



## Creación y diseño de un dispositivo que mitigue las afectaciones generadas por el uso de herramientas inadecuadas por los agricultores en las labores de fertilización, con experimentación mediante el prototipado rápido

Creation and design of a device that mitigates the damages generated by the use of inadequate tools by farmers in the work of fertilization, with experimentation using rapid prototyping

**Roberto Moya**

Universidad Central del Ecuador (Ecuador)  
rcmoya@uce.edu.ec

**Diana Ponce**

Universidad Central del Ecuador (Ecuador)  
deponce@uce.edu.ec

**Hernán Bermeo**

Universidad Central del Ecuador (Ecuador)  
hjbermeo@uce.edu.ec

Recibido: 22 de mayo de 2019  
Aceptado: 4 de agosto de 2019

### RESUMEN:

Durante los últimos años, la agricultura ha sido considerada como la industria más peligrosa de la Nación en la cual trabajar. Actualmente no se lleva un registro de los riesgos físicos o psicológicos que involucran desempeñar esta labor, es así que la innovación o el desarrollo para nuevas herramientas o indumentaria dentro de la pequeña a mediana industria es escasa. El siguiente trabajo investigativo busca abordar una temática urgente que es la de entender a la agricultura como una industria colaborativa de diseño, ergonomía y salud ocupacional enfatizando problemáticas de cooperación global que requiere medidas urgentes y una intervención temprana en la actividad.

**PALABRAS CLAVE:** Agricultura, innovación, ergonomía, salud ocupacional.

**ABSTRACT:**

During the last years, agriculture has been considered as the most dangerous industry of the Nation in which it works. Currently there is no record of the physical or psychological risks involved in performing this task, as well as innovation or the development of new tools or attire within the small industry. The following research work seeks an urgent issue that is understand agriculture as a collaborative industry of design, ergonomics and occupational health, emphasizing a problematic of global cooperation that require urgent measures and an early intervention in the activity.

56

**KEYWORDS:** Agriculture, innovation, ergonomics, occupational health.

\* \* \* \* \*

## 1. Introducción

La presente investigación con tema “Creación y diseño de un dispositivo que mitigue las afectaciones generadas por el uso de herramientas inadecuadas por los agricultores en las labores de fertilización, con experimentación mediante el prototipado rápido” pretende generar una forma más eficaz de solventar problemas que tienen influencia directa en campos como la salud ocupacional, la producción e indirectamente involucrar un generador de nuevas ideas realizables mediante estudios que apoyan a una población relegada actualmente.

La generación de instrumental agrícola apropiado para las labores de campo puede incrementar sustancialmente gracias a la presencia de nuevas tecnologías de mecanizado que ahorran directamente mano de obra y merman el riesgo biológico por contacto con agentes tóxicos para el usuario aumentando así concisamente el rendimiento de la producción.

El término “tecnificación” abre una gama de posibilidades y tecnologías además que la generación de nuevas formas de agro inicia una brecha hacia la sustentabilidad a largo plazo, y el crecimiento gracias a la inversión en la productividad. La agricultura en países de gran escala de producción utiliza alrededor de un 8% de energía comercial al escalar este dato al campo de estudio que es el entorno rural Ecuatoriano, la cifra disminuye casi al 1%, siendo así que la mecanización y el buen uso de la tecnología es escaso, razón por la cual las actividades de fertilización química ascienden al 84%, dejando como secuela enfermedades de gran magnitud y una gran deficiencia en cuanto a la optimización de recursos para el incremento de la productividad (PLANEE, 2015).

En general el proceso de cultivo implica varios pasos como son la selección de semillas, la preparación del campo, la fertilización, la siembra, el riego, la germinación y la recolección, factores donde el agricultor tiene contacto directo con agentes biológicos; según Smil (2002) el uso de fertilizantes jugó un papel importante en el aumento de productividad agrícola mundial. Por consiguiente, su uso ha aumentado cinco veces desde 1960 y se estima que en datos genéricos la obtención de productos agrícolas por hectárea de sembrío incrementa un 40% en el rendimiento per cápita en los últimos 50 años.

## 2. Materiales y Métodos

El rendimiento económico está dado bajo la relación valor-coste (VCR), factor que al aplicar al campo de estudio y a la generación de la propuesta constituye el rendimiento neto del fertilizante respecto a la mano de obra a utilizarse. Según la Organización de las Naciones Unidas por la Agricultura y la Alimentación (2006), en la actualidad el uso de fertilizantes se aproxima a óptimo, es así que el caso de agricultores de pequeña escala el costo de la fertilización de sus cultivos puede representarles una alta proporción del costo variable total de la producción, una inversión riesgosa que toma en cuenta aristas de pérdida de cultivo por la mala administración del fertilizante.

57

Se plantea intervenir a los problemas encontrados mediante una metodología de validación temprana de producto, los resultados giran en torno a una estrategia de mecanización agrícola desde dos aristas; el proceso exploratorio y el diseño del dispositivo generado mediante la involucración directa de la ergonomía, la relación usuario-objeto, planteamiento que se refuerza a través de la innovación de las técnicas actuales con la implementación de un dispositivo que mitiga la labor agraria.

Siendo conscientes de la relación de proporcionalidad directa entre el riesgo y el factor VCR, es decir a mayor riesgo mayor debe ser el VCR se propone generar la primera etapa de la exploración que consiste en la relación de fertilización con la producción, estudio realizado en las haciendas de Cotopaxi-Ecuador, principales productores de brócoli, alimento que requiere una correcta fertilización para su producción. El compendio de datos obtenidos mediante la observación de las prácticas cotidianas realizadas en el proceso de fertilización sugiere que la productividad promedio de los fertilizantes, medida por la cantidad de producto obtenido por kilogramo de nutriente absorbido por la planta, varía considerablemente, resultado reflejado en factores como las diferencias de recursos agroecológicos (suelo, terreno y clima). Así mismo se considera precaria a forma de ejecución de la actividad.



Figura 1. Proceso de fertilización de brócoli

El proceso de concepción del dispositivo surge a partir de las técnicas del prototipado rápido (RP) recurso utilizado en la investigación debido que su objetivo fundamental es obtener de manera rápida y precisa una réplica tridimensional de diseños generados en software CAD (Diseño Asistido por Computador) 3D, es así que se puede generar una simulación previa de un producto y ponerla a prueba con una menor generación de costos en comparación con el método tradicional de desarrollo de productos.

En este sentido se inicia una serie de actividades para llegar a la forma y funcionalidad del dispositivo teniendo en cuenta las problemáticas presentes en el agro ecuatoriano, presentadas a continuación.

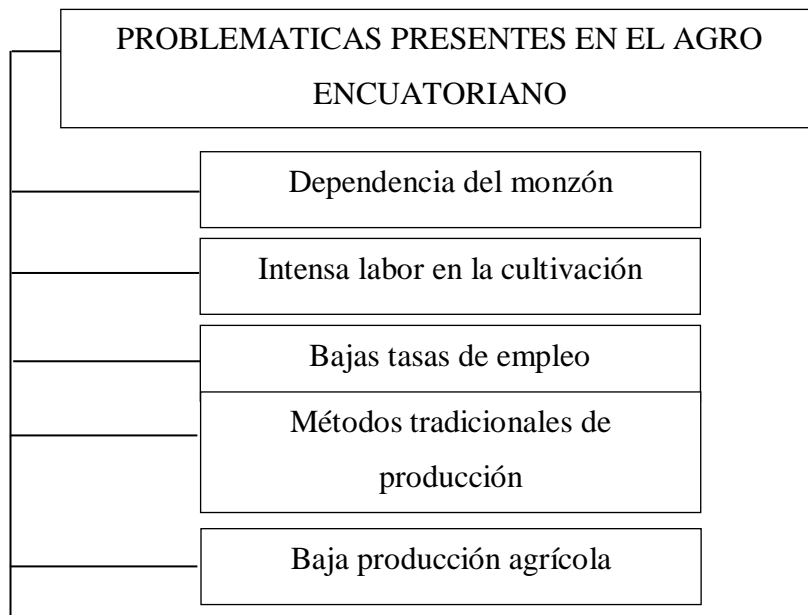


Figura 2. Problemáticas presentes en el agro ecuatoriano. Fuente (Creación Propia)

En la búsqueda de soluciones se plantea escalar la propuesta mediante la presentación de datos estadísticos mundiales que permitan conocer los accidentes laborales ocurridos en el agro, siendo estos relevantes, ya que, aunque desde el año 2005, con un total de 36000 accidentes, se han ido disminuyendo a 24500 en el año 2019, y con pronósticos estadísticos se nota que en el año 2030 la cantidad de accidentes laborales será de un total de 15300, siendo aún una cifra elevada a tomar en cuenta (Betancour,1999). Mediante lo cual se justifica la problemática ya que se plantea también la incorporación de mecanismos ergonómicos que impongan a las personas a no manejar cargas por encima de lo recomendado, y optando por posturas mucho más cómodas y que minimicen sus esfuerzos. Esto se logrará potenciando el perfeccionamiento del diseño con temáticas de línea investigativa, particularmente desde la concepción del Diseño del Producto, actividad que conlleva la solución de problemas desde un enfoque de necesidades reales.

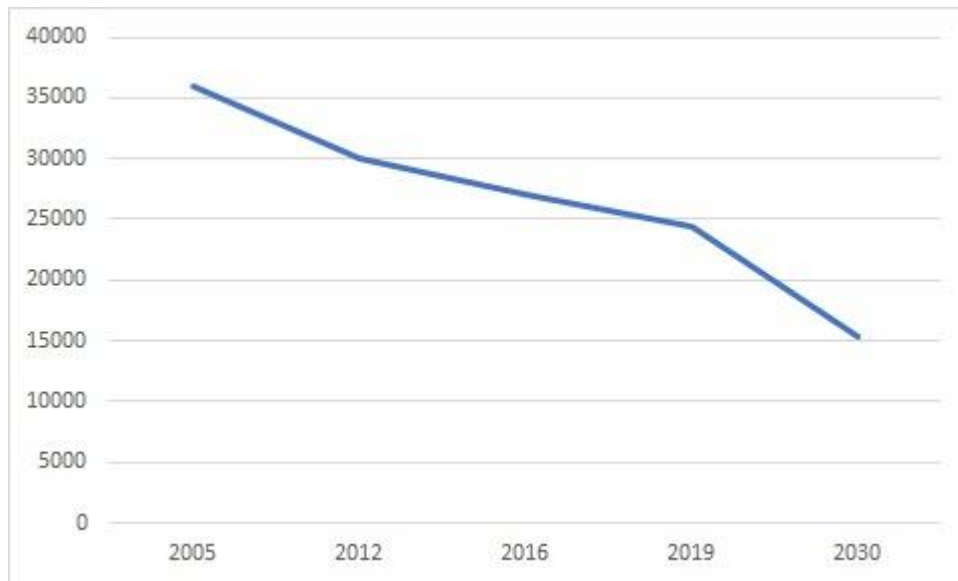


Figura 3. Pronóstico de accidentes laborales relacionados con agricultura para el año 2030.  
Fuente. Creación propia (2019)

### 3. Resultados

A partir de la primera experimentación y proyectando los resultados obtenidos de la simulación por computadora, el estudio del diseño industrial toma su curso, el primer acercamiento del proyecto busca la inmersión en la Agricultura 4.0 generando ideas disruptivas y adentrándose a la revolución agrícola con la implantación de nuevas tecnologías y formas eficaces para escalar en innovación y adelanto de la cadena de valor.



Figura 4. Dispositivo de fertilización de brócoli. Fuente. Creación Propia (2019).

El dispositivo constituye un primer acercamiento a la diversificación de métodos tecnológicos en la concepción de ideas que compone una herramienta para la fertilización del brócoli. Durante la fase de armado e implementación se genera una interface objetual de análisis y control dentro de la lógica del Diseño Industrial para asegurar:

- Las operaciones efectivas del campo y aumentar la productividad, reducir los tiempos de distribución de fertilizante en los campos y mejorar la calidad de la producción.
- Aumentar la utilización y aprovechamiento de la tierra.
- Reducir tiempos en la utilización de mano de obra, y el riesgo laboral, mediante maquinaria adecuada adaptada a aplicación mecánica de labores humanas disminuyendo las afecciones ergonómicas.

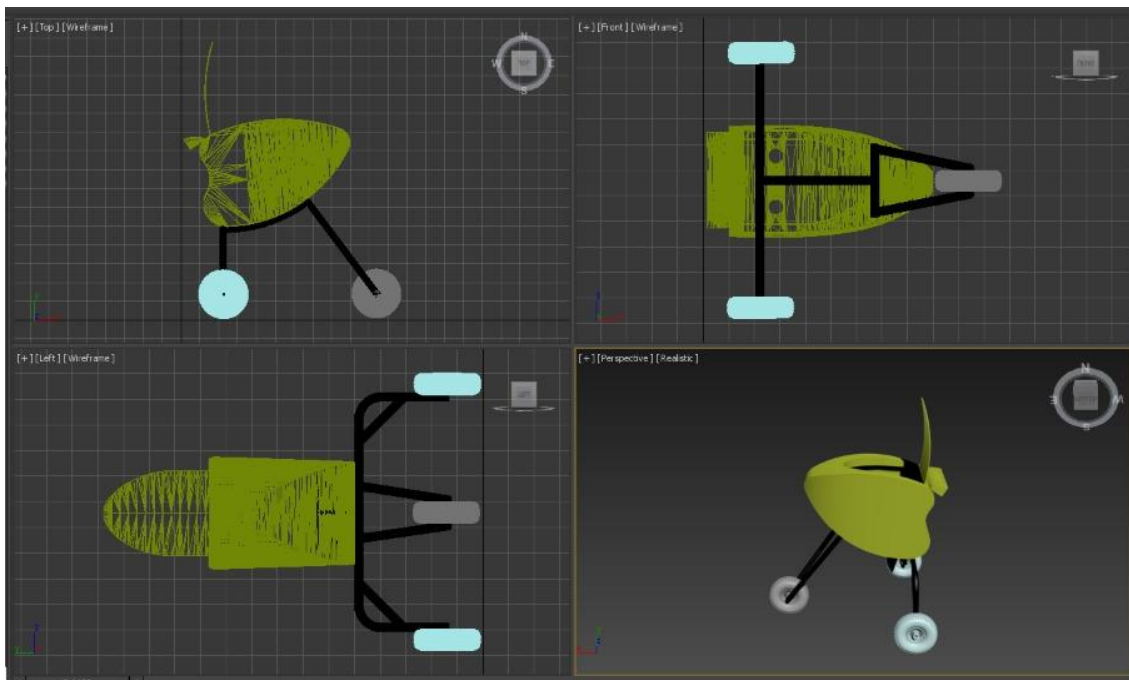


Figura 5. Desarrollo prototipo software 3D Studio Max™. Fuente. Creación Propia (2019).

En la agricultura cuando la ciencia y la tecnología se unen en esta labor puede generar sostenibilidad y economía llevando a un país a obtener lo mejor de su tierra, con el uso de herramientas adecuadas la productividad de sus recursos aumenta dando paso a la globalización del campo y abarcando mercados más grandes. El primer paso es mejorar pequeñas economías, mediante la tecnificación y mecanizado de la actividad.

La verificación final del prototipo se desarrolló en un ambiente controlado con factores prescindibles para su funcionamiento en el campo, como son el clima, el terreno, y la manipulación. Dentro de los resultados de la verificación de campo obtenemos lo siguiente:

- Gracias al material utilizado la vida útil del dispositivo será de un aproximado de 10 años en constante uso.
- La ergonomía del usuario se corrige sin exigir posturas extremas.



- No existe contacto directo del usuario con el fertilizante, motivo por el cual el riesgo de afectaciones por el químico se disminuye a rangos aceptables.
- Se propone abrir una brecha a la mecanización de herramientas ergonómicas para la labor agrícola.

#### 4. Discusión

El desarrollo de equipos agrícolas constituye una herramienta de usos múltiples dentro de la fertilización, labranza, siembra y cosecha, todas las partes están conectadas, por lo tanto es necesario ver a la agricultura como un proceso global que necesita medidas emergentes para los productores de nuestros alimentos, de manea que reorganizar y ensamblar dispositivos consientes con la labor agrícola para la optimización de las operaciones del campo mejorando el rendimiento y reduciendo el esfuerzo y los gastos laborales es solo un paso para a globalización de la actividad.

Al aumentar nuevas propuestas de diseño para la agricultura aparecen nuevos escenarios viables para la praxis del diseñador industrial desde el componente tecnológico, brindando continuidad a las actividades investigativas que desembocan en proyectos reales de contexto de mejoramiento de equipos y actividades con un impacto social positivo.

Así podemos extender soluciones a propósitos múltiples, maquinaria agrícola para el uso a largo plazo, mejora de la productividad, escalamiento a una línea de herramientas ergonómicas para el agro ecuatoriano y mundial y sobre todo mejor la calidad de vida de los involucrados en la producción agraria y así dar pie a economías más grandes y potenciar el recurso más valioso que la tierra provee.

#### Referencias bibliográficas

- Álvarez, M. C., Estrada, A., Montoya, E. C., & Melgar-Quiñónez, H. (2006). Validación de escala de la seguridad alimentaria doméstica en Antioquia, Colombia. *Salud pública de México*, 48, 474-481.
- Betancourt, O. (1999). *Salud y Seguridad en el Trabajo*. OPS, OMS-FUNSAAD.
- PLANEE. (2015). Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. Obtenido de Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016-2035.
- Smil, V. (2002). Nitrogen and food production: proteins for human diets. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 31(2), 126-132.
-