la eficiencia de trabajo es mayor que en máquinas manuales de desgrano de frijol (Troya, 2010).

4.3.3 Ventajas del desgranado mecánico

La velocidad del desgranado mecánico permite cosechar bajo condiciones ambientales adversas, los costos de desgrane mecánico por quintal son menores con respecto al desgrane manual, por su fácil operación pueden adaptarse a tracción animal para llevar las máquinas a la parcela, las zarandas y la criba permiten que el grano esté limpio haciendo más eficiente en tiempo y costos la cosecha, reduce la cantidad de mano de obra y por ende la inversión económica y esfuerzo físico humano (Granca & Pérez, 2013).

Permite poder trabajar durante un periodo prolongado con mayor eficiencia, permite la sustitución de operarios en tareas peligrosas para la salud, aborda la realización de tareas repetitivas y tediosas que implican tiempo y costos.

V. ESTADO DEL ARTE

El empleo de las maquinas va unido al desarrollo de la humanidad, y la agricultura no podía seguir un camino diferente. Las máquinas y equipos con funciones mecánicas combinadas, realizan un trabajo que sustituye o multiplica el esfuerzo del hombre. Utilizando una fuente de energía diferente del propio esfuerzo físico se incrementa notablemente la productividad del trabajo humano (Menbraño, 2007).

La realización de estado del arte de la mecanización agrícola, permite compartir y establecer comparaciones entre los componentes, ofreciendo diferentes posibilidades de comprensión del tema tratado (Londoño & Maldonado, 2014).

5.1 Maquinas industriales desgranadoras de frijoles

Tabla 1. Especificaciones de la desgranadora de frijol y maíz de grupo industrial 3 estrellas

Especificación	Modelo 34-82	Modelo 46-82
Ancho	2.70 mts. (106")	3.07 mts. (121")
Altura	1.95 mts (77")	1.95 mts. (77")
Peso Aproximado	1,000 kg.	1,200 kg.
Cilindro Desgranador	.25 x .85 m	.38 x 1.17 m
Criba	.91 m x 2.08 m	1.22 m x 2.08 m
Abanico Limpiador	.53 m x .89 m	.53 m x 1.18 m
Abanico Descargador	.46 m x .89 m	.46 m x 1.18 m
Rendimiento de frijol	1,200 - 1,800 kg/h	1,500-2,000 kg/h

5.1.1 Trilladora combinada Moderna John Deere

Control hidráulico de altura del molinete, control hidrostático de velocidad del molinete y carro de transporte, alimentación a través de un acarreador de 3 cadenas con paletas transversales metálicas en forma de T.

Trilla mediante cilindro de 610 mm de diámetro y 1300 mm de ancho, 8 barras trilladoras, superficie de trilla de 0,77 m², limpieza realizada por zaranda y ventilador con un régimen entre 550 y 1250 rpm.

Motor John Deere, 6 cilindros, 6,8 litros, turbo, 180 hp, transmisión mecánica, 4 marchas de avance y 1 de retroceso, tanque de granos con capacidad de 4800 litros y capacidad de descarga de 3180 litros por minuto.

Cabina insonorizada, aire acondicionado y calefacción, instrumental de control y monitores electrónicos completos y asiento para acompañante.

Tabla 2. Especificaciones de la trilladora para frijol John Deere modelo 48-80

Toma de fuerza	13/8
Revoluciones	De 350 a 540 RPM
Tolva	500Kg
Avances de trabajo	500 A 750Kg por hora
Medida del tamiz o criba	122 cm X 152 cm

Tabla 3. Especificaciones de la trilladora John Deere modelo 350

Tolva	350Kg
Avances de trabajo	300 A 400 Kg/hora
Capacidad del tractor	45 HP PTO
Revoluciones	De 350 a 540 RPM
Cantidad de tamiz	2
Medida del tamiz o criba	92 cm X 152 cm

5.2 Maquinas semi industriales desgranadoras de frijoles

Tabla 4. Especificaciones de la trilladora B-150

Características Técnicas		
Especificaciones	B-150	B-150 Micro
Peso (kg)	460	470
Largo (cm)	312	477
Ancho cilindro (cm)	43,7	43,7
Altura (cm)	201	164
Área Tamiz (cm ²)	4.657	4.657
Área Saca-paja (cm ²)	9.359	9.359
Distancia entre Ejes (cm)	189	-
Motor Eléctrico Indicado	10 cv	Micro tractor
Motor Gas./Diésel Indicado	10 a 12 cv	Micro tractor
Dientes del Cilindro en Acero Forjado	45	45
Rendimiento qq/hora	2.5	

(Maqtron, 2014)

Tabla 5. Especificaciones de la desgranadora de frijol y maíz Vencedora Maqtron modelo B-380

Características Técnicas		
Especificaciones	B-380 (con plat.)	B-380 (sin plat.)
Peso (kg)	630	530
Largo (mm)	2.650	2.560
Ancho (mm)	1870	1.870
Altura (mm)	1.680	1.680
RPM	800 a 900	800 a 900
Rendimiento qq/hora	2.1-3.6	

(Maqtron, 2014)

Tabla 6. Especificaciones de la desgranadora de frijol y maíz Vencedora Maqtron modelo B-340

Características técnicas	
Modelo	B-340
Peso (kg)	360
Largo (mm)	2.350
Ancho (mm)	1.710
Altura (mm)	1.470
RPM	800 a 900
Rendimiento qq/hora	1.6-2.1

(Maqtron, 2014)

5.3 Maquinas artesanales desgranadoras de frijoles

5.3.1 Máquina manual de aletas para el desgrano de frijoles

Es una máquina que trabaja manualmente, la cual consta de una estructura de transmisión de potencia y otra de trabajo. La estructura de transmisión de potencia consta de una manivela y de cuatro ejes que se encargarán de transmitir la potencia suministrada por el operario, a los distintos elementos de la estructura de trabajo.

La Estructura de trabajo, divide en: primer sector: donde agrega las vainas secas de frijol, el segundo sector es un tambor colocado en posición vertical, en la cual van colocadas treinta y dos aletas de metal fijas y un rotor con veinte aletas de metal móviles que van separadas y entrecruzadas con las aletas fijas de tal manera que actúen como una escardilla que golpea y abre las vainas secas para liberar los frijoles. En el tercer sector, la vaina como el grano cae bajo la acción de la gravedad y se aceleran por efecto del golpeteo cayendo de un conducto de transporte a un conducto de separación, con lo cual se mejora la calidad. La tasa de alimentación aproximada es de 500 y 323 gr. / min. Y masa de granos cáscaras sin desgranar de 40 gr (Troya, 2010).

5.3.2 Sistema automático de secado y desgrane de frijol

Las funciones que presta el triturador es que mediante una superficie blanda y con orificios en toda la circunferencia, permita que la cascara de las vainas al estar en un estado frágil por su baja humedad, se desintegre por el contacto generado entre las vainas al pasar en medio de dos tambores, las revoluciones de los tambores sean bajas y así se dé lugar a la trituración de cada una de las vainas.

Para eliminar toda suciedad que pueda estar presente entre los granos de frijol, en el diseño se decide usar una moto-ventilador, el cual con un flujo de aire preestablecido ayude a quitar toda suciedad liviana que pueda haber (Martínez, 2015).

5.3.3 Máquina Innovadora Artesanal Desgranadora de Frijoles MIADF

Es una máquina que sirve para separar los granos del resto de la planta, consiste en un rediseño que presenta mejoras en cuanto a funcionalidad y eficiencia la cual permite desgranar de 12.5 qq de frijol por hora con el mecanismo eléctrico y 4.28 qq por hora con el mecanismo manual como fuente de energía, en búsqueda de una máquina ecológicamente viable, funcional y segura que permita al productor realizar y facilitar el proceso de post cosecha, pero no solamente se trata de que realizar la labor de desgranado, si no que incorpora la conducción de salida múltiples para separar los granos de los desperdicios reduciendo el tiempo, esfuerzo y costo de la cosecha de frijol.

Tabla 7. Características de MIADF

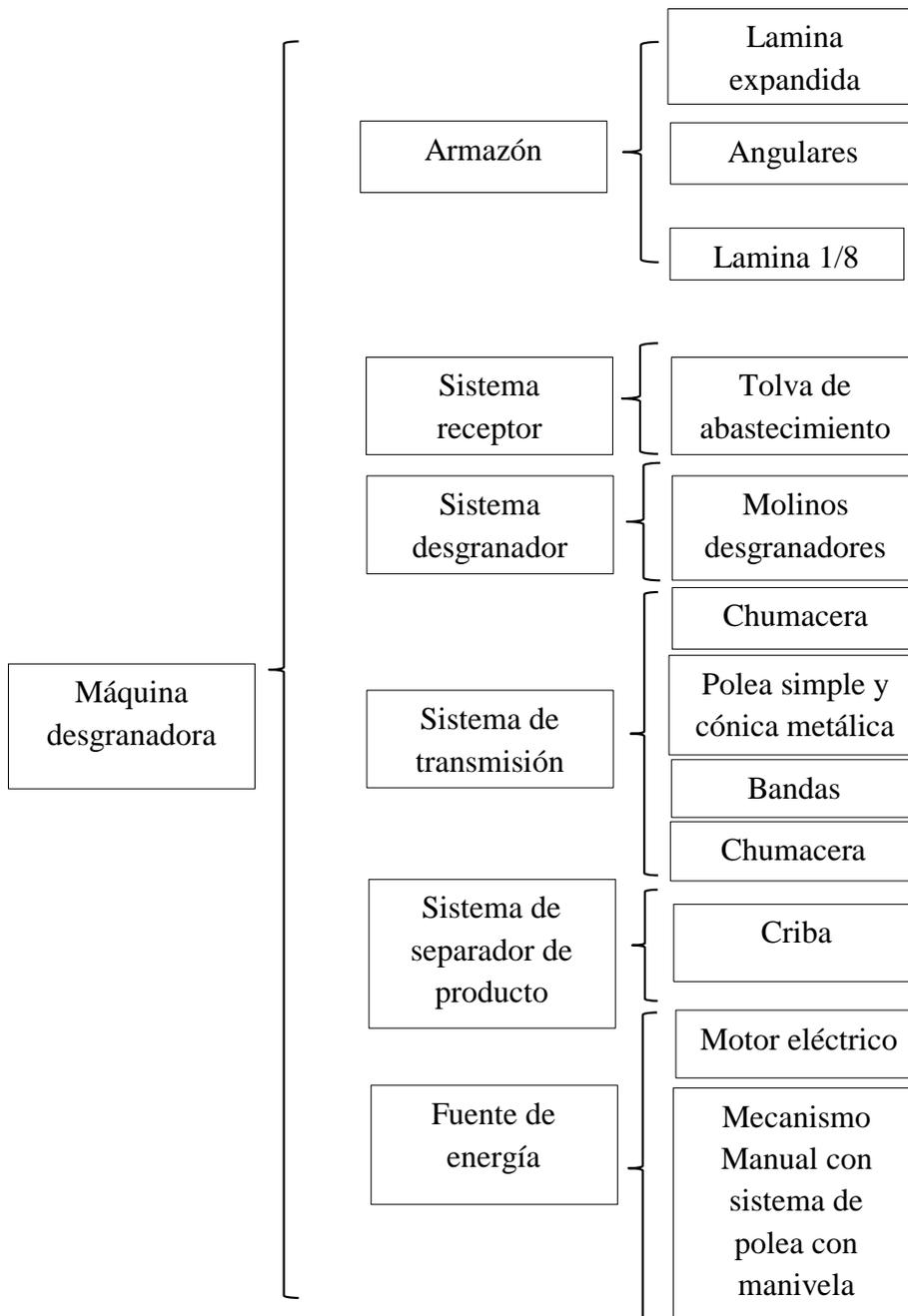
Especificación	Cantidad	Unidad de medida
Alto de frente	1.37	M
Alto trasero	1.37	M
Ancho	35	Cm
Largo	1.9	M
Ancho de Boca de abastecimiento	50	Cm
largo de Boca de abastecimiento	71	Cm
Cinta transportadora	27	Cm
Distancia a polea manual	50.8	Cm
Distancia a polea con motor eléctrico	55.8	Cm
Pin del molino desgranador	25.4	Cm
Ancho del molino desgranador	27	Cm
Cantidad de pines por molino desgranador	12	Unidades
Distancia entre pines	5	Cm
Distancia entre el limpiador del molino desgranador	5	Cm
Distancia entre chumaceras	20.32	Cm
Diámetro de la polea pequeña	11.43	Cm
Diámetro de la polea grande manual	50.8	Cm
Diámetro de la polea grande con motor eléctrico	11.4	Cm
Peso promedio de la maquina	45	Kg
Ancho de criba para separar el grano	42	Cm
Alto de criba para separar el grano	15	Cm
Ancho de cinta receptora de grano	42	Cm
alto de cinta receptora de grano	20	Cm
Polea de reducción	28	Cm
Rendimiento de frijol Kg/hora con operación manual	190.9 kg/hora	
Rendimiento de frijol Kg/hora con operación de motor eléctrico	568.28 Kg/hora	

(Anexo, ilustración 4)

VI. DISEÑO

6.1 Composición estructural de la máquina desgranadora mejorada (MIADF)

El rediseño de la máquina desgranadora de frijoles, combina sistemas y elementos mejorados, que permiten un mejor desarrollo de la actividad post cosecha del frijol en campo, a continuación, se describen los componentes de la máquina desgranadora:



VII. MATERIALES Y METODOS

7.1 Ubicación geográfica

El presente trabajo se llevó a cabo en la comunidad “Sabana Grande” ubicada en el municipio de Jícaro departamento de Nueva Segovia, ubicado en la parte norte de Nicaragua, ocupando el extremo central este del departamento de Nueva Segovia. Sobre las coordenadas 13 ° 40 '0 "N, 86 ° 10' 0" Occidente a 270 km de la capital limitando al Norte: Con Arenales, Sur: Con Susucayan, Este: Con El Espino y al Oeste: Con Apali.

Su topografía es irregular, con elevaciones que varían desde los 580-1100 msnm. El clima del municipio, es de sabana Tropical con temperaturas que oscilan entre los 23 y 24° C, con una precipitación pluvial que varía desde los 1,200 a los 1,400 mm anuales.

7.1.1 Micro localización

El ensayo se realizó en la parcela del señor Ángel Gabriel Zarante Merlo ubicada a 6 kilómetros al suroeste de Susucayan, la parcela consta de un área total de 25 manzanas, colindando al norte con: Simón Rayo, al sur con: Martin Zarante Méndez, al este con: Luis Gámez y al oeste con: Esteban Zarante Merlo.

7.2 Ensayo en campo

Las pruebas de la máquina artesanal original se realizaron el día 1 y 3 de diciembre de 2015. La máquina fue llevada a la parcela de frijoles del señor Gabriel Zarrantes, durante la puesta en marcha identificamos que la movilización es dificultosa resultando un inconveniente al llevarla a campo por lo que decidimos movilizarla por componentes.

La máquina ya ensamblada en el campo fue asegurada al suelo para evitar sus movimientos laterales debido a la vibración del motor, cada cierto periodo de tiempo la máquina fue detenida para verificar el estado de su estructura. El tiempo de desgranado fue de 1 hora continua en cada una de las pruebas, se procedió a la eliminación de los residuos vegetales (limpieza y despolvoreado) y a la recolección de los datos relevantes obtenidos en las pruebas para analizarlo.

Las pruebas de la máquina MIADF fue llevada a cabo en la parcela de grano básico de UCATSE el día 20 de mayo de 2016, se contó con herramientas para la inspección preventiva y para ajustes y cambio de componente para la transición de acción eléctrica a modo manual.

La máquina fue ubicada en la esquina sureste de la parcela con buena ventilación y acceso a los manojos de frijol, estos a su vez fueron depositados de a poco por la entrada de la máquina, ubicada en la parte superior de la misma la cual arrastra por gravedad el manajo produciendo el desgrano de las vainas, el tiempo de desgranado fue de 1 hora continua en cada una de las pruebas, se ubicaron sacos de 100 libras en la salida del grano para posteriormente tomar los datos relevantes durante el desgranado para su análisis.

Tabla 8. Definición de las Variables de estudio

Variable	Descripción conceptual	Unidad de medida	Instrumento
Rendimiento	Cantidad de frijol desgranado por la máquina en un periodo de tiempo	qq/hora	Hoja de campo
Impurezas	Cantidad de residuos que pasan los sistemas de limpieza del grano y llegan hasta el qq desgranado	Lb/ qq desgranado	Hoja de Campo
Fallos presentados	Cantidad de intervenciones en el proceso de desgrane por aspectos mecánicos	Fallos/hora	Hoja de campo
Grano quebrado	Daño causado a una cantidad específica de granos por acción de la máquina en el proceso de desgranado	Lb de grano quebrado/qq desgranado	Hoja de campo
Granos en desperdicios	Cantidad de granos que permanecen en las vainas o desperdicios que no son desgranados por la máquina.	Lbs/ qq desgranado	Hoja de campo

Variable	Descripción conceptual	Unidad de medida	Instrumento
Confort y seguridad del operario	Grado de satisfacción del operario al realizar el proceso de desgranado con la máquina.	Escala de Likert	Entrevista
Análisis Económico	Inversión económica para la elaboración de la máquina	–	–

7.3 Tratamientos

El ensayo consistió en tres tratamientos, estos se definieron como:

Máquina 1: desgranadora modelo original (propuesto por el productor)

Máquina 2: rediseño a tracción de motor

Máquina 3: rediseño a tracción manual

7.4 Diseño experimental

El diseño experimental fue un Diseño Completo al Azar, conformado por tres tratamientos y cuatro repeticiones (3 x 4).

7.5 Técnica o instrumento para la recolección de los datos

Una vez diseñada y construida la máquina desgranadora de frijoles se realizaron las pruebas necesarias para la evaluación, en las cuales se utilizó la hoja de campo, que contiene las variables cuantitativas con sus indicadores a observar, posteriormente se realizó la matriz de resumen que contiene los datos de las pruebas realizadas, con el fin de tener una medición objetiva de datos obtenidos de las pruebas realizadas, los cuales posteriormente fueron analizados estadísticamente para poder dar explicación a los resultados.

Para la variable confort y seguridad del operario se realizó una evaluación participativa, la cual conto con productores de frijol de la comunidad de Sabana Grande, donde se midieron los atributos de la máquina mediante una escala de Likert.

7.6 Procedimiento para el análisis de resultados

El procesamiento de los datos se realizó, mediante un análisis estadístico con el programa estadístico InfoStat versión 10, que es un software para análisis estadístico de aplicación general desarrollado bajo la plataforma Windows. Con este programa se le realizó a los datos, análisis de normalidad con la prueba de Shapiro- wilks modificado. A los datos que presentaron normalidad se les realizó un análisis de varianza ANOVA con la prueba de separación de medias de Duncan ($p < 0.05$) para los datos que no presentaron normalidad se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (Anexo 1).

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento del equipo (qq/hora)

En cuanto al rendimiento qq/hora la importancia de esta variable es conocer la cantidad de frijol que son capaz de desgranar las máquinas en ese periodo de tiempo para posteriormente tener referencia sobre la eficiencia de las máquinas. El rendimiento promedio de desgranado varía según los rendimientos productivos de las parcelas, cuanto mayor volumen productivo o mayor rendimiento del frijol mayor será la cantidad desgranada en el lapso de tiempo.

Rendimiento de la máquina 1

Según las cuatro pruebas realizadas la máquina 1 obtuvo una media de eficiencia de 8.4 qq en el periodo de tiempo de una hora, cuando las matas de frijol presentaban condiciones idóneas para el proceso de desgranado con 18 a 20% de humedad.

Rendimiento de la máquina 2

La máquina 2 con el mecanismo eléctrico, teniendo menor tamaño que la máquina 1 presento una media de eficiencia de 12 qq en el periodo de 1 hora en dos de las cuatro pruebas realizadas las matas de frijol aun presentaban humedad mayor al 20% lo cual influyo en el desgranado ya que no se podía saturar u obstruir la máquina por sobrealimentación.

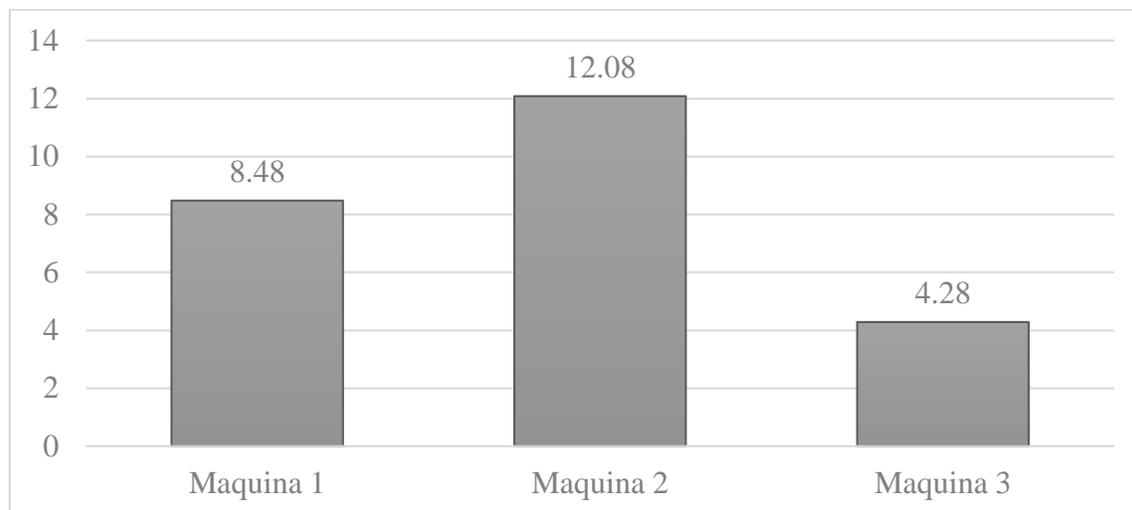


Figura 1. Rendimiento de máquinas (qq/hora)

Rendimiento de la máquina 3

En cuanto a la máquina 3, basada en el mecanismo manual, realizadas las pruebas presento una media de eficiencia de 4.2 qq en el periodo de 1 hora, en dos de las cuatro pruebas realizadas las matas de frijol aun presentaban humedad mayor al 20% lo cual influyo en el desgranado, la cantidad de interrupciones con este mecanismo, es mayor ya que el operario necesita un periodo de descanso.

Según Baltodano (2013) en la demostración práctica de trilladora de frijoles presento una eficiencia de 12 qq de frijol en un tiempo de 1:02 minutos, con una interrupción e de 6 minutos (la máquina se obstruyó una vez por acumulación de residuos húmedos). Las matas de frijol estaban húmedas, pero bastante limpias.

Cantidad de Impurezas (Lb/qq D)

En cuanto a cantidad de impurezas la importancia de esta variable es identificar la cantidad de residuos que pasan los sistemas de limpieza del grano y llegan hasta el qq desgranado para tener referencia sobre la eficiencia de separado de grano y desperdicio de las máquinas.

Según las cuatro pruebas realizadas a las maquinas, la que presenta mayor número de impurezas es la máquina 1 con una media de 106.2 lb/qq desgranado, la máquina no cuenta

con sistema de separación de grano y desperdicio, su función es únicamente la de desgrane, por otra parte, la máquina dos con sistema de limpieza reduce considerablemente la cantidad de desperdicios con una media de 24.9 lb/qq desgranado este peso corresponde principalmente a material vegetal que es triturado por los molinos y pasa por la criba de separación.

Tabla 9. Prueba de Kruskal Wallis para la variable cantidad de impurezas

Variable	Maquina	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
C de Impurezas (Lb/qq D)	1.00	4	106.25	7.46	106.50	9.55	0.0003
C de Impurezas (Lb/qq D)	2.00	4	27.90	1.71	27.90		
C de Impurezas (Lb/qq D)	3.00	4	24.30	2.22	25.20		

En el caso de la acción manual permite el paso de impureza con una media de 24.3 lb/qq desgranado, en relación a la cantidad desgranada por esta máquina es alto comparando también con la máquina 2, el motivo es que las vibraciones generadas por el motor en la máquina 2 permiten el desalojo más rápido de los desperdicios, acción que no ocurre de la máquina tres permitiendo el paso de las impurezas por la criba.

Fallos presentados por hora

La máquina 1 por sus componentes y el estado de su estructura presenta más fallos en el proceso, debido a que se debe estar revisando y ajustando los componentes móviles y fijos durante el desgranado. En el caso de la máquina 2 y 3 (motor y manual) por ser una estructura metálica, y con piezas prefabricadas, presenta más resistencia al trabajo prolongado sin interrupciones.

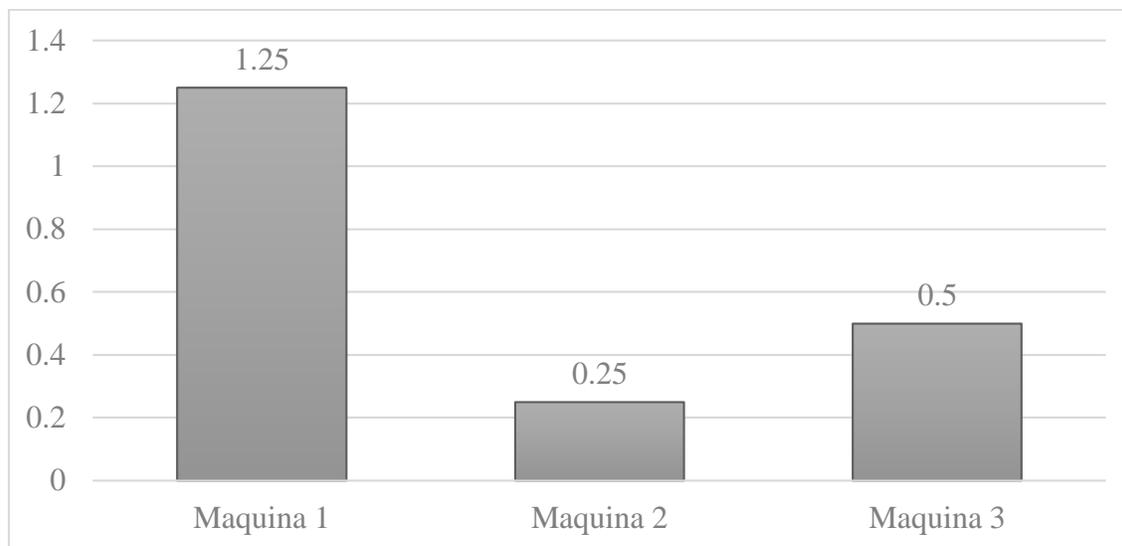


Figura 2. Fallos presentados por hora

Cantidad de grano quebrado/qq desgranado

Esta variable juega un papel importante dentro del proceso de desgranado mecanizado ya que se busca la obtención de un buen grano de frijol, de acuerdo a las pruebas realizadas la máquina 2 (con motor eléctrico) presentó los niveles más altos de grano quebrado con una media de 7.2 lb/qq desgranado, en este caso el frijol utilizado para las pruebas presentaba exceso de exposición al sol lo que provocó la pérdida de humedad, por tanto, presentaba menor que el 16%. Cuando el frijol entro en contacto con los molinos que giraban a altas revoluciones por acción del motor este era quebrado.

Por opinión y experiencia de los productores con los que se realizó esta prueba, comentaron que aun en el proceso de desgranado manual (aporro), el frijol en este tipo de condiciones también es quebrado.

En el caso de la máquina 1 también presentó cantidad de grano quebrado con una media de 1.3 lb/qq desgranado, con la diferencia a la máquina dos que para estas pruebas se realizó con frijol en condiciones idóneas para llevar a cabo el proceso de post cosecha.

La máquina 3 (acción manual) no tuvo ningún inconveniente sobre granos quebrados en ninguna de las pruebas, ya que con este mecanismo se genera menos revoluciones por ende

el impacto que recibe la vaina es menor que en las maquinas anteriores, evitando quebrar el grano durante el desgranado.

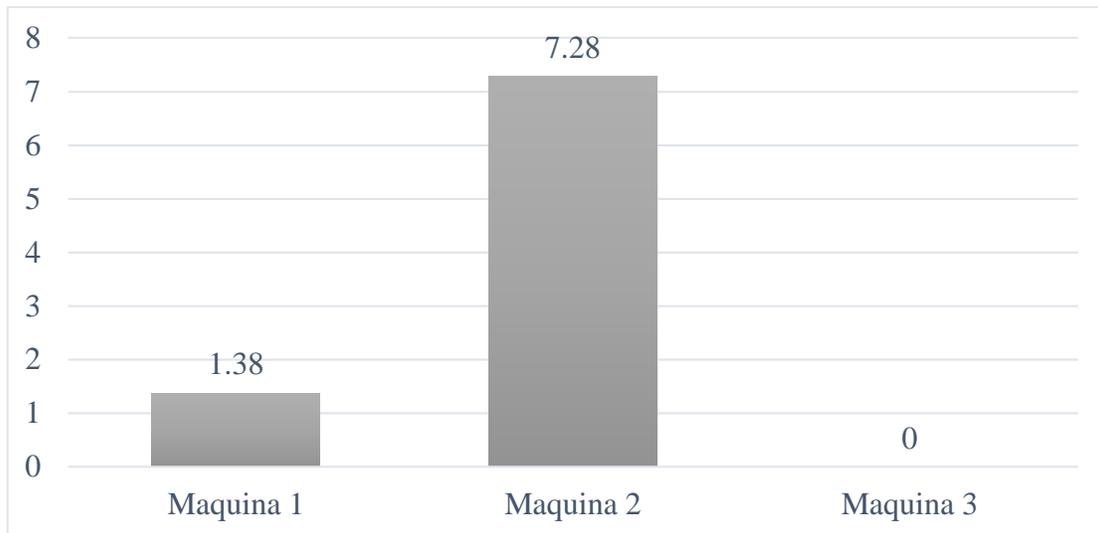


Figura 3. Cantidad de grano quebrado/qq desgranado

Granos en desperdicios

La importancia de esta variable radica en identificar la cantidad de granos que permanecen en las vainas o desperdicios que no son desgranados por la máquina para tener referencia sobre la eficiencia de desgranado de las máquinas.

En las pruebas realizadas las maquinas presentan valores menores a una libra/qq desgranados, presentado la media más alta 0.60 lb/qq desgranado, la máquina 2, en dos de las pruebas realizadas el frijol presento humedad mayor al 20% lo que dificultaba la extracción del grano de las vainas los cuales pasaban por los sistemas con partes sin desgranar.

Con la máquina 1 no se presentaron vainas sin desgranar, en las pruebas realizadas con esta máquina el frijol presentaba condiciones idóneas para el proceso de desgranado mecánico. La máquina 3 presento una media de 0.38 Lb sin desgranar/qq desgranado, al igual que en la máquina dos las pruebas se realizaron con frijol que presentaba mayor del 20% de humedad dificultado la extracción del grano de las vainas.

Tabla 10. Prueba de Kruskal Wallis para la variable granos en desperdicios

Variable	Maquina	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Granos en desperdicios (Lb)	1.00	4	0.00	0.00	0.00	1.86	0.4182
Granos en desperdicios (Lb)	2.00	4	0.60	0.85	0.30		
Granos en desperdicios (Lb)	3.00	4	0.38	0.45	0.30		

Confort y seguridad del operario

Según las entrevistas realizadas a los productores con las que se realizaron las pruebas de campo la máquina 2 y 3, supera a la máquina 1, es una máquina confiable en los componentes y materiales con los que está elaborada, una estructura metálica más rígida que la de madera de su antecesora, la vida útil de su estructura móviles desgranadoras que representan el componente central de la máquina es más larga, a diferencia de la máquina 1 con piezas artesanal.

Expresaban la capacidad de movilización a campo, ya que la máquina dos y tres se tiene la facilidad de desarmado para su transporte, e incluso los componentes juntos resultan factibles de llevar a campo.

Tomaron en consideración la cantidad o rendimiento desgranada por hora se inclinaron por la que hizo más en el lapso de tiempo (máquina 2), pero también consideraron importante la cantidad de grano quebrado, se discutió la razón de por qué la máquina quebró la cantidad de frijol y se tomó en cuenta para definir un aspecto importante en el proceso post cosecha mecanizado. Otro dato relevante que se identificó interés que mostraban por la separación del grano del desperdicio, según el trabajo realizado por la máquina consideraron que necesitaría de dos 2 a 3 procesos de limpieza (despolvoreado) para tener a disponibilidad de utilizar el grano.

Consideraron que la acción manual juega un papel importante cuando no se dispone de motor, la cantidad de frijol desgranado con esta forma de operación es mayor a la generada por una persona en el mismo lapso de tiempo, resultando una alternativa viable para ejecutar el proceso post cosecha.

Tabla 11. Análisis Económico

Concepto	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3
Compra	7,500	12000	12000
Ingresos			
Costo de servicio/ quintal	15	15	5
Rendimiento/ hora	8 qq/hora	12.5 qq/hora	4 qq/hora
Horas / día	6	6	8
Días/año	20	20	30
Quinales desgranados / ciclo	480	750	480
Quinales desgranados / año	960	1300	960
Sub-total	14,400	19,500	4,800
Egresos			
Movilización/ día	100	100	0
Costo de tracción	250	200	0
Operarios/ día	260	260	0
Días/año	20	20	0
Depreciación	675	1080	1080
Sub-Total	12,875	12,280	1080
Gran total Ingreso-egresos	1,525	7,220	3, 720

Concepto	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3
Costo de la maquina	7500	12000	12000
Beneficio por servicio anual	1,525	7,220	3,720
Deuda del costo de compra después del primer año	5,975	4,780	8,280

El costo de compra de la máquina 1, es de 7,500 C\$ por los materiales con que fueron elaborados sus componentes, según los cálculos realizados para la comunidad de Sabana Grande, desgranando un total de 960 qq/año a un precio de 15C\$ por quintal y restando los costos operacionales, se ingresan 1525C\$ por año.

En cuanto a la máquina 2, las mejoras en estructura y diseño aumentan en el costo de esta, a 12000 C\$ pero su eficiencia es mayor con respecto a la máquina uno, por lo tanto, desgranando un total de 1300 qq/año a un precio de 15C\$ por quintal restando los costos de operación, se ingresan 7220 CS por año.

Ambas maquinas además del beneficio económico que generan el productor por año, agiliza su proceso pos cosecha en la parcela y disminuye los gastos generados por la manera tradicional (aporreo y limpieza del grano).

En el caso de la máquina 3, es una alternativa económicamente de la máquina 2, en este caso podemos plantear que, si un productor necesita el servicio de desgrane asumiendo por su cuenta los gastos operativos, la máquina puede ser alquilada a un precio de 5 C\$ por qq/desgranado, dando por hecho que la máquina desgrana un total de 4800 qq por año en la comunidad de Sabana Grande se obtendría un ingreso anual de 3720C\$.

Los precios del servicio de desgrane por quintal se tomaron como referencia del costo de desgrane establecido en la práctica de máquina trilladora en Cárdenas Nicaragua en el 2013.

Tabla 12. Costo por quintal desgranado

Concepto	Máquina 1	Máquina 2
Depreciación	1.84	2.95
Movilización/ día	100	100
Costo de tracción	250	200
Operarios/ día	260	260
Total	611.84	562.65
Total de qq desgranados por día	48	75
Costo/qq C\$	12.74	7.50

Con el uso de la maquina desgranadora 1 se pueden desgranar hasta 48 qq de fríjol en un día a un costo de 611.52 C\$ en la comunidad Sabana Grande. Con el método tradicional del aporreo se requiere aproximadamente una jornada de 12 horas y 6 personas a un costo de 1,518 C\$ para desgranar esta misma cantidad de fríjol.

Con el uso de la maquina desgranadora 2 se pueden desgranar hasta 75 qq de fríjol en un día a un costo de 563 C\$ en la comunidad Sabana Grande. Con el método tradicional del aporreo se requiere aproximadamente una jornada de 18 horas y 6 personas a un precio de 2, 372 C\$ para desgranar esta misma cantidad de fríjol.

IX. CONCLUSIONES

Se observó alta eficiencia de la máquina rediseñada en sus dos modos de operación (M1 y M2) con respecto al modelo original (propuesto por el productor) en cuanto a ahorro de tiempo, reducción de costos de desgrane y reducción del tiempo para la obtención de frijol limpio. La máquina rediseñada es más eficiente que el modelo original ya que lleva a cabo mayor cantidad de desgranado en el mismo lapso de tiempo.

En caso de operación de la máquina con mecanismo manual no hay riesgo de que se produzcan los daños anteriormente mencionados, el sistema produce mayor cantidad de desgranado que un obrero en un lapso de tiempo. La máquina trabaja eficientemente con la energía y movimiento generado por una persona.

La estructura, eficiencia y seguridad de la máquina rediseñada son razones por la cuales los productores consideran satisfactoria la utilización de la máquina para el proceso post cosecha del cultivo de frijol. Se considera que representa la adopción de una tecnología para la agricultura tradicional.

En cuanto a los aspectos financieros muestran que en el periodo productivo de un año de la comunidad de Sabana Grande la máquina uno puede generar 1,525 C\$, la máquina dos 7,220 C\$ y la máquina tres 3, 720 C\$, en caso de que se genere el servicio de post cosecha en la comunidad. En cuanto al costo por quintal desgranado con la máquina 1 es de 12.74 C\$ y con la máquina 2 es de 7.50 C\$.

X. RECOMENDACIONES

Para el correcto funcionamiento de máquina rediseñada se considera que el frijol debe presentar un valor de humedad entre 16 y 18 % para mejorar la capacidad de trabajo.

Las revoluciones por minuto generados por el motor, así como la regulación de estas, juegan un papel esencial para evitar que el grano sea quebrado por los molinos de la máquina. no es correcto aumentar las revoluciones en búsqueda de aumentar la cantidad de qq desgranado por hora o agilizar el proceso de desgranado ya que este caso el grano sufrirá daños generando pérdidas. Para evitar daños al grano es recomendable trabajar a 390 rpm.

Antes de accionar la máquina verificar que todos sus elementos estén correctamente ubicados y con el ajuste adecuado. Inspeccionar el interior de la máquina para evitar la presencia de elementos que impidan el correcto funcionamiento de la máquina desgranadora.

Tomar en cuenta las recomendaciones en cuanto a mantenimiento que se detallan en el manual de la máquina, de esta manera lograr mayor tiempo de vida útil en la máquina desgranadora.

El presente trabajo profesional, puede servir como referencia para que futuras trabajos que permitan, mejorar la eficiencia. En cuanto a mejoras que se podrían realizar a futuros modelos estarían: El ensanchamiento de la boca de abastecimiento, La altura de la máquina podría disminuir entre 10 y 15 cm, la polea cónica más grande para disminuir las rpm, adaptar un ventilador al sistema separador de impurezas, cribas de separación, al sistema manual adicionarle un selector en la manivela para evitar posibles golpes al operario.

XI. BIBLIOGRAFIA

- Arias Restrepo, J. H. (2007). BPA en la producción de Frijol Voluble. Medellín-Colombia: FAO.
- Baltodano, S. (2013). Informe técnico de uso de trilladora de frijoles en el municipio de cardenas. Cardena: IICA.
- FUNICA. (2013). Análisis de la cadena subceptorial del frijol.
- Granca, D., & Perez, j. (2013). Tecnología de Bajo Costo. Managua.
- INTA. (2012). Maquinas y Herramientas para la Agricultura Familiar. Managua-Nicaragua: INTA.
- INTA. (2014). Guía técnica del cultivo de frijol. Managua-Nicaragua.
- INTA. (2014). Manejo postcosecha de granos básicos en finca. Managua-Nicaragua.
- INTA; PMA. (2012). Promoción del uso de tecnologías para reducir pérdidas post cosecha en el cultivo de frijol, desgrane y trillado de forma mecanizada. Managua-Nicaragua: INTA.
- LA PRENSA. (2013). Producción de frijol en Nicaragua. Managua : LA PRENSA.
- Londoño, O., & Maldonado, L. (2014). Estado de Arte. Bogotá.
- Maqtron, V. (2014). Catálogo de máquinas trilladoras.
- Martínez, J. M. (2015). Diseño de Sistema Automático para Secado y Desgrane del Frijol. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Mena, T. P., & Selmira, F. (2007). Informe de Cadena Del Fijol en Nicaragua. Managua-Nicaragua.
- Menbraño, R. J. (2007). Maquinaria e Implementos Agrícolas. INATEC.
- Reyes, E., & Cortez, H. (2011). Descripción de técnicas de manejo artesanal de cosecha en la producción de semilla de frijol en la cooperativa comulcas R. L. Posoltega: UNA.
- Troya, H. (2010). Diseño y construcción de una máquina manual de aletas para desgranar frijoles. Caracas-Venezuela.

XII. ANEXOS

Anexos 1. Resultados ANOVA

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Fallos	12	0.46	0.35	79.06

Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.17	2	1.08	3.90	0.0603
Maquina	2.17	2	1.08	3.90	0.0603
Error	2.50	9	0.28		
Total	4.67	11			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.2778 gl: 9

Maquina	Medias	n	E.E.	
2.00	0.25	4	0.26	A
3.00	0.50	4	0.26	A B
1.00	1.25	4	0.26	B

Anexos 2. Shapiro-Wills (modificado)

Variable		n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO_Rendimiento	(qq/h)	12	0.00	0.69	0.94	0.6180
RDUO_C de Impurezas	(Lb/qq)	12	0.00	4.16	0.94	0.6311
RDUO_Grano quebrado	(Lb/qq)	12	0.00	1.63	0.86	0.0883
RDUO_Granos en Des	(Lb/qq D)	12	0.00	0.50	0.88	0.1720

Anexos 3. Hoja de campo

Fecha: ___/___/2016

Lugar: _____

Nombre de la parcela: _____ Lote _____

Rendimiento estimado del lote: _____ qq/Mz

Numero de prueba	Variable	Máquina 1	Máquina 2
	Rendimiento qq/hora		
	Fallos presentados por hora		
	Cantidad de Impurezas		
	Cantidad de grano quebrado/qq desgranado		
	Granos en desperdicios		
	Confort y seguridad del operario		

Anexos 4. Hoja de resumen de datos

Variable _____

Fecha _____

Maquina	P1	P2	P3

Anexos 5. Entrevista para variable confort y seguridad del operario

Fecha: ____/____/2016

Nombre del entrevistado: _____ Edad: ____ años

Comunidad: _____ Municipio: _____

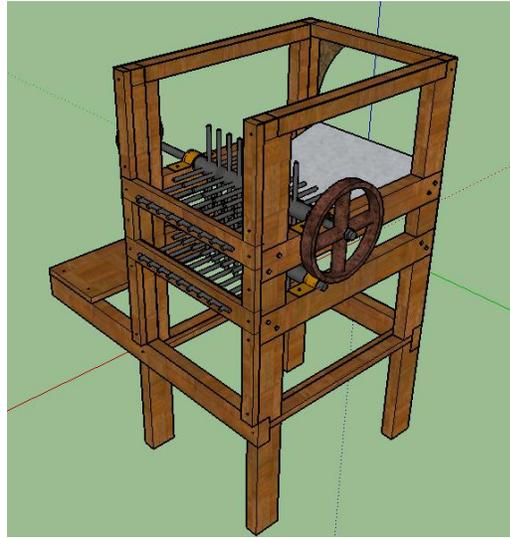
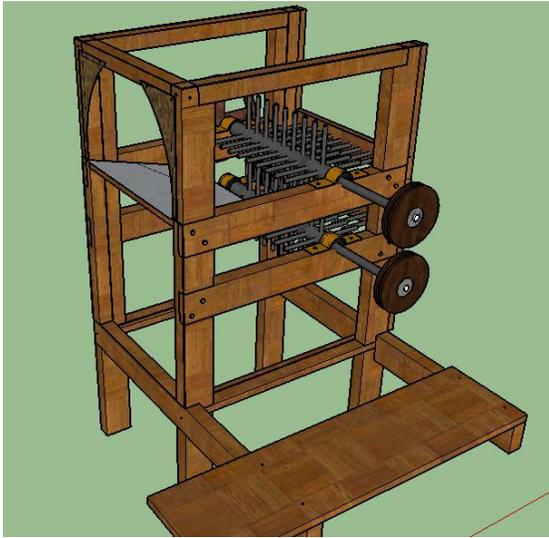
ítem	Pregunta	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
1	¿Considera que la máquina es eficiente en la labor de desgrane y limpieza del frijol?					
2	¿Considera que reduce el tiempo y esfuerzo de trabajo?					
3	¿Cree que la máquina es fácil de utilizar en campo?					
4	¿Considera que la máquina es segura durante el proceso de desgrane de frijol?					
5	Considera viable la inversión en la máquina desgranadora.					

Anexos 6. Presupuesto por piezas de la maquina

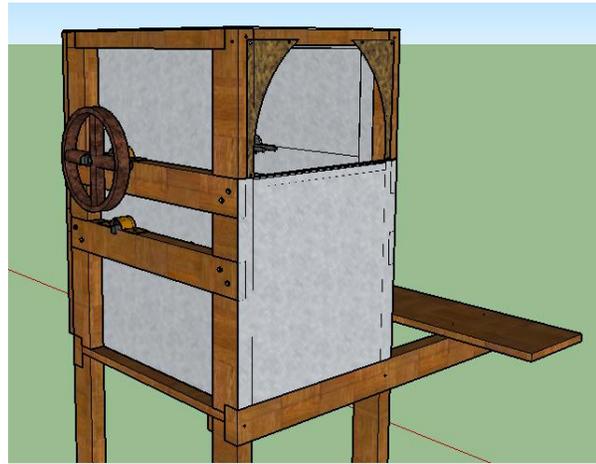
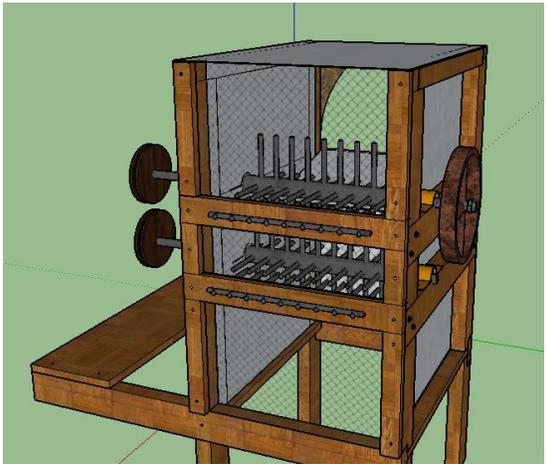
Material	Unidad de medida	Precio unitario	Cantidad	Total C\$	Total \$
Placa metal	Lamina mm	1400	1	1400	49.4699647
Lamina	Metro	200	2	400	14.1342756
Angular	pulgada	520	3	1560	55.1236749
Hierro varilla	quintal	1200	¼	300	10.6007067
Soldadura	libra	70	1 ½	105	3.71024735
Perno	pulgada	2	83	166	5.86572438
Balinera	pulgada	450	6	2700	95.4063604
Barra solida	varilla	120	1	120	4.24028269
Banda	pulgada	176	3	528	18.6572438
Polea	unidad	1050	4	4200	148.409894
Rodaje	ruedas	150	3	450	15,9010601
Manivela	Unidad	300	1	300	10.6007067
Gran total				12, 229	432.120141

Costo de la maquia por componentes			
Componente	Cantidad de piezas	Total C\$	Total \$
Armazón	4	2281	80.6007067
Sistema de transmisión	4	5148	181.908127
Sistema desgranador	1	300	10.6007067
Forrado y protección	3	4500	159.010601
Sub total		12229	432.1201413

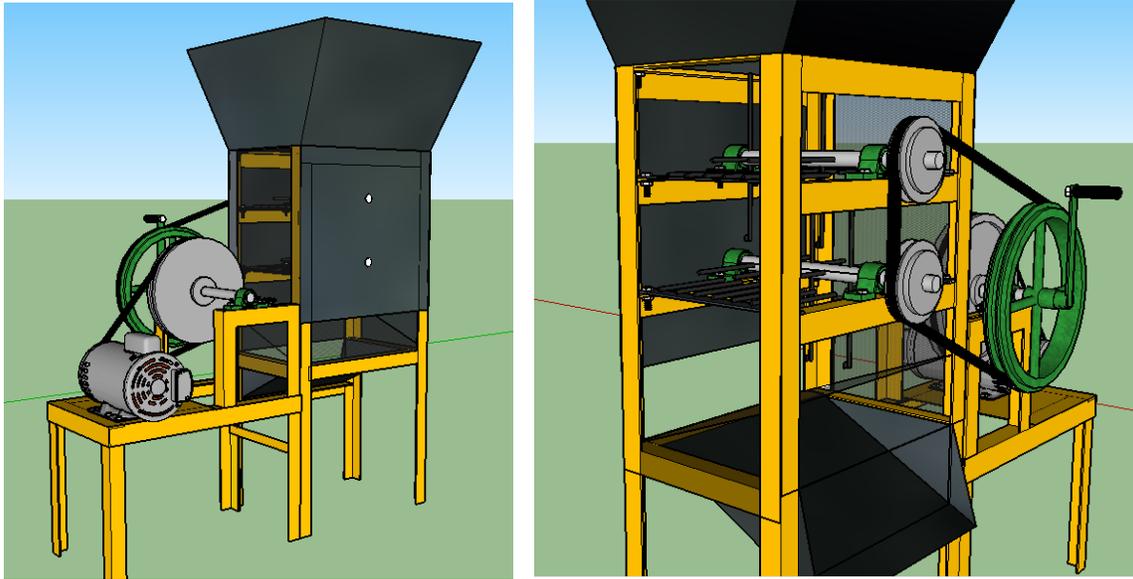
Anexos 7. Estructura externa y sistema desgranador de la máquina 1



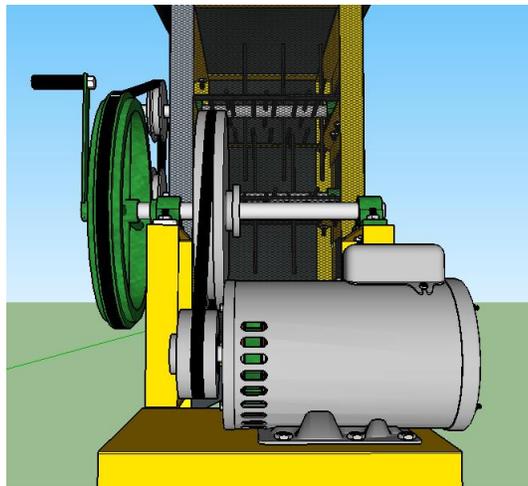
Anexos 8. Estructura completa de la máquina artesanal



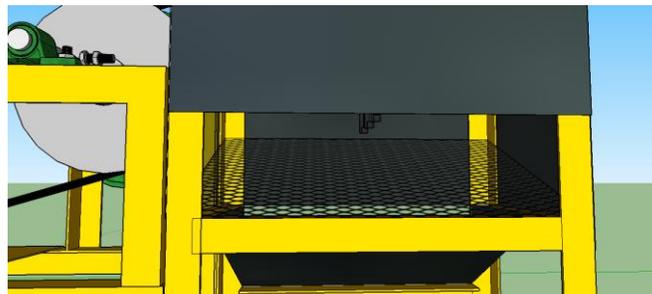
Anexos 9. Estructura completa de la máquina 2 (MIADF)



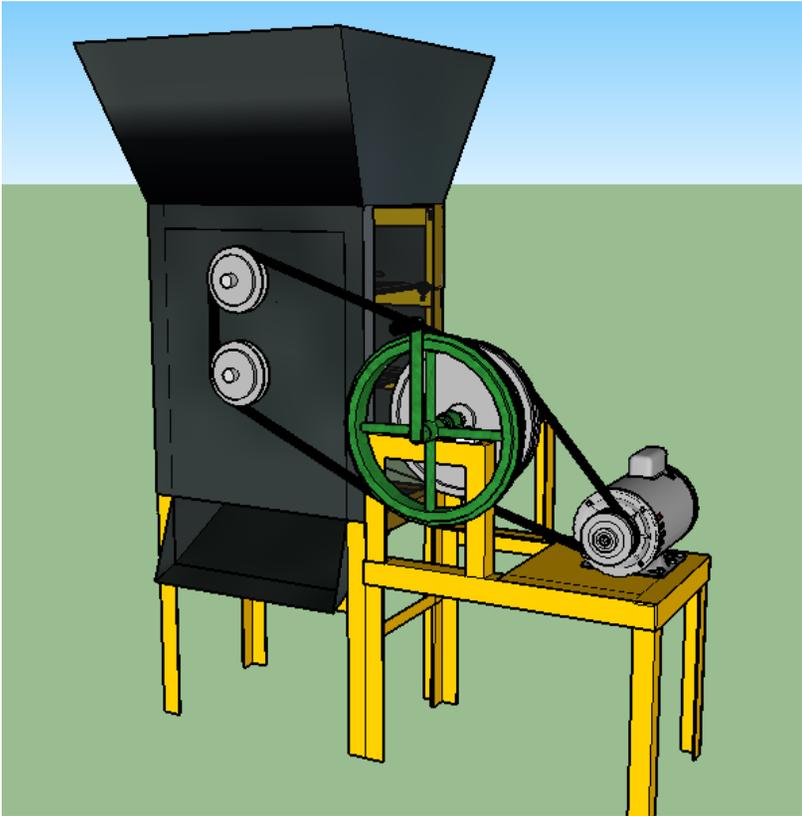
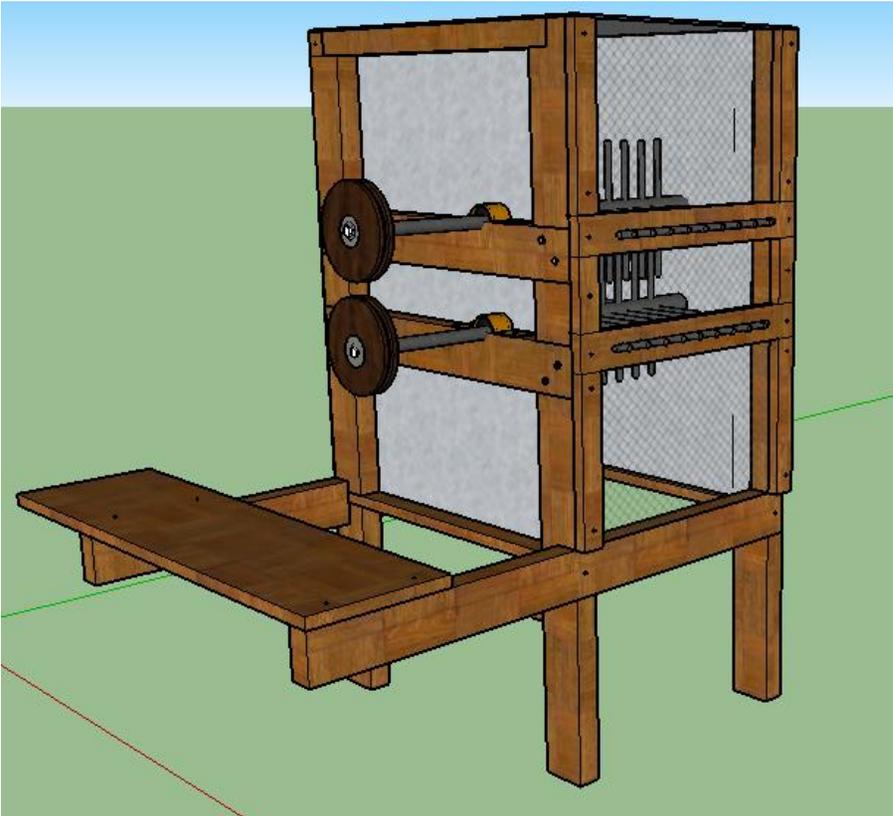
Anexos 10. Sistemas de polea, transmisión y molinos desgranadores de la maquina 2



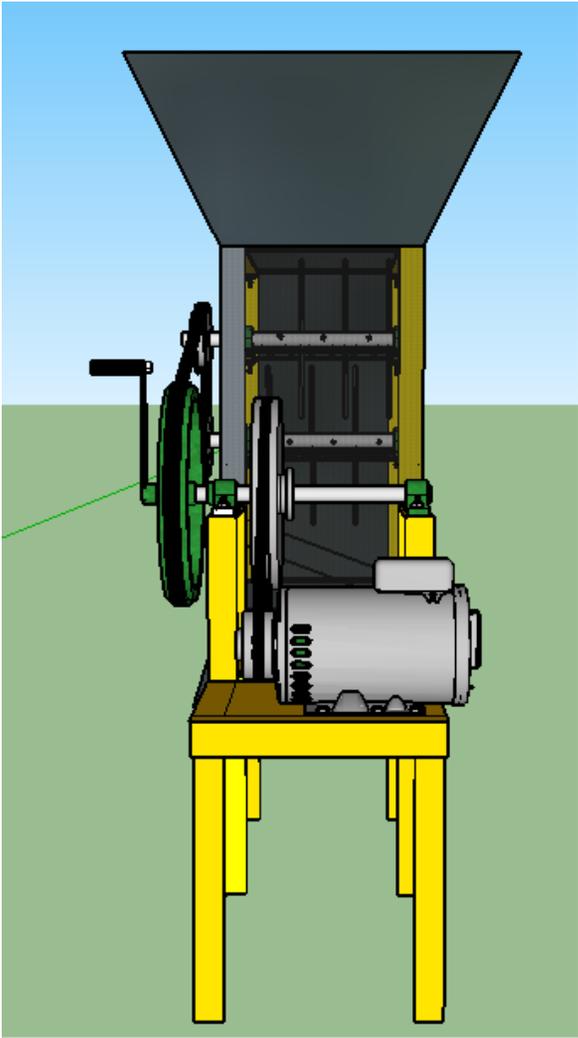
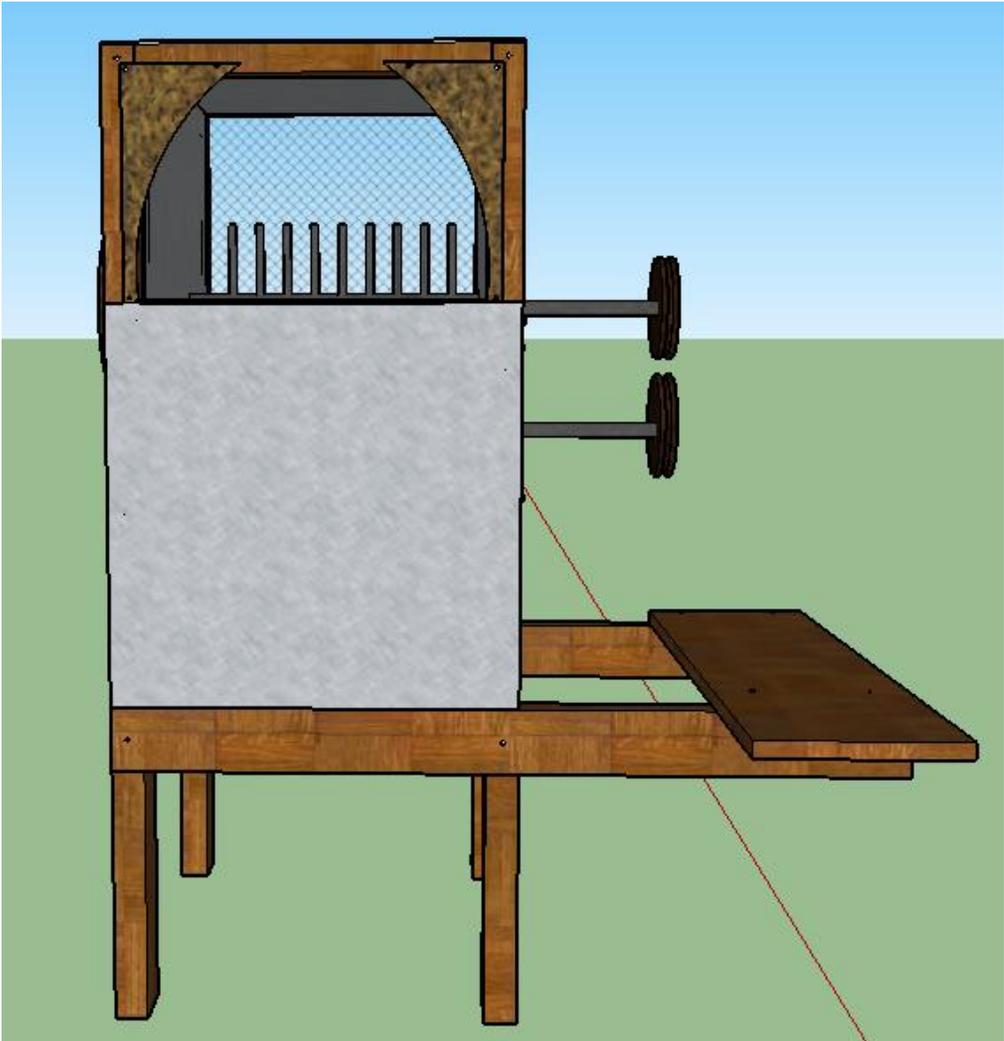
Anexos 11. Sistema separador de frijol y desperdicios de la maquina 2



Anexos 12. Comparación lateral de estructura completas de las maquinas desgranadoras 1 y 2



Anexos 13. Comparación posterior de estructura de las maquinas desgranadoras 1 y 2



Anexos 14. Operaciones en campo con máquina 1 en la parcela del señor Gabriel Zarantes



Anexos 15. Proceso de desgranado y limpieza con máquina 1 en la parcela del señor Gabriel Zarantes



Anexos 16. Operaciones en campo con máquina 2 (MIADF) en la parcela de granos básicos UCATSE.



Anexos 17. Manual para funcionamiento y seguridad de máquina desgranadora de frijoles MIADF

Situación actual

Hoy en día existe la necesidad de implementación y adopción de métodos que puedan mejorar las dificultades que existen en las labores de post-cosecha en el cultivo de frijol. La innovación se produce cuando se adoptan, nuevas ideas o tecnologías, a menudo se basa en conocimientos y sistemas tradicionales, que se adaptan, o mejoran en combinación con nuevas fuentes de conocimientos derivados de sistemas formales de investigación.

En el presente manual se describe las características de una máquina desgranadora de frijoles rediseñada, se explica la funcionalidad y mecanismos de seguridad. La versión desarrollada es eficiente, fuerte, funcional y ecológica con la opción de mecanismo manual o motor eléctrico con la facilidad de laborar con ella. Se genera un sistema de desgranado rápido, que contribuye a mejorar la producción en el sector agrícola, adaptado a pequeños y medianos productores de frijoles.

MIADF

MIADF es una máquina que sirve para separar los granos del resto de la planta, consiste en un rediseño que presenta mejoras en cuanto a funcionalidad y eficiencia la cual permite desgranar de 8 a 10 qq de frijol por hora con el mecanismo eléctrico y 5 qq por hora con el mecanismo manual, como fuente de energía en búsqueda de una maquina ecológicamente viable, funcional y segura que permita al productor realizar y facilitar el proceso de post cosecha, pero no solamente se trata de que realizar la labor de desgranado, si no que incorpora la conducción de salida múltiples para separar los granos de los desperdicios reduciendo el tiempo, esfuerzo y costo de la cosecha de frijol.



Operaciones en campo

La máquina puede ser transportada a campo con facilidad, las piezas desmontables permiten separar la máquina y movilizarla campo por segmento, su estructura liviana y pequeña permite hacer más fácil esta labor, cuenta con ruedas que facilita su avance además de que puede ser llevada mediante tracción animal.

Operaciones manual

La máquina cuenta con piezas móviles y desmontables que permite realizar la actividad de desgrane según sea la necesidad o disponibilidad de recursos del productor.

En las operaciones manuales se cuenta con:

Boca de abastecimiento de 0.35 mt² que permite la gran capacidad de recepción de la planta con facilidad.

Polea y manivela de 20 pulgadas de diámetro sujeta al eje principal con 2 prisioneros o tornillo trampa removibles, cuneta con una polea-reductora de 10 pulgadas de diámetro y 25 kg de peso la cual tiene como función aumentar el movimiento generado con la manivela y la polea, se puede ejercer movimiento como mecanismo de energía la cual es transmitido a dos poleas más pequeñas de 11 cm de diámetro mediante una banda A83.

Los sistemas de polea y banda transmiten movimiento circulatorio a los molinos desgranadores, dicho movimiento hace que frijol sea introducido a la máquina, el cual es golpeado por los pines de 25.4 cm provocando la apertura de las vainas.

El grano continúa descendiendo sobre la máquina y cae sobre una criba, esta permite separar el grano y el desperdicio mediante el transporte de una lámina liza que saca el grano limpio a la izquierda de la máquina y el desperdicio a la derecha.

Operaciones con motor eléctrico

En caso que se disponga de corriente eléctrica la maquina tiene la opción de accionar mediante motor eléctrico, el cual genera altas revoluciones permitiendo procesar mayor cantidad de grano en poco tiempo

Para cambiar de manual a motor eléctrico es necesario retirar los prisioneros que fijan la manivela y polea de 20 pulgadas de diámetro al eje principal, retirar la polea y manivela y sustituir por polea cónica que también cuenta con prisioneros que permite su fijación.

Se fija la banda A58 que va hacia las poleas de los molinos y se tensa mediante los pernos de regulación ubicados horizontalmente sobre el montaje, luego se monta la banda A15 que va hacia el motor en la polea-reductor la cual se encarga de transmitir las revoluciones del motor a la polea, eje, polea cónica, poleas de molinos y finalmente a los molinos.

Los sistemas de polea y banda transmiten movimiento circulatorio a los molinos desgranadores, dicho movimiento hace que frijol sea introducido a la máquina, el cual es golpeado por los pines de 25.4 provocando la apertura de las vainas.

El grano continúa descendiendo sobre la máquina y cae sobre una criba, esta permite separar el grano y el desperdicio mediante el transporte de una lámina liza que saca el grano limpio a la izquierda de la máquina y el desperdicio a la derecha.

Como utilizar en campo

La máquina puede ser transportada a campo separando el montaje del motor con el fin de hacer más fácil su movilización posteriormente este se volverá a unir.

Preferiblemente no colocar la maquina en pisos o embaldosados de sementó ya que las vibraciones de la maquina generaran movimiento lateral de la máquina.

Se elige el sistema de trabajo de la maquina (manual o con motor eléctrico) se ajustan poleas, bandas y se acciona la máquina.

Se coloca y ajusta bien el saco en la banda de salida del grano donde se recepta el frijol desgranado.

Posteriormente se comienza a depositar las matas de frijol secas por la boca de abastecimiento, preferiblemente hacerlo por la parte derecha de la máquina, ya que del otro lado se encuentran el sistema de poleas bandas.

Se recomienda en caso de que el frijol no esté bien seco no saturar el molino ya que la planta se puede enredar en los molinos.

En caso de acumular basura en la criba detener la máquina y retirar la basura para que permita el paso del grano hacia la banda de salida de grano

Cada cierto tiempo detener la máquina para ajustar poleas, bandas en caso de ser necesario.

Sistema de seguridad

Como anteriormente se mencionaba la maquina cuenta con elementos móviles y desmontables que los que se debe tener especial cuidado algunas de las recomendaciones son:

Revisar el estado general de la maquina antes iniciar los trabajos

Asegurar que el estado de prisioneros, pernos y tuercas es el indicado para realizar las labores, estos deben estar barridos ni quebrados.

Cuando se cambie de mecanismo manual a motor eléctrico o viceversa asegurar que las piezas cambiadas queden bien colocadas, que los prisioneros sostengan y anclen correctamente la pieza cambiada.

No exceder la atención de las bandas.

No introducir las manos u objetos dentro de los molinos

No acercase ni tocar las bandas y poleas cuando estén en movimiento con prendas flojas ya que estas podrían ser introducidas o jaladas por estas.

No introducir las manos en la criba que separa el grano de los desperdicios ya que se encuentra cerca de uno de los molinos.

Manejo preventivo del equipo

El mantenimiento preventivo es el conjunto de acciones necesarias para mantener las máquinas en funcionamiento, reduciendo las averías y paradas imprevistas.

Revisar el estado general de la maquina antes iniciar los trabajos

Engrasar cada cierto periodo las chumaceras para asegurar el movimiento de eje, poleas y molinos.

Ajustar periódicamente todos los pernos, tornillos y tuercas de máquina.

Usar las herramientas acordes a cada pieza a la hora de cambiar el modo de operación

Revisar y ajustar el estado del motor.

Cambiar las bandas que presenten daños o estén maltratadas.