



Diseño y Construcción de un Prototipo de Máquina Cosechadora de Papa en el Municipio de Yacuanquer

Alveiro Pantoja Guaitarilla

Corporación Universitaria Autónoma de Nariño

Facultad de Ingeniería Mecánica

albeiopantoja@gmail.com

Resumen.- Este artículo está enfocado en mostrar una alternativa viable para la recolección de papa cultivada en el municipio de Yacuanquer (Nariño), a través de la implementación de un prototipo que propenda por lograr una mayor rentabilidad de esta actividad económica haciendo uso de innovación tecnológica para la región. Por lo tanto se mostrará la metodología que se desarrolló para el diseño y construcción de la máquina cosechadora de papa y cuáles son sus principales características.

Abstract.- This article is focused on showing a viable alternative for the collection of potatoes cultivated in the municipality of Yacuanquer (Nariño), through the implementation of a prototype that strives to achieve greater profitability of this economic activity making use of technological innovation for the region. Therefore, the methodology developed for the design and construction of the potato harvester machine and its main characteristics will be shown.

I. INTRODUCCIÓN

El sector agropecuario en Colombia es uno de los renglones más importantes en la economía del país; sin embargo, también es uno de los más desatendidos en materia de implementación de nuevas tecnologías para el mejoramiento de su productividad; el cultivo de la papa no es ajeno a esta realidad, a pesar de ser un producto insigne en Nariño ya que muchas familias en este departamento derivan su sustento de esta actividad. De acuerdo a Cevipapa (2004)[1], en la zona de clima frío del departamento de Nariño, el cultivo de papa alcanza una producción de 368.273 t en 23.301 ha, con un rendimiento promedio de 15.802 kg/ha. De ahí la importancia de impulsar alternativas de desarrollo tecnológico tendientes a fortalecer y mejorar la producción agrícola, más específicamente el cultivo de papa en esta región. En nuestro medio las labores de cosecha de papa se realizan exclusivamente de forma manual; no obstante, sería de mucha utilidad implementar en la agricultura un prototipo de máquina cosechadora de papa, que tenga como fin establecer mejoras significativas dentro del sistema tradicional, disminuyendo tiempos, costos e incrementando la rentabilidad de esta actividad económica.

Una máquina cosechadora de papa importada es muy costosa, por lo tanto se dificulta que un productor nariñense esté en capacidad de adquirirla, por esta razón se observa la importancia de implementar un prototipo de máquina que logre cumplir las mismas funciones así como propender por una producción óptima, sin generar una inversión demasiado elevada.

Para el desarrollo de este proyecto, se tendrán en cuenta los siguientes criterios: se elaborará un diagnóstico que tenga como fin identificar los principales problemas del agricultor en el momento de realizar la función de cosecha y cuál es la producción que ellos obtienen en el día, con lo cual tener un margen de eficiencia del trabajo de la máquina y realizar los comparativos pertinentes. Para ello se tendrá en cuenta los estudios teóricos y tecnológicos, el diseño y la construcción de la máquina para obtener un resultado satisfactorio y en mejores condiciones. Finalmente, se evaluará el funcionamiento de la máquina con los requerimientos de diseño a realizar, y se tendrá un manual de operación al servicio de la máquina.

II. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

A. Aplicación del sistema

La máquina cosechadora de papa tiene como principal función realizar un proceso de cosecha, lo primero que se hará es enterrar las cuchillas para arrancar el tubérculo del surco y sacarlo por una especie de tolva, seguidamente pasara a una zaranda para que la tierra caiga al piso, y lleve la papa hacia la parte de atrás donde quedara en el terreno para ser recolectada.

Se recomienda limpiar el terreno para hacer una buena cosecha, lo que se hará es quitar la parte aérea de la planta (hojas, tallos) antes de la cosecha, ya que estos residuos pudrían atascar la maquina cosechadora y no dejara pasar el producto.



La máquina será movida por un tractor pequeño por medio de enganche del tractor y la máquina y con un cardan colocado sobre él toma de fuerza y acoplado a la caja reductora de la máquina, estará trabajando en terrenos planos y quebradizos para satisfacer necesidades del agricultor.

En vista que es inminente la construcción de este prototipo de máquina necesaria para la cosecha de papa, su funcionamiento debe de ser preciso. Razón por la cual mediante mecanismos de un prototipo debe de cumplir con un proceso de alimentación en primer lugar debe de ser mecánico se activa el motor de combustión, para encender y transportadora la papa a la parte interna para que pasen a la banda transportadora que girando separa la mayoría de la tierra, el sistema que la esté jalando lleve una velocidad constante

Las actividades agrícolas tienen diferentes operaciones de cosecha, pero entre ellas podemos distinguir operaciones parecidas, para plantas de características similares. Dentro de un mismo grupo se encuentran todas las plantas que poseen tubérculos, las operaciones para la cosecha. Son semejantes y los tipos de pasos que se tienen en cuenta en el momento de recolección de los productos cultivados son:

Su recolección pasa por una banda transportadora que está diseñada con varillas de 1/2" para la separación de turrones de tierra y otros sólidos diferentes a la papa, por la cual sube y las deja caer en la superficie donde es fácil su recolección; hay maquinaria recolectora y clasificadoras que son más robustas y cuentan con cámaras de separación y otros accesorios que se las puede identificar muy fácilmente.

El trabajo continuo de este prototipo es muy útil cuando la demanda de producto a trabajar en periodos es alto, ya que en una producción discontinuada se generan menor productividad y mayores costos.

Sin embargo cuando la cantidad de material no está dentro del tiempo estimado, el proceso de cosecha manual o por arado se vuelve un factor negativo esto hace que la máquina incremente sus costos por elementos externo a la producción ya sea el clima, entre otros y adicionalmente incrementaría el costo de mantenimiento, generando así mayor dificultad en el trabajo de cosechar papa.

Cuando se trabaja con el prototipo de cosechadora de papa indica los valores de velocidad angular y relaciones de transmisión que pueden ser obtenidas de la geometría de las poleas participantes en cada sistema.

Además es como requisito que el sistema tenga la función de transportar y generar una vibración con múltiples arreglos los cuales se integran a la de la estructura diseñada del prototipo, el cual genera al disco con las bandas de transferencia de energía

mecánica, la cual tiende a generar mayor fuerza con menor velocidad de trabajo.

Esto con el fin de trabajar con una velocidad de giro constante, donde el eje secundario trabaja con una eficiencia completamente inferior al primer eje, esto garantiza vibraciones en el sistema, en las cuales permiten separar la papa cosechada de la tierra y otros sólidos que se encuentra en su momento de trabajo.

B. Variables

Variables comunes:

- Acople maquina al tractor: el acople es esencial ya que con este trabajo que realiza el giro de la transmisión hacia la transmisión de la maquina hace que la banda aja el movimiento rotatorio para limpiar el producto.
- Engranajes: situados en lolas paredes de la máquina para el sostenimiento de la banda transportadora y el trabajo del giro de la misma.
- Cuchillas arrancadoras de papa: situadas al interior de la maquina su función es arrancar el producto para ser expulsado a la banda transportadora.
- Arados metálicos: situados al interior y en cada pared de la máquina para su movimiento en el terreno y abertura de la misma.
- Velocidad: la velocidad en la que el tractor mueve la máquina para la operación.

C. Descripción técnica del proyecto

SISTEM A	COMPON ENTE	N	S	REQUERIMIENTO
Extracción del producto	Cuchillas		X	Se comprara el tipo de cuchilla arrancadora de papa a utilizar en la maquina
Alimentación	Chasis Calculo Densidad del producto Capacidad de entrada del producto Capacidad de salida		X	Se calcula los componentes del chasis, su forma, material a utilizar, ángulos de la máquina, el ancho y el largo que va a ser diseñada
Separación	Zaranda	X		Elemento requerido en cosechadoras grandes, para la preselección de las papa de acuerdo al tamaño y peso.
Transporte del producto	Banda trasportadora		X	La banda transportadora será la encargada de llevar el producto hacia una superficie, se

				comprara el tipo de banda a utilizar y se calculara su ancho y largo, los tambores de rotación para su proceso.
Separación por tamaño	Zaranda de malla	X		En la separación del tamaño de papa se comprara la zaranda de malla según el peso y las dimensiones de la papa.
Transporte	Remolque		X	El diseño del remolque y la materia a utilizar será de madera el cual se colocaran la zaranda de malla sobre la superficie del remolque para hacer la separación de la papa por su tamaño.
Empaque del producto	Bultos	X		Para empacar el producto se utilizaran canales que llevaran la papa hacia la estopa y ser almacenada.

D. *Análisis del proceso y del producto*

Figura 1. Proceso de cosecha de papa

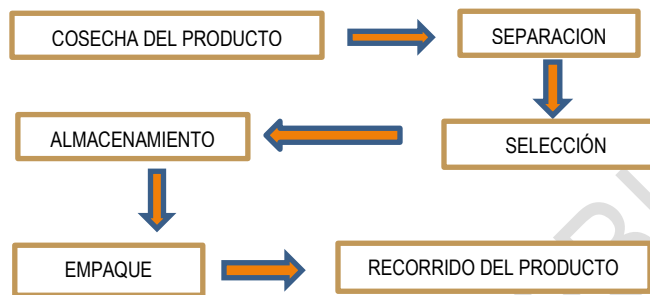
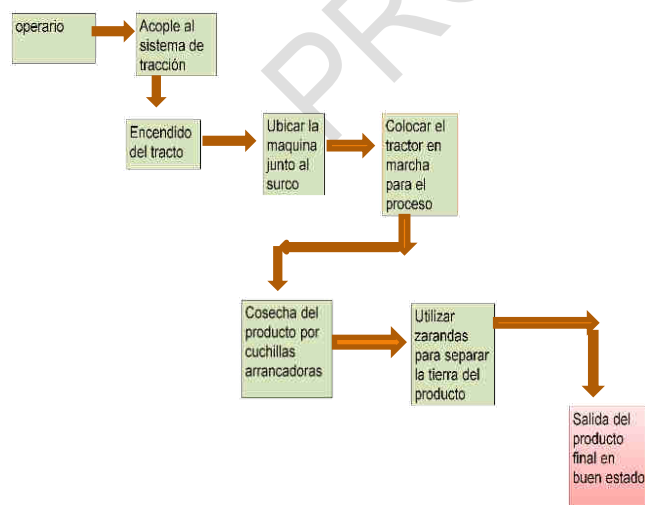


Figura 2. Esquema de funcionamiento de la maquina



Tomas De Fuerza

Para el accionamiento de las máquinas arrastradas, la transmisión de energía se hace normalmente mediante un eje en rotación que es la “toma de fuerza” (TDF) y de un árbol de transmisión articulado mediante dos juntas “cardan” y un eje telescópico, denominado eje cardánico.

Tradicionalmente la única velocidad normalizada para la TDF era la de 540 rpm. Esa velocidad depende del régimen de giro del motor, del que toma su accionamiento mediante transmisión por engranajes. De forma que a mayor velocidad del motor tiene a su salida mayor velocidad la TDF y viceversa, a menor velocidad del motor, menor en la TDF.

Cuando hablamos de 540 rpm en la TDF supone que el motor tenga también estabilizado su régimen. Dependiendo de los distintos motores, esto ocurre en torno a 1.700 o 1.800 rpm del motor, pero depende ampliamente de sus características constructivas, de su diseño (número y tamaño de válvulas, conductos de admisión y escape, turboalimentado o atmosférico, tipo de inyección, tipo de combustible, etc.).

La velocidad del motor para la que se diseña la salida de TDF a 540 rpm suele coincidir sensiblemente con el régimen al que se obtiene el par máximo, es decir el mínimo consumo específico, y que, como hemos visto, viene a corresponder con el 70 % de la potencia nominal de motor.

Con la aparición de tractores de gran potencia, el mantener este régimen suponía trabajar con pares motores muy altos, lo que ocasiona mayores pérdidas de rendimiento y sobre todo un gran sobredimensionamiento de ejes, engranajes cónicos, etc.

Las tomas de fuerza se pueden dividir de acuerdo a varios criterios, siendo los más empleados:

- Posición respecto al tractor.
- Modo de recibir el movimiento.
- Forma del eje: diámetro, no de estrías, etc.

Posición Con Respecto Al Tractor

Normalmente la TDF se encuentra en la parte trasera del tractor y desde hace algunos años, también aparece con relativa frecuencia en la parte delantera simultáneamente, lo que permite accionar aperos delanteros y traseros, siguiendo la filosofía de hacer todas las operaciones con las mínimas pasadas sobre el terreno, reduciendo así:



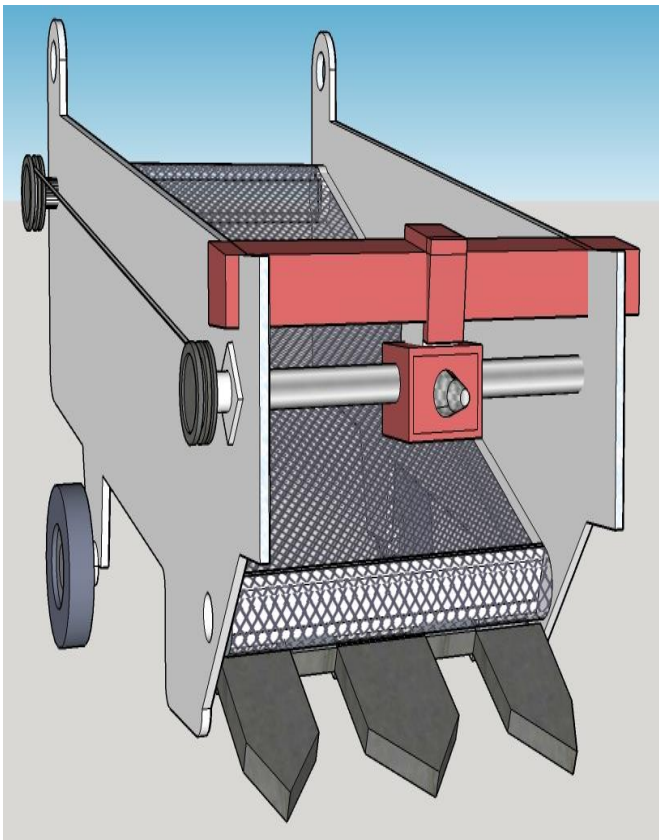
- La compactación.
- El consumo de combustible.
- La mano de obra de tractorista.
- Las horas de funcionamiento del tractor.

Por otra parte una máquina dispuesta en posición delantera sirve de “lastre” natural favoreciendo la dirección del tractor cuando está haciendo labores que requieren cierto esfuerzo de tracción en su parte posterior.

Existen tomas de fuerza en posición ventral o media, pero son mucho menos frecuentes.

El sentido de rotación de la TDF es a derechas, en el sentido de las agujas del reloj cuando uno se sitúa en la parte trasera del tractor. Las TDF delanteras suelen tener el mismo sentido de giro, es decir a izquierdas si uno la observa desde la parte delantera del tractor.

BOCETO



Fuente: Esta investigación, desarrollada en sketchup

III. CONCLUSIONES

Aplicación de la cosechadora de papa sacar la papa en buen estado al terreno de cosecha con una buena elaboración para

atender las más altas exigencias en su elaboración y alta producción a la hora del trabajo.

La máquina es operada sin ningún problema y con la ayuda de un tractor para ser jalada para su trabajo, el mantenimiento es manual y de muy fácil acceso.

La cosechadora en su principio es tomada de un eje rotor del tractor y la máquina, para su desplazamiento con esta misma operación las uñas de la maquina se entierran en el terreno de trabajo sacando el producto, el sistema del rotores muy útil ya que cumple con múltiples actividades.

El sistema de zaranda es muy amplio para esta actividad ya que cumple con dos funciones fundamentales, al girar el rotor del tractor y la maquina la zaranda gira en sentido contrario al avance del tractor para sacar la papa hacia el terreno de trabajo, la zaranda separa las ramas de la papa y otros adherentes como terrones y piedras.

Debido a que nuestro terreno de trabajo en el departamento de Nariño es geográficamente quebrado en su mayoría la actividad debe realizarse en terrenos planos.

La actividad de construcción de cosechadoras de papa en nuestro departamento es muy bajo ya que enviadas de otros países con costos elevados, el trabajo es hacerlo en costos muy bajos para la competitividad.

IV. RECOMENDACIONES

El prototipo, está diseñado para trabajar en áreas propias de cosecha, las cuales están referenciadas en este documento.

El tipo de alimentación para el prototipo debe ser por medio de un tractor, o una máquina que genere 540 RPM y una fuerza de 41187,93 N*m/s nominal, para no forzar el chasis, ni el mecanismo.

Es necesario ubicar un acople y accesorios para una zaranda pre seleccionadora, la cual estaría unida con pernos de 1/4" x 1", y cajones con ángulos de 1/4" x 1/2", además soportes de 3/4 x 1", con un sistema de amortiguación, los cuales se ubicarían en la parte posterior de la máquina.

Si desea ubicar mano de obra, no es posible por la dimensiones ya que esto forzaría a la modificación total de la estructura y cambiaría totalmente la máquina.

REFERENCIAS

[1] Cevipapa. 2004. Centro virtual de la cadena agroalimentaria de la papa. [En línea] [Citado el 15 de Septiembre de 2017] Disponible en <http://www.cevipapa.com>



- [2] ÁLVAREZ CARDONA, A. Administración de maquinaria agrícola. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Ciencias Forestales. Posgrado en Gestión Agroambiental. SEDE Medellín. 1ª edición Bogotá: Colombia, 2004 [en línea]. [fecha de consulta: 14 de Septiembre de 2017] Disponible en: http://www.bdigital.unal.edu.co/10265/13/8230748.2004_2.pdf
- [3] Angelfire. Cultivo de papa Criolla [en línea] [fecha de consulta: 10 de agosto de 2017] Disponible en: http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm
- [4] Angelfire. Papa común. [en línea]. [fecha de consulta: 10 de Agosto de 2017] Disponible en: http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_comun.htm
- [5] BARRERA, D. Modelos determinísticos y probabilísticos. Universidad José María Vargas. Caracas: Venezuela, 2016. [en línea] [fecha de consulta: 15 de agosto de 2017] Disponible en: <http://proyectoeypii.blogspot.com.co/>
- [6] Colaboradores de Wikipedia. Relación de transmisión. [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2016, [fecha de consulta: 14 de Septiembre de 2017] Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Relaci%C3%B3n_de_transmisi%C3%B3n
- [7] Colombia Guías. Papa, Producción de papa en Colombia, [en línea]. [fecha de consulta: 15 de Enero de 2018] Disponible en: <http://www.colombiaguías.com/agricultura-papa.html>
- [8] Constitución política de Colombia. [en línea] [fecha de consulta: 1 de Marzo de 2017] Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4125>:
- [9] CONTRERAS, A. 1993. Cosecha y almacenaje de papas. En: 5º Jornadas de Extensión Agrícola; Manejo Agronómico del cultivo de la papa y las perspectivas del mercado. Universidad Católica de Temuco. Temuco: Chile
- [10] Corporación Universitaria Autónoma De Nariño, [en línea] [fecha de consulta: 1 de marzo de 2017] Disponible en: www.aunar.edu.co.
- [11] Corporación Universitaria Autónoma De Nariño. (2009). Centro de investigación, desarrollo y asesoría empresarial CIDAIE. Líneas de investigación. Pasto: Colombia
- [12] ECURED. Cosechadora de papa. Documento público virtual. [en línea] [fecha de consulta: 14 de septiembre de 2017] Disponible en: https://www.ecured.cu/Cosechadora_de_papas
- [13] Fondo Nacional del Fomento de la Papa (FEDEPAPA) [en línea] [fecha de consulta: 14 de agosto de 2017] Disponible en: <http://fedepapa.com>
- [14] Fondo Nacional del Fomento de la Papa (FEDEPAPA). Tipos de papa en Colombia Boletín de prensa, [en línea]. [fecha de consulta: 15 de Enero de 2018] Disponible en: <http://fedepapa.com/home/boletines-de-prensa-2/>
- [15] GARCIA F. y VALERO C. Evolución de las tomas de fuerza. Artículo. Universidad Politécnica Madrid, [en línea]. [fecha de consulta: 18 de Enero de 2018] Disponible en: http://oa.upm.es/6278/1/Valero_25.pdf.
- [16] Gobierno de España. Ministerio de Agricultura y Pesca. Maquinaria para la recolección de la patata. [en línea]. [fecha de consulta: 13 de Septiembre de 2017] Disponible en: <http://www.mapama.gob.es/imagenes/es/07-7%20Patata2.pdf>
- [17] GRAJALES, Tevni. Tipos de investigación: clases de investigación. Segunda edición. Editorial Mac Graw-Hill, México, 2000.
- [18] Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) [en línea] [fecha de consulta: 10 de Agosto de 2017] Disponible en: <https://www.ica.gov.co/>
- [19] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Norma técnica Colombiana NTC 341. Industria alimentaria. Papa para consumo. Clasificación. [en línea]. [fecha de consulta: 10 de Septiembre de 2017] Disponible en: <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC341.pdf>
- [20] Mecanización combate inflación, Grupo de empresas holandesas. Cartilla virtual de la presentación de modelo de cosechadora de papa. [en línea]. [fecha de consulta: 13 de Septiembre de 2017] Disponible en: <https://www.cebollas-papas.com/cosecha/mecanizada/papas.php>
- [21] MONTALDO, A. Cultivo y mejoramiento de la papa. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura. San José: Costa Rica, 1984. ISBN 90-9039-045-X
- [22] Municipio de Yacuanquer (Nariño). [en línea]. [fecha de consulta: 09 de Abril de 2017] Disponible en: <http://yacuanquer-yacuanquer.blogspot.com/>.
- [23] Observatorio de Alianzas Productivas. Cosecha de papa en Nariño [en línea] [fecha de consulta: 10 de agosto de 2017] Disponible en:



<http://observatorio.misionrural.net/alianzas/productos/papacriolla/pasto/Papa%20Pasto%20resumen.pdf>.

[24] Procemaq Balcarce, S.R.L. ALL.BIZ. Catálogo de productos: Argentina. Cosechadora JR 440 ficha virtual de estructura para funcionamiento, [en línea] [fecha de consulta: 14 de septiembre de 2017] Disponible en: <http://www.procemaq.com/producto.php?id=32>

[25] PUNINA ASAS, Enma Isabel. Evaluación Agronómica Del Cultivo De Papa (Solanum Tuberosum) C.V. “Fripapa” A La Aplicación De Tres Abonos Completos. Tesis, Universidad Técnica De Ambato, Facultad De Ciencias Agropecuarias, Ingeniería Agronómica, Ambato – Ecuador 2013. [en línea]. [fecha de consulta: 14 de Septiembre de 2017] Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6532/1/Tesis-69%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica-CD%20210.pdf>

[26] República de Colombia. Ministerio de agricultura. Cadena de papa: Indicadores e Instrumentos. Abril 2017. [en línea]. [fecha de consulta: 13 de Septiembre de 2017] Disponible en: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Papa/>

[27] SAMPIERI, R., COLLADO, C., y BAPTISTA, P., Metodología de la investigación. 5ª Edición. Editorial McGraw-Hill. México 2003. ISBN: 978-607-15-0291-9

[28] Terralia. La velocidad angular. [en línea] Terralia. Ediciones Agrotécnicas SL. Madrid. [fecha de consulta: 18 de Noviembre de 2017] Disponible en: https://www.terralia.com/terralias/view_report?magazine_report_id=577.

[29] TINJACA, S., y RODRIGUEZ, L. Catálogo de papas nativas en Nariño, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias, Sede Bogotá. 1ª Ed. Bogotá: Colombia, 2015. ISBN: 978-958-775-386-8