

Transferencia tecnológica para la reducción del tiempo de corte de hoja de maíz en el estado de Puebla

N. Rodríguez Ventura^{1*}, L. M. García Martínez, R. Mora Reyes¹, G. Robles Calderón¹.

¹Cuerpo Académico Innovación y Desarrollo Tecnológico, Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, Fracción I y II s/n, Aire Libre, Teziutlán, C.P. 73960, Puebla, México.

*caidt2014@yahoo.com.mx

Área de participación: Ingeniería Industrial

Resumen

El presente proyecto se realizó con la finalidad de poner a disposición de los productores de hoja de maíz una máquina semiautomática que facilite la operación de corte, ya que actualmente no cuentan con un dispositivo o herramienta que les permita realizar esa actividad de forma eficiente y segura. Esta problemática se analizó con productores de la región IV del Estado de Puebla de los municipios de San Andrés Calpan, Domingo Arenas y San Miguel Huejotzingo, quienes a través del corte y venta de la hoja de maíz, han podido obtener beneficios económicos adicionales a los de la comercialización del grano, y quienes se ven de cierta forma limitados ya que no cuentan con las herramientas o equipo necesarios que les permita elevar su producción diaria, situación que demanda una pronta solución ya que con la venta de la hoja, obtienen mayor ganancia económica que con la del mismo maíz.

Palabras clave: Semiautomática, hoja, cortadora, maíz.

Abstract

The following project was carried out in order to make available a semiautomatic machine to the producers of corn husk to facilitate the cutting operation since they currently do not have a device or tool that allows them to carry out this activity efficiently and safely. This issue was discussed with producers of the region IV in the State of Puebla in the municipalities of San Andres Calpan, Domingo Arenas and San Miguel Huejotzingo. The producers have been able to obtain additional economic benefits through cutting and selling corn leaf apart of grain marketing. Besides producers are somehow limited because they do not have the tools or necessary equipment to allow them to increment their daily production, a situation that demands a prompt solution because with the sale of the sheet they gain more profit than with corn itself.

Introducción

Actualmente el sector agrícola tiene un área de oportunidad económica con la comercialización de la hoja de maíz, ya que puede ser vendida siempre y cuando cumpla con características adecuadas de corte, empaque, tamaño de la hoja y capacidad de producción principalmente. Para los productores de hoja, el realizar el proceso completo para la producción y comercialización de la misma no es una tarea fácil, ya que este proceso inicia desde la preparación de la tierra, la selección del grano, la siembra, la eliminación de hierba y plagas, el doblado de la milpa, la cosecha, la extracción de la hoja y finalmente su selección y empaque.

Considerando que en cada una de las etapas antes mencionadas se requiere de mucho esfuerzo físico, este proyecto se desarrolló con el objetivo de poner a disposición de los productores, otra alternativa con la que puedan realizar con mayor eficiencia y menor esfuerzo el proceso de corte de la hoja. Esta iniciativa se desarrolló en colaboración con el Colegio de Posgraduados del Estado de Puebla, bajo un convenio de colaboración previamente establecido entre el Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán y el Colegio, quienes no tienen inconveniente por la publicación de los resultados del presente trabajo de investigación, puesto que uno de los objetivos primordiales es difundir este tipo de iniciativas en el sector primario y entre aquellos interesados en colaborar en su desarrollo. Este proyecto se desarrolló para los productores de la región IV del Estado de Puebla de los municipios de San Andrés Calpan, Domingo Arenas y San Miguel Huejotzingo, quienes

a través del corte y venta de la hoja de maíz, han podido obtener beneficios económicos adicionales, y quienes se ven de cierta forma limitados ya que no cuentan con las herramientas o equipo necesarios que les permita elevar su producción diaria, situación que demanda una pronta solución ya que con la venta de la hoja, obtienen mayor ganancia económica que con la venta del mismo maíz.

Actualmente el método que utilizan para realizar el corte de la hoja es cien por ciento manual, su herramienta principal son unas pinzas de jardinería o alicates, con las cuales cortan capa por capa las hojas unidas al pedúnculo de la mazorca hasta realizar la extracción de todas, el retirar todas las hojas de esta manera, les lleva aprox. 3 min. por mazorca. La calidad del corte depende de la habilidad y la fuerza del operario ya que ésta herramienta requiere de mucha fuerza muscular y bastante precisión para evitar alguna lesión en el operario debido a que dichas pinzas no están diseñadas para esa actividad.

El objetivo de este proyecto ha sido diseñar y ensamblar una maquina semiautomática de corte de hoja de maíz que cumpla con los requerimientos básicos demandados por los productores de las regiones mencionadas los cuales tienen una población de agricultores en los tres municipios de 1014, con una distribución por municipio de: 291 productores en San Andrés Calpan, 46 en Domingo Arenas y 677 en San Miguel Huejotzingo. Como se puede observar existe gran demanda de un dispositivo o maquina mediante la cual se les facilite el proceso de corte, se disminuya el esfuerzo físico, se incremente la capacidad de producción diaria, se eviten los riesgos y accidentes de trabajo, se disminuyan las enfermedades profesionales ocasionadas por esta actividad, se asegure la calidad del corte y se reduzcan los desperdicios.

Metodología

La función básica del diseño de ingeniería es proporcionar soluciones a los problemas y satisfacer las necesidades de los productos, servicios o sistemas. Este proceso comienza con el reconocimiento o la identificación de estas necesidades y la consideración de la viabilidad económica de su posible solución. De ahí, que cualquier nuevo diseño, así como el proceso relacionado, debe estar impulsado en última instancia por las necesidades del cliente y al mismo tiempo, los productos deben cumplir con los estándares y las regulaciones del gobierno, así como adherirse a las normas o códigos de las organizaciones profesionales. Tomando como base la premisa anterior, esta investigación se dividió en tres etapas:

Etapa I. Análisis de las necesidades

Se realizó una entrevista con varios productores de hoja de maíz y con productores de tamales de los municipios de San Andrés Calpan, Domingo Arenas y San Miguel Huejotzingo. En dicha reunión, se escucharon y analizaron las necesidades tanto de productores como de consumidores de la hoja para ofrecer productos de calidad. Una de las mayores dificultades es realizar el corte de la hoja con rapidez, debido al gran esfuerzo físico que requiere, el proceso completo implica remojar las mazorcas en agua fría durante toda la noche, de igual forma se puede usar agua caliente remojándolas de 2 a 3 horas como mínimo para ablandarlas y evitar así que se rompan o rasguen al momento de cortarlas. Como se mencionó anteriormente este método, les lleva aprox. 3 min. por mazorca, situación que no solo limita la cantidad de producción diaria, sino que exige un gran esfuerzo físico lo que hace que el corte sea cansado y que los cortadores solo puedan mantener un buen ritmo de trabajo durante aproximadamente dos horas como máximo ya que posteriormente requieren de un descanso de por lo menos 20 min para continuar la labor. En la fig. 1 se puede observar el tipo de pinzas que utilizan para cortar capa por capa las hojas unidas al pedúnculo de la mazorca hasta realizar la extracción de todas.



Fig. 1 Corte de la hoja de maíz con el uso de pinzas de jardinería

Después de cortar las hojas, se dejan secar una hora o el tiempo que sea necesario dependiendo de las condiciones climatológicas, quienes determinan el tiempo de secado, esta actividad se debe realizar para evitar que se empaquen húmedas y que se pueda desarrollar algún hongo que las dañe. Una vez que las hojas se han secado, el operario hace paquetes de 25 unidades denominados “muñecos”, para poder formar un rollo con tres de ellos (75 hojas aproximadamente) concluido este proceso se considera lista para hacer llegar al consumidor. Empleando esta técnica el operario tiene la capacidad de hacer un promedio de 13 rollos por día, ganando \$195.00, ingreso que no reditúa, pues de acuerdo a los cálculos realizados, para obtener ganancias se deben vender por lo menos 20 rollos por jornada de trabajo, cantidad que con el método actual no se alcanza a producir. Desafortunadamente en el mercado, no se cuenta con maquinaria y equipo que permita realizar esta actividad de una forma distinta.

Etapa II. Diseño de la Máquina Semiautomática

Considerando las necesidades planteadas, el contexto actual de los agricultores en la región, así como la falta de alternativas en el mercado que puedan realizar el proceso de corte de hoja de maíz, se decidió diseñar una máquina semiautomática que realizara este proceso con la propósito de contribuir a su optimización. Para el diseño de la estación de trabajo se consideraron los principios ergonómicos fundamentales, entre los que destacan: relaciones dimensionales, informativas, de control, de organización, entre otros. Dichos principios analizan los espacios de actividad, de los objetos y del conjunto de acciones que los usuarios realizarán para determinar factores tan importantes como la postura y los movimientos de trabajo. Con base en estos principios se realizaron varias propuestas de diseño a mano alzada y se seleccionó el que se consideró más eficiente por adaptarse a las necesidades biomecánicas, fisiológicas, antropométricas y ergonómicas. El diseño fue llevado a etapa de prototipo mediante la simulación en CAD utilizando Solid Works 2014. Asimismo, siguiendo con las consideraciones anteriores se establecieron como dimensiones: 95cm de altura, 120cm de anchura y 180cm de longitud, considerando en todo momento que el usuario realizará la operación de pie. En la Fig. 2 se puede observar la distribución propuesta de la estación de trabajo, la cual incluye 5 áreas que son: depósito de materia prima (1), área de operador (2), área de la herramienta de corte (3), depósito de hoja (4) y depósito de merma (5). La estación de trabajo estará elaborada en madera comprimida y será utilizada por un solo operador.

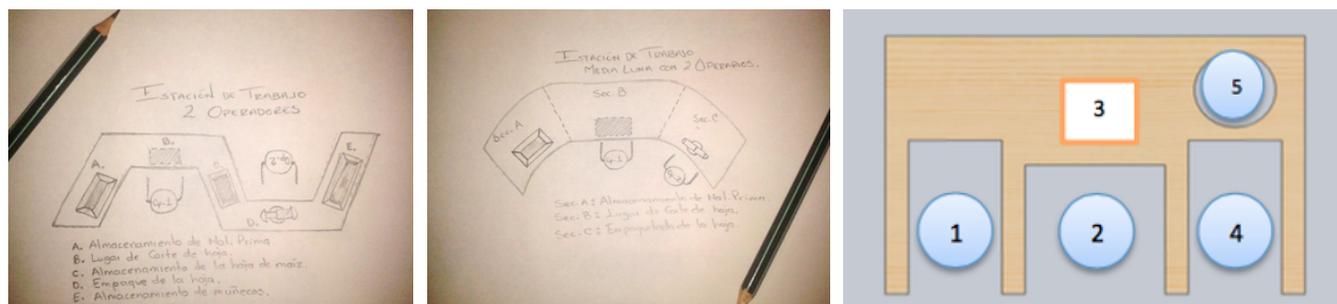


Fig. 2 Iteraciones de diseño para la estación de trabajo.

Como se puede observar en la fig. 3, la base de la mesa está formada por una estructura de perfiles de acero estructural para brindar mayor soporte y estabilidad. El perfil tiene una dimensión de 1 1/2" x 3/16". Se muestra además que el dispositivo de corte, está diseñado ergonómicamente para que al operador no se le dificulte realizar el corte de hoja de maíz, este dispositivo va montado sobre la mesa de trabajo. La caja contenedora del dispositivo de corte, incluye un mototool que sujeta y acciona la herramienta de corte. Este se desplaza por medio de unas guías internas que se encuentran en los costados de la caja (lados A) por lo que su movimiento permite que la herramienta pueda acercarse y alejarse del pedúnculo de la mazorca perforándolo a criterio del operario hasta liberar las hojas con facilidad. El lado Frontal_B de la caja, contiene el mecanismo de sujeción, el cual permite introducir la mazorca y mantenerla sujeta mientras que se realiza el corte.

La herramienta de corte es una broca escalonada de acero de alta velocidad (HSS), la cual con su forma cónica perfora el pedúnculo dejando un agujero en la mazorca para facilitar el desprendimiento de la hoja. El diseño contiene los elementos de seguridad necesarios para la eliminación de riesgos y accidentes de trabajo, tales como: un botón de seguridad que sólo al enclavarse permitirá el accionamiento del motor, una mica (1) protectora de los restos de polvo que además evita que el usuario pueda estar en contacto directo con la herramienta de corte, entre otros. Cabe mencionar, que la mica (2) evita que el usuario pueda lesionarse con la herramienta de corte a la hora de introducir la mazorca en el mecanismo de sujeción. En el estado inicial de operación de la máquina, la mica (1) está en posición ortogonal a la mica (2), así se evita el contacto con la herramienta de corte. Cuando la caja Frontal avanza, la mica (2) se levanta por acción del mecanismo, y queda colineal con la mica (1).

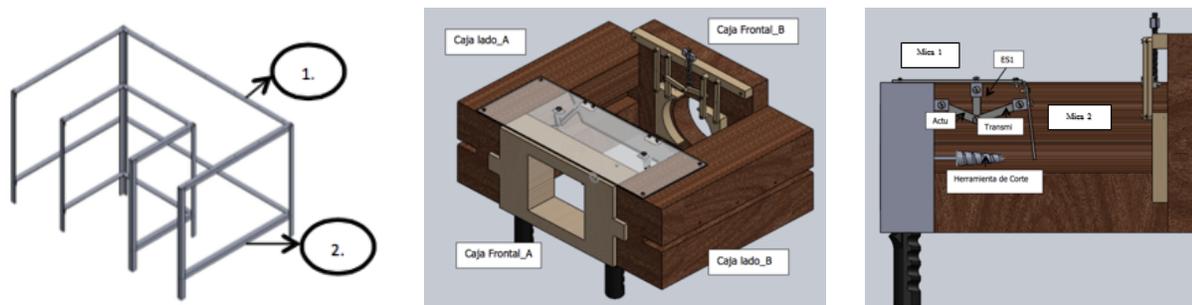


Fig. 3 Descripción del prototipo.

Etapa III. Ensamble de la Máquina Semiautomática y pruebas de laboratorio

Para el proceso de evaluación y validación del prototipo se procedió a analizar la estructura que compone la estación de trabajo mediante pruebas en SolidWorks Simulation, dentro de las que se incluyen: análisis por elemento finito de los diferentes eslabones para verificar la rigidez ante esfuerzos y cargas axiales, la deflexión máxima por efecto de cargas puntuales y repartidas, la resistencia a la fatiga, y cálculos correspondientes a los cordones de soldadura para determinar sus posibles puntos de fractura.

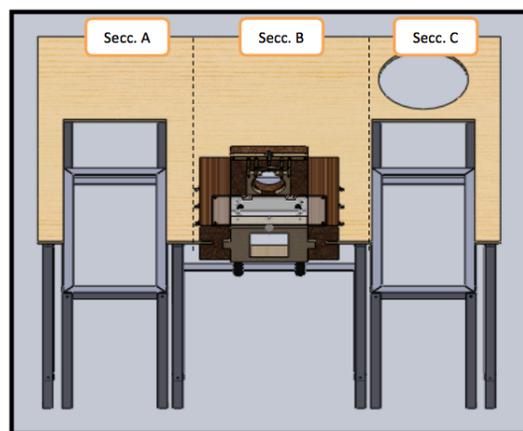


Fig. 4 Vista superior del prototipo virtual

Para la etapa de evaluación física se desarrollaron pruebas de laboratorio, para verificar que las simulaciones correspondan con el desempeño del equipo, tal como se puede observar en la Fig. 5. Dichas pruebas de laboratorio consistieron en verificar que la herramienta de corte realizara el proceso de manera adecuada, por

esta razón se utilizaron diferentes brocas tales como: estándar, cónica y de espada, de acuerdo al siguiente método.

Paso 1: *Acomodar la mazorca dentro del dispositivo de sujeción.* El operador coloca la mano derecha sobre el mango del dispositivo, para poder accionar el motor y hacer girar la broca, mientras que la mano izquierda la debe mantener presionado el botón de seguridad situado a su lado izquierdo de la sección tres y mientras lo hace tiene que empujar la caja frontal del dispositivo para que la broca vaya penetrando.

Paso 2: *Perforación del pedúnculo.* El operador por experiencia sabrá hasta qué punto perforar la mazorca para no dañar las hojas, una vez que la perfora deja de accionar los pulsadores para detener el motor y la rotación de la broca.

Paso 3: *Extracción de la hoja.* Posteriormente el operador desmontará la mazorca para que pueda con un solo movimiento desprender todas las hojas de maíz; realizará una inspección visual para valorar la calidad de cada hoja y así seleccionar aquellas que cumplan con el estándar requerido para colocarlas en la sección C a la cual se le da el nombre de "Área de Deposito"; donde se encuentran dos contenedores. Aquellas hojas que no cumplan con las especificaciones de calidad para su comercialización se depositarán en el contenedor ubicado en la esquina superior derecha, que tiene la finalidad de almacenar las mermas que resultan del proceso de corte.

Al finalizar este proceso se eligió la herramienta de corte que asegurara la calidad de la hoja, así como la reducción de desperdicios, resultando seleccionada la herramienta cónica por su versatilidad y distancia variable de penetración. Con base en las pruebas de laboratorio del equipo fue posible observar que el proceso de corte se realiza de manera más fácil que con los alicates de jardinería, ya que únicamente se debe colocar la mazorca en el sitio adecuado y la herramienta hará el resto de la operación.

De la misma manera, dado que la máquina es semiautomática, el esfuerzo físico requerido se ve disminuido por efecto de la operación de la herramienta de corte, evitando así, enfermedades profesionales por el exceso de tensión muscular que demanda el proceso de corte manual.



Paso 1



Paso 2



Paso 3

Fig. 5. Evaluación física del prototipo.

Resultados y discusión

Resultados

Se logró obtener un prototipo que cumple con las características esperadas por el cliente. Con base en el proceso de corte semiautomático descrito en el punto 3 de este documento se tomó el tiempo de ciclo de trabajo, el cual se registró en 1.25 minutos. Considerando que de cada mazorca se obtienen aproximadamente 6 hojas de buena calidad, en 15 min se puede producir un rollo de 75 hojas aproximadamente. Comparando estos datos con los obtenidos en el proceso de corte manual, en el que de acuerdo a registros cada rollo se produjo en 37 minutos, es evidente que el equipo realiza el corte de hoja de maíz significativamente más rápido

que el proceso manual, ya que este ritmo de trabajo será posible producir 20 rollos en 5 horas, superando en gran medida los 13 rollos que por jornada de 8 horas se obtenían en el proceso manual.

La producción mínima diaria para que al productor le sea redituable realizar esta actividad económica es de por lo menos 20 rollos, mismos que no alcanza a producir con el método actual ya que en una jornada de 8 horas solo produce 13 rollos, con la máquina semiautomática la capacidad de producción ascendería a 20 rollos en solo 5 horas y sin tanto esfuerzo físico.

Para la determinación del precio de venta de la máquina, se tomaron en cuenta costos de producción, considerando todos los materiales para su fabricación entre ellos: ángulos, pijas, tiras de solera, empaques, pintura, tinta para madera y thinner, así mismo la mano de obra de un soldador, un ensamblador y un mecánico industrial. Es importante mencionar que los gastos derivados de la administración y venta, tales como: publicidad, empleados, mantenimiento, servicios públicos, depreciación, impuestos federales, impuestos de seguridad social y nómina, también se incluyen dentro del precio de venta, el cual es de: \$5,700.00.

Este prototipo se desea comercializar entre los productores que hagan uso de la hoja de maíz en el estado de Puebla, por lo anterior se tendrían que vender 3 prototipos de manera mensual, tomando en cuenta que en Puebla se ubica entre los ocho principales estados productores de maíz se tendría un mercado potencial para su comercialización.

Entre otros resultados se puede mencionar que el trabajo en colaboración con personal del COLPOS ha dado paso a un acercamiento y planes de proyectos a futuro con los cuales trabajar, lo que permite el desarrollo de redes de colaboración entre dos diferentes instituciones que permitirán el enriquecimiento del conocimiento tanto para docentes como alumnos involucrados en dichos proyectos, esta investigación involucró 3 residentes de Ingeniería Industrial y una tesis de maestría

Trabajo a futuro

El diseño de la máquina es completamente sujeto a la mejora continua, por lo que se debe dar seguimiento al desempeño de la misma en campo, mediante la realización de pruebas directamente con los productores. De acuerdo con esto, se podrán realizar los ajustes necesarios, en caso de que así se requiera, para optimizar su funcionamiento, así mismo se deberán dar los cursos de capacitación necesarios para su operación y mantenimiento. Considerando que los productores de hoja de maíz se encuentran en varias zonas de la República Mexicana y que tienen diferentes necesidades, realizar las adaptaciones necesarias para las nuevas necesidades y/o factores que influyan en la zona. Es de suma importancia iniciar los trámites de patente para poder difundir esta alternativa y ponerla a disposición de quien la requiera, actualmente se tiene el contacto con productores de Tenampulco Puebla con los que se analizará si esta máquina les es funcional o si habrá que realizar algunas modificaciones. Así mismo es importante gestionar en colaboración con los productores recursos para la adquisición de la maquina a través de programas de gobierno.

Conclusiones

Aun cuando en la actualidad existen distintos programas que impulsan al sector agrícola, como apoyos gubernamentales o de instituciones privadas, la mayoría de estos apoyos no llegan a las comunidades más alejadas, debido principalmente a que se requiere la realización de diversos trámites que originan gastos en los productores, haciendo que ellos pierdan el interés en adquirir dichos apoyos, es por ello que es de suma importancia informarles y capacitarles para que puedan aprovechar esos recursos que mejorarían en gran manera su calidad de vida.

Por otro lado, es necesario que las instituciones educativas de nivel superior trabajen en colaboración, pues eso permite ofrecer soluciones más efectivas mediante el intercambio de conocimientos y experiencias, así como visualizar las áreas de oportunidad de diversos ángulos y con diversos puntos de vista. Así mismo es importante reconocer que los convenios generados entre instituciones de educación superior y el sector agrícola promueven la transferencia de tecnología a este sector para incentivar su desarrollo y crecimiento.

El involucrar a estudiantes en este tipo de proyectos, les permite aplicar los conocimientos adquiridos en las aulas antes de egresar y obtener experiencia desarrollando así habilidades que en el momento de que ingresen al sector laboral, les permite desenvolverse mejor en ese medio y dar resultados más eficientes, así mismo les fomenta el interés por apoyar a su región y por relacionarse con personas con las que puedan desarrollar nuevos proyectos.

Referencias

1. Niebel B. W., Freivalds A. (2004). Ingeniería Industrial, Métodos estándares y diseño del trabajo. Ed. Alfaomega.
2. Barnes M. Ralph. Estudio de tiempos y movimientos. (1999). Ed. alfa omega
3. Salvendy. Biblioteca del ingeniero industrial. (1993). Ed. ciencia y técnica s.a.
4. Maynard. (1996). Manual del Ingeniero industrial. Ed. reverté.
5. Trujillo , Juan José. (1982). Elementos de ingeniería industrial, Editorial Limusa.
6. Konz Stephan. (1994). Manual de la producción de trabajo, Editorial Limusa Noriega.
7. García C., Roberto. (1999). Estudio del Trabajo, Medición del trabajo. Ed. McGraw Hill