

---

**Generación de un equipo de labranza para la agricultura familiar: La Cultivadora INIA**

**Generation of tillage equipment for family farming: La Cultivadora INIA**

Toribio N. Tejada-Campos<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Estación Experimental Agraria Baños del Inca, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Cajamarca, Perú.  
Dr., ✉ [ntejada@inia.gob.pe](mailto:ntejada@inia.gob.pe),  <https://orcid.org/0000-0002-2543-7677>

\* Autor de Correspondencia: *Tel.* +51 976631989

<http://dx.doi.org/10.25127/riagrop.20224.878>

---

<http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/RIAGROP>  
[revista.riagrop@untrm.edu.pe](mailto:revista.riagrop@untrm.edu.pe)

Recepción: 02 de julio 2022

Aprobación: 05 de septiembre 2022

---

Este trabajo tiene licencia de Creative Commons.  
Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0  
International Public License – CC-BY-NC-SA 4.0



### Resumen

El objetivo de esta investigación fue generar un equipo de labranza que reduzca la mano de obra y el costo de las labores agrícolas relacionadas con la remoción del suelo y que contribuya al manejo de los sistemas de la agricultura familiar. Se realizó una investigación participativa con agricultores, bajo la modalidad ensayo-error, entre abril 2016 y abril 2017. Se realizaron ensayos de campo en las provincias de Cajamarca, Cajabamba y San Marcos para convertir un prototipo experimental de labranza en prototipo industrial y evaluar su eficiencia de uso en algunas labores culturales de cultivo. Se diseñó y construyó un equipo de labranza en tres formas o tipos: Cultivadora INIA con Rueda, Cultivadora INIA sin Rueda y Punta INIA. El primer tipo se puede usar con tracción animal y humana, mientras que el segundo, solo con tracción animal y la Punta INIA se acopla al tradicional arado de madera para hacerlo más eficiente. Al usar la Cultivadora INIA, se estimó una reducción de la mano de obra y el costo de algunas labores culturales como remoción del suelo, deshierbas y aporques. El equipo fue pertinente para la zona con eficiencia técnica y económica, además tuvo compatibilidad con la tenencia de recursos productivos de los agricultores y buena relación con sus patrones culturales.

**Palabras claves:** agricultura familiar; cultivos; labranza; mano de obra; operatividad.

## Abstract

The objective of this research was to generate a tillage equipment that reduces labor and the cost of agricultural work related to soil removal, contributing to the management of family farming systems. A participatory research was conducted with farmers under the trial-error modality between April 2016 and April 2017, field trials were conducted in the provinces of Cajamarca, Cajabamba and San Marcos to convert an experimental prototype of tillage into an industrial prototype and evaluate its efficiency of use in some cultural cultivation work. Three types of tillage equipment were designed and built: INIA Cultivator with Wheel, INIA Cultivator without Wheel and INIA Tip. The first type can be used with animal and human traction, while the second can only be used with animal traction and the INIA Point is coupled to the traditional wooden plow to make it more efficient. By using the INIA Cultivator, a reduction in labor and the cost of some cultural tasks such as soil removal, weeding and hilling has been estimated. The equipment was relevant for the area with technical and economic efficiency, compatibility with the farmers' productive resources and good relationship with their cultural patterns.

**Keywords:** family farming; crops; tillage; workforce; operability.

## 1. INTRODUCCIÓN

La agricultura es la actividad humana más estrechamente ligada al desarrollo de las civilizaciones (Leiva Sajuria, 2014). A través de ella, se generó una interrelación hombre-naturaleza para modificar diferentes espacios. En este proceso, la labranza del suelo desempeñó un rol importante y fue de mayor intensidad para el manejo de cultivos en comparación con el manejo de pasturas y forestales, que permitió identificar dos tipos de labranza. Por un lado, la labranza intensiva, basada en el uso de maquinaria agrícola con implementos pesados que pasan varias veces por la superficie del suelo, provoca compactación, formación de costras, reducción de porosidad e infiltración, pérdida de la biodiversidad e incremento de la erosión (Gómez-Calderón *et al.*, 2018). Por otro lado, la labranza conservacionista busca aumentar la materia orgánica en el suelo, coadyuvar su estabilidad estructural, incrementar la retención de agua, y reducir la erosión (Navarro Bravo *et al.*, 2008). En consecuencia, existen diversas posiciones sobre las ventajas y desventajas de

ambos tipos de labranza, pero en los últimos años se viene intensificando la mecanización.

La agricultura de la sierra norte se caracteriza por el predominio de la agricultura familiar, donde se producen diferentes cultivos como papa, maíz, frijol, trigo, cebada, quinua, arveja, lenteja, chocho, oca, olluco, entre otros. Sin embargo, hay factores limitantes para su desarrollo. Según el último Censo Nacional Agropecuario 2012, la superficie agrícola de la sierra es 3 296 008 hectáreas. De ellas, unas 237 712.78 (7,21 %) se hallan “no trabajadas” debido a falta de agua que afecta en 51 %, falta de crédito que afecta en 17 % y escasez de mano de obra, en 13 % (INEI, 2012). Respecto a mano de obra, según el mismo censo, existe continua migración campo-ciudad desde el siglo pasado. Al año 2015, Cajamarca fue el primer departamento que permitió la salida de su población porque se entiende esto como la “migración interna de toda la vida”, presenta un saldo migratorio negativo cercano a 674 mil habitantes, en términos absolutos, que equivale al 44 %, respecto a su población. Todo esto explicaría la crítica situación de la agricultura en

una región eminentemente agrícola, que posee unas 340 mil unidades agropecuarias que equivale al 15 % a nivel nacional y la convierte en una de las tres regiones con menor productividad agropecuaria (Panorama Cajamarquino, 2018) y la más pobre del país, con 50.8 % de pobreza monetaria (INEI, 2017).

Actualmente, hay escasa población dedicada a la agricultura familiar y los miembros jóvenes de las familias rurales, generalmente se encuentran viviendo o trabajando temporalmente en zonas urbanas. Todo esto ocasiona una falta de mano de obra para las tareas agrícolas y conlleva al envejecimiento de la población rural, una situación que también ocurre en otras regiones y países de América Latina y el Caribe donde hay escaso recambio generacional (Salcedo y Guzman, 2014). Por otro lado, el alto costo y esfuerzo de la labranza del suelo es un desafío para los agricultores debido a las características del suelo y la variada configuración geográfica; dado que para la sostenibilidad de la agricultura en los andes peruanos se debe considerar el efecto de las condiciones del clima, la topografía y los tipos de suelos, sobre todo para prevenir la erosión y el escurrimiento superficial, porque existe la necesidad de implementar prácticas especiales (Iturri *et al.*, 1999).

La labranza para la siembra de cultivos ha existido desde antaño con el arado de madera que fue introducido al continente americano por los españoles en el siglo XVI (Diego Nava *et al.*, 2015). Este implemento se creó a partir de ramas de árboles, con un extremo endurecido al fuego, que eran jaladas del otro extremo para remover el suelo. Posteriormente, se adicionó una piedra plana y cortante, que fue la “primera reja”. Finalmente, evolucionó hasta formar el “arado tradicional de madera”. Existen distintos modelos, de acuerdo a cada región, como

“arado de Paruro”, “arado de Paucartambo” y el “arado de San Jerónimo” en la región de Cusco (Cooperación Técnica del Gobierno Suizo, 1993) que se distinguen del arado de la sierra norte. Sin embargo, en el presente siglo se está masificando el uso de la maquinaria agrícola que opera con arado, rastra y surcador, cuyo uso representa desembolso monetario y dependencia del agricultor para alquiler del servicio. De acuerdo con el último Censo Nacional Agropecuario (2012), en la región Cajamarca, el 4.85 % de unidades agropecuarias usaba tractor agrícola, una cifra que se ha incrementado y que provoca la reducción del uso de los animales de tiro en la agricultura familiar, sobre todo en zonas planas (INEI, 2012).

En tal contexto, se realizó esta investigación que problematizó acerca de la actividad de los agricultores que demandan demasiado esfuerzo y emplean un excesivo número de jornales en la labranza para la siembra y labores culturales de sus cultivos (deshierbas y aporques, etc.). Además, el objetivo fue desarrollar un equipo de labranza que reduzca la mano de obra empleada y el costo de las labores agrícolas relacionadas con la remoción del suelo, y que sea pertinente con la zona de estudio. De este modo, se contribuya al mejoramiento del manejo de los sistemas agrícolas de la agricultura familiar.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Lugar de estudio

Esta comprendió parte de las provincias de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba de la región Cajamarca. Esta zona está ubicada en el cuadrángulo entre los paralelos 7°3'48" y 7°38'22" Latitud Sur y los meridianos 78°3'25" y

78°30'55" Longitud Oeste y entre los niveles altitudinales de 2400 y 3200 m s. n. m.

## 2.2. Modelo de investigación y operacionalización del problema

Se empleó un enfoque participativo, en concordancia con el Modelo Interacción Transformadora Investigador-Agricultor (MITIA) propuesto por Tejada (2009), que consiste en un proceso que desarrollan, en forma conjunta, el investigador y el agricultor para la aprehensión de nuevos conocimientos que deriven en sus cambios de actitud, acerca del tratamiento de un problema tecnológico que aqueja al agricultor. Bajo este enfoque, ambos actores (investigador y agricultor) desarrollan un conjunto de actividades en una forma interactiva, dialogante, en base a la práctica de

principios y valores que son promovidos por el investigador.

El problema se conceptualizó en base a un análisis sistémico, como sostiene Senge (1998), que permite al observador que “haga juntar” los componentes existentes entre el problema y su alternativa de solución (Figura 1). Asimismo, tiene relación con conceptos fundamentales relacionados con los procedimientos del diseño en mecatrónica, que según González-Palacios (2011), para diseñar una máquina (o equipo) “se plantean los criterios más importantes que se deben tomar en cuenta en todo el proceso. Así se establece que el punto de partida es el planteamiento del problema a través de ideas, que se plasman en una serie de bocetos que servirán de base para definir y decidir por la solución más factible”.

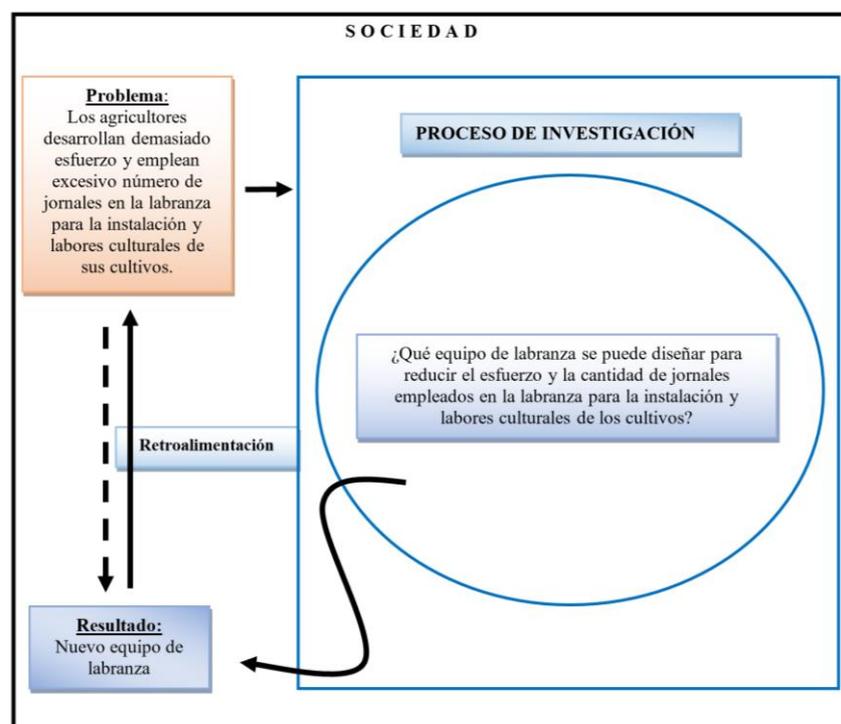


Figura 1. Enfoque sistémico de la investigación.

Bajo tal enfoque, la investigación planteó la pregunta ¿qué equipo de labranza se puede diseñar para reducir el esfuerzo y la cantidad de jornales empleados en la labranza para la instalación y labores culturales de los cultivos?, y se trató de resolver mediante el proceso de investigación que dé como resultado el nuevo equipo de labranza, una innovación de producto. Sin embargo, se admite un proceso de retroalimentación de dicho producto, debido a la variabilidad de las áreas agrícolas de la zona de estudio y la diversidad de condiciones socioeconómicas de los agricultores, que podría derivar en la necesidad de adaptarlo a circunstancias particulares. De este modo, contribuir al mejoramiento del proceso de ejecución del trabajo en el sistema agrícola, con la finalidad de ahorrar mano de obra, reducir el período de las labores, disminuir el esfuerzo humano y mejorar la comodidad del trabajo (Cooperación Técnica del Gobierno Suizo, 1993).

### **2.3. Diseño metodológico**

Se empleó el diseño metodológico ensayo-error para realizar un conjunto de actividades intelectuales y físicas, debido a la carencia, como dice Morles (2002), de “camino expedito, directo o definitivos” para diseñar el equipo de labranza, y solo se tenía una idea general de su estructura y operatividad en base a la cual se había construido un prototipo experimental que se empleaba en la Estación Experimental Agraria Baños del Inca del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) (Rodríguez, 2011).

Para este trabajo, fue necesario emplear un conjunto de recursos, como el conocimiento, la

experiencia y los bienes de los agricultores. Por ello, para ejecutar los “ensayos de campo” su participación fue una condición sin la cual no se realizaban, con la finalidad de transformar la realidad en forma participativa (Fals, 2003). Este proceso fue llevado a cabo hasta diseñar todas las estructuras y herramientas del equipo de labranza, así como para los equipos adicionales que permitieran su operatividad. De tal manera que fueron sujeto de dicho proceso de mejora la estructura del chasis y las herramientas del equipo (vertedera, reja, lampilla, rastrillo, aleta, punta), así como los aperos para los animales domésticos (yunta, caballo, asno y toro).

### **2.4. Ensayos de campo**

Se realizaron ensayos de campo en dos fases de ensayo-error y en una fase de validación. En la primera fase, se ejecutaron los “Ensayos de verificación de campo sobre uso, modificación y eficiencia del prototipo experimental de equipo de labranza” con el propósito de observar la operatividad del prototipo experimental que se tenía al inicio de esta investigación, para luego adaptarlo y mejorarlo en base a las necesidades y circunstancias de los agricultores. Estos ensayos fueron diez y se ejecutaron entre abril y setiembre de 2016, en diferentes caseríos de los distritos de Los Baños del Inca, Cajamarca, La Encañada, Jesús, Ichocán y Cajabamba. En la segunda fase, se llevaron a cabo los “Ensayos de verificación de campo sobre uso, y eficiencia del prototipo industrial de equipo de labranza”, con el propósito de perfeccionar el prototipo, hasta convertirlo en un estado replicable; en tanto, que éste iba evolucionando para cumplir a cabalidad los principios y las opciones de uso de la innovación tecnológica en búsqueda, se

consideró que el llamado “prototipo industrial” es la estructura final (o producto modelo) que se usará para la fabricación de la innovación tecnológica; es decir, se trató de proyectar un producto que tenga una interacción directa con el usuario (Rodríguez, 1983). Estos ensayos fueron cinco y se llevaron a cabo entre noviembre y diciembre de 2016 en diferentes caseríos de los distritos de Los Baños del Inca, Jesús, La Encañada y Condebamba.

Luego de haber obtenido el diseño industrial del equipo de labranza se procedió a su validación mediante los “Ensayos de validación del prototipo industrial del equipo de labranza”, con la finalidad de estimar su productividad y, en algunos casos, su eficiencia respecto a algunas prácticas locales de los productores. Estos ensayos fueron cuatro y se llevaron a cabo entre febrero y abril de 2017 en los distritos de Jesús, Gregorio Pita, Cajabamba y Condebamba.

Los ensayos fueron ejecutados bajo dos condiciones:

a) *La activa participación de los agricultores*: La participación de los agricultores en los ensayos de campo fue una condición necesaria de cumplimiento porque era imprescindible conocer el uso que ellos podrían dar a la innovación tecnológica. En este marco sus opiniones, conocimiento y experiencia fueron el insumo esencial para el mejoramiento del prototipo experimental que se tenía, hasta convertirlo en un prototipo industrial. De este modo, todos los ensayos de campo se realizaron con la activa participación de agricultores, en sus

propias parcelas. Además, se contó, en algunos casos, con la participación de profesionales invitados que apoyaron los procesos de innovación agraria.

b) *La continua sistematización de información resultante de la opinión de agricultores y expertos*: Después de la fase de campo de cada ensayo, se realizó un análisis de su proceso y resultados intermedios y finales, para tener claridad sobre el avance del diseño, sacar lecciones y planificar el siguiente ensayo. De esta forma, se desarrolló un proceso de continua evolución de la innovación tecnológica. En ese sentido, se realizaron modificaciones al equipo, herramientas y aperos después de cada ensayo, con la finalidad de que, una vez hechas las modificaciones, se vuelvan a observar y evaluar en el siguiente ensayo.

## 2.5. Equipos y materiales

Entre los equipos y materiales usados en la investigación se tienen los aportados por los agricultores y los provenientes del INIA. De los agricultores se tienen diversos equipos y herramientas (como arado de madera, yugo, garrocha, coyuntas, balsón, puntas, aperos, sogas, arado americano, lampas, etc.), terrenos agrícolas, parcelas de cultivos, yunta, toros adiestrados, acémilas adiestradas (caballos, burros), entre otros; y, del INIA, cabe destacar, el prototipo experimental del equipo de labranza y de sus herramientas (Figura 2).



Figura 2. Prototipo experimental de equipo de labranza.

## 2.6. Análisis de la pertinencia del equipo de labranza

Este análisis se hizo de acuerdo a lo propuesto por Hagman (2004), que enfoca la evaluación de dos aspectos fundamentales que se relacionan con el éxito de toda innovación tecnológica: (i) las necesidades de los agricultores, y (ii) sus condiciones y circunstancias de vida. Para ello, el nuevo equipo de labranza fue analizado bajo los siguientes criterios (Tejada, 2009): (a) eficiencia técnica y económica, (b) compatibilidad con la tenencia de recursos productivos (mano de obra, animales de tiro, equipos agrícolas, insumos y materiales) y (c) relación con los patrones culturales de los agricultores.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. El producto innovado

El resultado es un equipo de labranza, llamado "Cultivadora INIA", que tiene tres tipos: con rueda, sin rueda y punta INIA.

#### 3.1.1. La Cultivadora INIA con rueda

Equipo de labranza, liviano, multiusos, de desplazamiento por rodamiento que puede operar de tres formas: con fuerza de empuje

(cuando trabaja una persona), con fuerza de tracción (cuando opera con animales domésticos) y con ambas fuerzas (cuando se opera con tracción humana). Por lo tanto, la fuerza para su operación puede ser de origen animal o del ser humano. Como fuerza animal se puede usar una acémila (burro, caballo, mulo), una yunta o un solo toro; y como fuerza humana se puede tener 1 o 2 personas que jalen el equipo y otra que empuja; siendo más operable cuando jalan dos personas usando un palo, a modo de un yugo de yunta (Figura 3).

Estructuralmente, tiene tres partes: rueda guía, chasis y herramienta cambiabile. Tiene 4 herramientas cambiables (Figura 3): reja (a), lampilla (b), semiaporcador (c) y rastrillo (d), que se pueden usar para diferentes labores agrícolas; entre ellas: (i) arar y cruzar terrenos, (ii) surcar terrenos, (iii) deshierbo y aporque de cultivos, (iv) tapado de semillas y abonos, y (v) nivelación del suelo, desterronado y extracción de residuos vegetales; de acuerdo con la herramienta empleada. Resulta muy útil en suelos planos; pero, inapropiada para suelos con pendiente mayor que 15 %, y con piedras o terrones debido que dificultan el desplazamiento de la rueda.

La principal novedad de la Cultivadora INIA con rueda es que puede emplearse con fuerza humana, por ende, útil para lugares donde es imposible usar animales de tiro, como jardines, huertos, invernaderos, parcelas pequeñas, terrazas, viveros, entre otros. Asimismo, por

esta razón, puede ser útil para la siembra de cultivos sin depender del alquiler de yuntas, y permite realizar dicha operación en fechas oportunas a los agricultores que carecen de ellas.



**Figura 3.** La cultivadora INIA con rueda operada con tracción humana, y sus herramientas cambiables: reja (a), lampilla (b), semi-aporcador (c) y rastrillo (d).

En cuanto a productividad, se ha observado ventaja económica al usar la Cultivadora INIA con rueda para algunas labores culturales de cultivos, en comparación al costo actual de hacerlas. Al usarse con reja bajo la tracción de un burro, para deshierbo y aporque de quinua, se estimó una reducción de costo de noventa (S/ 90.00) y cien (S/ 100.00) soles por hectárea para dichas labores, respectivamente. De otro lado, respecto a la cantidad de mano de obra para las actividades de deshierbas y aporques de cultivos al usar la Cultivadora INIA con rueda, se reduce el número de jornales respecto a la forma tradicional de realizarlas, ya que con ella se remueve el suelo de los camellones de los surcos y solo se necesita mano de obra para remover el suelo entre las plantas en el caso del deshierbo, y para arrimarlo hacia las plantas en

caso del aporque. Esta reducción fue de 9.6 jornales por hectárea en el deshierbo de quinua y de 9.88, en el aporque de dicho cultivo, cifras que corresponden 44 y 47 %, respectivamente.

### 3.1.2. La Cultivadora INIA sin rueda

Equipo de labranza, multiusos, liviano, cuyo chasis tiene forma similar al arado de acero, denominado comúnmente “arado americano”, por su procedencia de estadounidense, que se usa en la costa norperuana (Rodríguez, 2020). Se trata de un equipo cuya operatividad necesita indefectiblemente fuerza de tracción; por lo que su diseño está hecho solo para uso con tracción animal (Figura 4).

Estructuralmente, tiene tres partes (Figura 4): rueda guía, chasis y herramienta cambiabile. Tiene 3 herramientas: reja (a), rastrillo grande (b) y rastrillo pequeño (c); que pueden usarse para las mismas labores que la Cultivadora INIA con rueda. Este equipo se ha diseñado para un uso semejante al tradicional arado de madera y resulta apropiado para todo tipo de terreno, incluso en aquellos con pendiente. Además, tiene la ventaja de ser más liviano, al pesar 14 kg, mientras que el arado de madera pesa entre 18 y 25 kg.

En cuanto a productividad, se ha observado, también, una ventaja económica al usar la Cultivadora INIA sin rueda para algunas labores culturales de cultivos, en comparación a su costo bajo la forma tradicional de hacerlas. Al ser usada con reja bajo la tracción de una yunta para aporque de papa, se estimó una reducción de costo de ciento diez soles (S/ 110) por hectárea. Por otro lado, respecto a la cantidad de mano de obra, se manifiesta una reducción de

8.17 jornales por hectárea en dicha labor, una cifra que significa un 37 %.

Adicionalmente, se ha observado que los tipos de Cultivadora INIA con rueda y sin rueda pueden ser operados con la tracción de acémilas y por un solo toro. Respecto al uso de acémilas, se trata de una práctica común en la costa norte al operar con el arado americano de peso liviano (15 kg). Por ello, se cuenta con los aperos necesarios como collarín, cuerdas y bastidor. Sin embargo, en el caso de usar un toro, resulta un hecho novedoso para lo cual se ha construido el apero correspondiente que está compuesto de un yugo de cabeza de una camella con dos bordes (Valdés y De Calzadilla Pereira, 2008), dos cuerdas de jalado, una cincha y un bastidor. Luego, para la tracción del equipo, en cada uno de los bordes del yugo, se ata una cuerda cuyo otro extremo se amarra en un lado del bastidor. Finalmente, para sujetar ambas cuerdas se emplea la cincha que rodea el abdomen del animal, para así formar el apero para la tracción por un solo toro.



**Figura 4.** La cultivadora INIA sin rueda operada con acémila y sus herramientas cambiabiles: reja (a), rastrillo grande (b) y rastrillo pequeño (c).

### 3.1.3. La Punta INIA

Es un pequeño implemento metálico, liviano, cortante, que se acopla al tradicional arado de madera con la finalidad de hacerlo apto para otras labores de labranza, además de las que se usa actualmente (Figura 5).

Estructuralmente, tiene dos partes principales, que son la punta misma y dos aletas. Sirve para arar, cruzar y surcar terrenos; así como, para deshierbar y aporcar cultivos. Se tiene dos formas de este equipo (Figura 5): sin cuchilla cortadora (a) y con ella (b). De ellas, la segunda

resulta apta para arar en aquellos terrenos con césped y endurecidos.

En cuanto a productividad, también se observó una ventaja económica al usar la punta INIA para algunas labores culturales de cultivos, en comparación a su costo actual correspondiente a la forma tradicional de ejecutarlas. Al ser usada para el aporque de papa, se estimó una reducción de costo de cien soles (S/ 100.00) por hectárea. De otro lado, respecto a la cantidad de mano de obra, se manifestó una reducción de 7.77 jornales por hectárea en dicha labor, una cifra que significa el 19 %.



*Figura 5.* Operatividad de La Punta INIA y sus dos formas: sin cuchilla cortadora (a) y con cuchilla cortadora (b).

La Cultivadora INIA se ha diseñado en base a una investigación empírica participativa, bajo el proceso ensayo-error; a diferencia de tener modelos previamente establecidos como se plantea en otros métodos, tales como en la

mecatrónica en el cual después de conceptualizar el problema se emprende una fase de trabajo de gabinete con programas computarizados. Este proceso, según González-Palacios (2011), permite “diseñar a detalle

modelos sólidos de cada una de las partes de que se compone una máquina o prototipo y así probar los ensambles entre piezas”, que al final al ensamblarse conforman un prototipo virtual que será sujeto a construcción y operación. De otro lado, el procedimiento empleado en esta investigación ha tenido cierta similitud con el utilizado por el Proyecto Herrandina, desarrollado en la sierra en la década de los 90, para la construcción del “Arado Andino”, donde se tuvo una interacción con los agricultores, en base a modelos físicos de arados, que eran previamente construidos en talleres y llevados al campo para ser observados por los agricultores (Rodríguez, 2020). Sin embargo, se manifiesta una marcada diferencia sobre el nivel de participación de los agricultores en el mismo proceso de construcción del equipo, porque en esta investigación se tuvo un mayor nivel.

De otro lado, hay que mencionar que el producto innovado es uno más de los que se diseñan para solucionar el problema de los agricultores sobre la labranza de suelos, y que tiene similitud al arado de madera. Empero, cabe resaltar que para la “Cultivadora INIA con rueda” se ha incorporado la rueda como aspecto innovador, que funciona como punto de apoyo para facilitar el transporte y traslado, reduciendo la magnitud de las fuerzas de tracción y empuje para su operatividad (Rodríguez, 2011). Asimismo, el nuevo equipo es de construcción metálica a diferencia del “Arado Andino”, que se promocionó en la zona

entre los años 1990 y 2000, cuyo cuerpo (chasis) es de madera y sus piezas adicionales (herramientas) de metal como son dos aletas (de barbecho y surcadora) y una cosechadora de tubérculos (Cooperación Técnica del Gobierno Suizo, 1993; Rodríguez, 2020). Esta diferencia resulta importante entre ambos implementos y se consideró al diseñar la Cultivadora INIA con el fin de obtener un equipo liviano y multiuso, operable con fuerza humana y de animales domésticos, por ende, manejable por los agricultores, al simplificar el cambio de herramientas, porque reduce la dificultad que ellos tenían para usar el “Arado Andino” y disminuye su peso. En tanto, la Cultivadora INIA sin rueda (tipo más pesado) pesa 14 kg mientras que el “Arado Andino”, alrededor de 20.

Además, la Cultivadora INIA tiene la potencialidad de ser operable con una acémila o un toro. En el segundo caso, se muestra totalmente novedoso y de mucha importancia debido que los agricultores usan la yunta para la labranza de sus suelos, que está formada por dos toros. Esta modalidad se puede modificar al usar la Cultivadora INIA con solo un toro, sobre todo para actividades livianas como cruzar, surcar y rastrillar terrenos, así como, para deshierbar y aporcar cultivos. Esto constituye un novedoso e importante aporte para la actividad agraria, y de lo que se carece de antecedente en la región, el país y en la literatura revisada (Figura 6).



Figura 6. Operatividad de la Cultivadora INIA sin rueda bajo la tracción de un toro.

### 3.2. Pertinencia de la Cultivadora INIA

#### 3.2.1. Eficiencia técnica y económica

El uso de la Cultivadora INIA ha mostrado mejores indicadores respecto a las prácticas actuales que realizan los agricultores, como deshierbas y aporques de cultivos. Se ha observado reducción de la mano de obra, del costo y del tiempo necesario para su ejecución. Por ello, resulta una alternativa muy importante para aliviar el problema de escasez de mano de obra para la agricultura familiar que existe en la zona de estudio y las zonas rurales de nuestro país (Alva, 2016).

Además, permite realizar otras actividades que actualmente no ejecutan los agricultores, como: (i) el surcado de terrenos sin el uso de yuntas, pudiendo hacerlo con tracción humana, de una acémila, o de un solo toro, (ii) tapado de semillas o abonos aplicados en hileras o al voleo mediante el rastrillado del suelo, (iii) deshierbas y aporques usando yuntas, acémilas, o toros, entre otros. Todo esto permite la realización de dichas labores en forma oportuna a los agricultores y puede generar ingresos adicionales al prestar servicios en su

comunidad. De otro lado, al reducir el costo de las labores culturales de los cultivos conlleva a un incremento de rentabilidad económica.

#### 3.2.2. Compatibilidad con la tenencia de recursos productivos de los agricultores

La Cultivadora INIA tiene buena compatibilidad con la tenencia y disponibilidad de los recursos productivos de los agricultores, tales como animales de tiro, terrenos, equipos agrícolas (aperos de animales domésticos), mano de obra, insumos y materiales porque ellos poseen dichos recursos de acuerdo con sus posibilidades económicas. Asimismo, con la Cultivadora INIA, se trata de dar mayor eficiencia al uso de los animales domésticos como acémilas (burros, caballos, yeguas, mulos) y vacunos machos; que son parte de los sistemas de los agricultores. Este aspecto es importante porque incentivaría la crianza de dichos animales que puede darse en diferentes sistemas de producción, en especial en el caso de agricultores de subsistencia (Rodríguez y Orbegoso, 2018), como los que existen en la zona de estudio. Todo ello dinamizaría la actividad agropecuaria, por ende, la reducción de

la migración, porque según Vargas-López *et al.* (2018), la ausencia de ganado doméstico es una causa para dicho proceso social.

### 3.2.3. *Relación con patrones culturales de los agricultores*

La Cultivadora INIA posee buena relación con los patrones culturales de los agricultores de la zona de estudio, por las siguientes consideraciones: (i) porque su diseño es familiar con el tradicional arado de madera, así como con otros equipos (carretilla) y herramientas (lampilla, lampas, rastrillo) que son de uso común; inclusive, una forma de esta innovación (Punta INIA) se orienta a mejorar el uso del tradicional arado de madera; (ii) porque su operatividad también resulta familiar a la del arado de madera que ellos manejan y que requiere de una fuerza de tracción y de ciertas pericias de parte del operador (gañán), y (iii) porque ha sido diseñada evitando procesos sofisticados de mantenimiento o de operatividad, que pueden traer situaciones inmanejables para los agricultores. Por ejemplo, hay facilidad para el acoplamiento e intercambio de herramientas mediante el empleo de tarugos muy manipulables, para evitar el uso de alicates o llaves que la mayoría de agricultores no poseen. Todo esto, se ha logrado en base al proceso de investigación empleado que ha incorporado las ideas y sugerencias de agricultores de diferentes lugares y de diferentes condiciones socioculturales.

Por lo tanto, se estima que la Cultivadora INIA tiene pertinencia a la zona de estudio porque, además de tener eficiencia productiva y económica, posee compatibilidad con la tenencia de recursos productivos de los agricultores y buena relación con sus patrones culturales. De

igual modo, se ha generado para responder a un problema muy sentido por los productores y bajo un proceso participativo de investigación, en el cual la intervención del agricultor ha sido una condición ineludible.

## 4. CONCLUSIONES

Se ha generado un equipo de labranza, llamado Cultivadora INIA, que es liviano y multiusos, de tres tipos: Cultivadora INIA con rueda, Cultivadora INIA sin rueda y Punta INIA. La Cultivadora INIA con rueda puede ser operada bajo tracción humana o animal y es apta para suelos planos o de moderada pendiente, sin terrones ni piedras; pero, también, para lugares donde es imposible trabajar con animales domésticos. La Cultivadora INIA sin rueda solo puede ser operada bajo tracción animal y es apta para todo tipo de suelos, donde se usa el tradicional arado de madera. Y, la Punta INIA es un implemento que aumenta las opciones de uso del tradicional arado de madera.

La Cultivadora INIA ha mostrado una reducción de la mano de obra y costo de algunas labores culturales para el manejo de cultivos como deshierba y aporque. Se observaron valores de reducción mayor o igual que el 19 % de la cantidad de mano de obra y de noventa soles de su costo.

La Cultivadora INIA resulta pertinente para la zona de estudio por mostrar eficiencia productiva y económica, compatibilidad con la tenencia de recursos productivos de los agricultores y buena relación con sus patrones culturales.

### **Declaración de intereses**

Ninguna.

## Agradecimientos

Se agradece al Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA) por financiar parte de esta investigación y a la “Asociación Unión de Crédito y Ahorro (UNICA) Virgen del Rosario” por ser el aliado estratégico; asimismo, a los compañeros de trabajo de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca, por haber facilitado, participado y apoyado en las diferentes actividades; así como, a los agricultores participantes de este trabajo.

## Referencias

- Alva, C. (2016). *Labranza con motocultores, motoazada y labranza tradicional en terrazas en la agricultura familiar-Comunidad Campesina Barrio Bajo, Matucana - Lima*. [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2221/F07-A4-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cooperación Técnica del Gobierno Suizo, P. H. (1993). *Mecanización Agrícola* (COTESU-HER). <http://www.recta.org/pdf/IIMAHistoria-Es-22avril03.pdf>
- Diego-Nava, F., Herrera, M., García de la Figal, A.E. & Martínez, J. R. (2015). Análisis de los sistemas de fuerza surgidos durante la operación del Arado de palo tradicional mexicano. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(1), 29–37. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-00542015000100004&lang=pt%0Ahttp://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v24n1/rcta04115.pdf](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542015000100004&lang=pt%0Ahttp://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v24n1/rcta04115.pdf)
- Fals, O. (2003). *La ciencia y el pueblo: nuevas reflexiones*. En: *La Investigación Participativa - Inicios y Desarrollos*. (María Cristina Salazar ed. s.l.:Cooperativa Editorial Magisterio. (ed.)).
- Gómez-Calderón, N., Villagra-Mendoza, K. & Solórzano-Quintana, M. (2018). La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo (revisión literaria). *Revista Tecnología En Marcha*, 31(1), 170. <https://doi.org/10.18845/tm.v31i1.3506>
- González-Palacios, M.A. (2011). Procedimientos de diseño en mecatrónica. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 1, 209–222. <http://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v12n2/v12n2a10.pdf>
- Hagman, J. (2004). *Aprendiendo juntos para el cambio* (R. de E. Para & D. R. A. C. F. Rockefeller. (eds.); 1ª Edición).
- INEI. (2012). IV Censo Nacional Agropecuario. *Resultados Definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario*, 62. <http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pdf>
- INEI. (2017). *Migraciones internas*. [https://peru.iom.int/sites/default/files/Documentos/20-03-2017\\_Publicación\\_Migracion\\_Interna\\_por\\_Departamentos\\_2015\\_OIM.pdf](https://peru.iom.int/sites/default/files/Documentos/20-03-2017_Publicación_Migracion_Interna_por_Departamentos_2015_OIM.pdf)
- Iturri, M.P., Amat, C., Sierra, L., Nacional, P., Naturales, R. & Realizadas, A. (1999). *La Conservación de Suelos en la Sierra del Perú - Sistematización de la Experiencia de PROMANACHCS en la Lucha contra la Desertificación*. <http://repiica.iica.int/docs/BV/AGRIN/B/P36/XL2001600312.pdf>
- Leiva-Sajuria, C. (2014). La agricultura y la ciencia. *Idesia*, 32(3), 3–5. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292014000300001>
- Morles, V. (2002). Sobre la metodología como ciencia y el método científico: un espacio polémico. *Revista de Pedagogía Versión Impresa ISSN 0798-9792*, 121–146. [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-97922002000100006&script=sci\\_arttext&tlng=e](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-97922002000100006&script=sci_arttext&tlng=e)
- Navarro-Bravo, A., Figueroa-Sandoval, B., Martínez-Menes, M., González-Cossío, F. & Osuna-Ceja, E. (2008). Indicadores físicos del suelo bajo labranza de conservación y su relación con el rendimiento de tres cultivos. *Agricultura Técnica En México*, 34(2), 151–158.
- Panorama Cajamarquino. (2018). *Agro de Cajamarca es el segundo menos productivo del Perú*. 10. <http://www.ipe.org.pe/portal/wp-content/uploads/2018/09/2018-09-03-Agro-de-Cajamarca-es-el-segundo-menos-productivo-del-Perú-Informe-IPE-Panorama-Cajamarquino.pdf>
- Rodríguez, D. (2011). *Informe de Estudio Científico de Innovación Tecnológica de la Cultivadora INIA*.
- Rodríguez, G. (1983). *Manual Diseño Industrial*. <http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/libroselec/16ManualDI.pdf>
- Rodríguez, J. (2020). *Testimonio sobre Arado Andino*.
- Rodríguez, S. & Orbegoso, L. (2018). Diagnóstico de los sistemas de producción y mecanización en Perú. *Revista Científica Institucional TZHOECOEN*, 10. <https://doi.org/https://doi.org/10.26495/rtzh1810.327933>
- Salcedo, S. & Guzman, L. (2014). *Agricultura familiar en América Latina y el Caribe*. <http://www.fao.org/3/i3788s/i3788s.pdf>

Senge, P. (1998). *La quinta disciplina. El arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje*. <https://www.univermedios.com/wp-content/uploads/2018/08/La-quinta-disciplina-Peter-Senge-.pdf>

Tejada, T. (2009). Acercamiento a los agricultores en Cajamarca, Perú: generación de una tecnología para trigo y cebada mediante un modelo alternativo de Investigación Agrícola. In *DEA en Ingeniería Rural*, UPM. Almería.

Valdés, R. & De Calzadilla, J. (2008). Fabricación de yugos para bueyes. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*,

Vol. 17, No. 2, 17(2), 72-78. <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=405a545c-bce2-4dc5-85cc-be31fa6bbb63%40sessionmgr4007>

Vargas-López, S., Bustamante-González, A., Delgado-Alvarado, A., Zaragoza-Ramírez, J.L., Aceves-Ruiz, E., Olvera-Hernández, J.I. & Zepeda-Casillas, L.A. (2018). Los animales domésticos en el modo de vida de las etnias de la montaña de guerrero, México. *Agroproductividad*, 11, 169-175. <https://doi.org/https://doi.org/10.32854/agrop.v11i10.1264>