



Sistemas de ordeña automatizados: implicancias en las prácticas laborales de trabajadores de lecherías del sur de Chile

Automated milking systems: implications for labour practices of dairy workers in southern Chile

Andrea Núñez

Universidad Austral de Chile, Chile
andrea.nunez@uach.cl

Guy Boisier

Universidad Austral de Chile, Chile
guy.boisier@uach.cl

 <https://orcid.org/0000-0002-1252-9273>

Laurens Klerkx

Departamento de Economía Agraria, Facultad de Ciencias Agrarias,
Universidad de Talca, Chile / Knowledge, Technology and
Innovation Group, Wageningen University, Países bajos
laurens.klerkx@utalca.cl

Resumen

Este artículo explora las implicancias de la incorporación de sistemas de ordeña automatizados en las prácticas laborales de trabajadores de lecherías del sur de Chile, a través de una investigación cualitativa y transversal. El trabajo de campo consistió en observaciones en terreno y entrevistas semiestructuradas a productores y trabajadores ubicados en las regiones de Los Ríos y Los Lagos, de Chile. Los principales cambios observados desde la perspectiva de los productores son transformaciones en la distribución del tiempo, en el lugar de trabajo y en la administración del personal agrícola. En el caso de los trabajadores, se observaron cambios en las rutinas de trabajo, las labores y las habilidades, que respectivamente se intensifican, cambian y/o se pierden. En síntesis, las principales implicancias observadas, para productores y trabajadores, tienen relación con la organización del trabajo en las lecherías, las transformaciones en las habilidades laborales y el sentido y significado del trabajo agrícola luego de su inserción.

Palabras clave: Sistema de ordeña automatizados, Cambios en las prácticas laborales.

Recepción: 30 Agosto 2023 | Aceptación: 11 Abril 2024 | Publicación: 01 Agosto 2024

Cita sugerida: Núñez, A., Boisier, G. y Klerkx, L. (2024). Sistemas de ordeña automatizados: implicancias en las prácticas laborales de trabajadores de lecherías del sur de Chile. *Mundo Agrario*, 25(59), e248. <https://doi.org/10.24215/15155994e248>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Abstract

This article explores the implications of incorporating milking systems in the labour practices of dairy workers in southern Chile. The research design was qualitative, exploratory and cross-sectional. The fieldwork consisted of field observations and semi-structured interviews with producers and workers located in the Los Ríos and Los Lagos regions. The main changes observed from the perspective of the producers are transformations in the distribution of time, place of work and administration of agricultural personnel. In the case of workers, changes observed in work routines, tasks and skills, which respectively intensify, change and/or are lost.

Keywords: Automated Milking Systems, Change in Work Practices.

1. Introducción

El proceso de digitalización y automatización de la agricultura, también conocido como agricultura inteligente, se materializa en los procesos de gestión de la tierra, animales y personal agrícola (Tey & Brindal, 2012; Wolfert et al, 2017). Por medio de sensores, se recopilan datos para monitorear animales, suelo, agua y plantas (Eastwood et al, 2012; Jago et al, 2013; Scholten et al, 2013), los cuales se utilizan para interpretar el pasado y predecir el futuro (Carbonell, 2016; Wolfert et al, 2017).

La automatización de la agricultura forma parte de un debate internacional, que plantea la discusión acerca de los posibles desafíos socio-éticos que deberían considerarse para prevenir efectos indeseables respecto de dimensiones como el control de la privacidad de los datos, el bienestar animal, los sistemas de organización del trabajo agrícola, la cultura de la producción, el significado del trabajo agrícola, el distanciamiento entre las habilidades de los trabajadores y la reestructuración del mercado de trabajo en el campo, entre otras (Bronson, 2018; Carolan, 2018; Eastwood et al, 2017; Rotz, Duncan et al, 2019; Prause, 2021).

Para el caso de Latinoamérica y Chile, la bibliografía científica recién está explorando el estado de la digitalización (Puntel et al, 2022), pero aún sigue siendo un área geográfica subrepresentada en los estudios científicos (Klerkx et al, 2019). Sin embargo, cada vez se publican más informes de organismos internacionales sobre el nivel de desarrollo de la agricultura digital en países de América Latina y el Caribe, en los cuales se describen sus niveles de adopción, sus agendas gubernamentales y los desafíos institucionales que trae consigo el cambio tecnológico. Entre los países que lideran la adopción de estas tecnologías se encuentra Brasil, seguido por la Argentina y Uruguay.

Chile sigue un nivel más lento de adopción en comparación con estos países (IICA & Bert Federico, 2021; Sotomayor et al, 2021). No obstante, estos enfoques se interrogan sobre los cambios potenciales en las prácticas de trabajo agrícolas, que en el caso de la producción de leche involucran las labores relacionadas con arreo de animales, ordeña, crianza de terneros, alimentación (cultivo de praderas y forraje), detección de celo, inseminación y partos (Prause, 2020; Martin et al, 2022; Eastwood et al, 2017). Por consiguiente, entre las tecnologías de agricultura inteligente que se hallan presentes en las lecherías están la ordeña robótica, la medición de praderas basadas en satélites, el uso de tecnología de alimentación individualizada de terneros y el uso de sistemas de pastoreo de precisión (Eastwood et al, 2017).

En general, los estudios relativos a los procesos de automatización y digitalización en Chile se han centrado en una mirada económica sobre cómo abordar el proceso de cambio tecnológico, realizando estimaciones sobre su impacto en el mercado del trabajo y analizando las ocupaciones y áreas económicas más vulnerables al reemplazo laboral (Lancapichún, 2013; Rivera Taiba, 2019; Villalobos et al, 2009). Sin embargo, no se ha explorado en profundidad lo que implica en cuanto al contenido y la calidad de trabajo. Por ende, esta investigación es un aporte para conocer cómo la interacción entre humanos y robots modela los procesos y experiencias de trabajo, e incluye el análisis de las labores realizadas y cómo son realizadas. Aunque esto ha sido explorado en otros contextos, como Europa (Driessen & Heutinck, 2014; Finstad et al, 2021; Lundström & Lindblom, 2021; Martin et al, 2022; Prause, 2021; Vik et al, 2019), no se han encontrado estudios para esta área específica en el contexto de América Latina.

La producción de leche en Chile, en el marco de la instalación del modelo neoliberal, se ha caracterizado por un incremento sostenido de requerimientos de eficiencia y productividad orientados a responder a la política económica de inserción en los mercados globales, en el contexto de alta competitividad de la producción agrícola industrial (Engler & Nahuelhual, 2003; Ríos-Núñez & Coq-Huelva, 2012). Desde los años ochenta hasta la actualidad, la política pública a favor de la competitividad del sector desarrolló acciones para asegurar una oferta de leche para la industria transformadora, que cumpla con determinadas condiciones de sanidad y calidad, como también orientadas a la creación de una institucionalidad mediante políticas de creación de consorcios empresariales, que permita articular a los actores vinculados con la cadena productiva de la leche.

El año 2014 marcó un punto de inflexión en la producción lechera, debido a la instalación del primer sistema de ordeña automático en pastoreo, para Chile y para Latinoamérica. A nivel global, el primer robot de ordeña fue instalado en Holanda en 1992. A partir de esa fecha, se ha generado una serie de investigaciones acerca de sus efectos tanto en la vida de los productores de leche como en el bienestar de los animales (Butler et al, 2012; Holloway, 2007; Holloway et al, 2013; Porcher, 2006; Porcher & Schmitt, 2012; Stuart et al, 2013).

Desde la entrada en funcionamiento de la primera lechería robotizada en pastoreo en Latinoamérica, la producción agropecuaria y el trabajo agrícola se enfrentan a un fenómeno global, que involucra la automatización y digitalización de las labores realizadas por trabajadores rurales, con lo que se instala la discusión acerca de su rol en el proceso de ordeña. Esto, a su vez, desafía a replantearse su especificidad ante la emergencia del proceso de automatización en la actividad agropecuaria. En suma, esta investigación explora las implicancias que los robots de ordeña suscitan tanto en términos de la administración como en las prácticas laborales de trabajadores agrícolas en lecherías de las regiones de Los Ríos y Los Lagos.

El impacto de la digitalización en el trabajo agrícola es un área de investigación relevante en los debates internacional sobre trabajo agrícola y digitalización (Prause, 2021; Martin et al, 2022). En este sentido, esta investigación abre el debate sobre los posibles impactos que la introducción de robots de ordeña pueda provocar en la redefinición de habilidades requeridas para la gestión de las labores en la producción de leche en contextos latinoamericanos.

La presencia de trabajadores con bajo nivel educacional y/o con menos habilidades para adaptarse a las nuevas competencias requeridas puede desencadenar un proceso de marginalización del trabajo agrícola. Por otro lado, respecto de las actividades de administración y prácticas de trabajo en lecherías, esta investigación permite una comprensión desde la mirada del usuario humano, para así indagar en la subjetividad y experiencia de los trabajadores. Estos interactúan con dispositivos tecnológicos, lo que conlleva una redefinición de sus funciones en el predio y de su relación con los animales (Driessen & Heutinck, 2015), y en definitiva termina modificando la subjetividad de productores y trabajadores en un predio lechero.

El artículo se organiza con los principales elementos teóricos-conceptuales empleados para el análisis de los datos, continúa con una descripción de los principales hallazgos y concluye en un ítem de discusión bibliográfica y conclusiones referentes al diálogo entre marco teórico y principales resultados.

2. Motivaciones, interacciones y habilidades derivadas de la adopción de robots de ordeña

2.1 Motivaciones para la adopción de robots de ordeña

Carolan (2019), en su estudio sobre el futuro de la producción agrícola ante la emergencia de la automatización del trabajo, señala que las dinámicas de cambio están vinculadas a factores estructurales, entre los cuales destaca el imaginario neoliberal. Este tipo de discursos conduce a acciones anticipatorias ante las amenazas de disponibilidad de mano de obra, las expectativas de ganancias futuras relacionadas con ventajas que permiten estas tecnologías y la urgencia de aumentar la producción de alimentos por el riesgo de catástrofes ambientales y el aumento de la población. Así, las decisiones de inversión son tomadas en función de los beneficios futuros.

Asimismo, Burton (2004) indaga en lo que significa ser un “buen agricultor”, situación influida por la orientación productivista de la agricultura. Tal escenario genera un aumento de la inversión, en el contexto de escenarios anticipatorios y, sobre todo, de las expectativas de solución que estas tecnologías otorgan para la reducción de las incertezas de los factores de producción.

Por otra parte, y a diferencia de las razones estructurales mencionadas por los autores anteriores, el trabajo realizado por Martin et al (2020) logra, entre sus hallazgos, definir cuatro dimensiones de análisis referidas a las transformaciones laborales producidas a partir de la adopción de esta tecnología: i) la estructura productiva y

mercado del trabajo agrícola; ii) la organización del trabajo agrícola; iii) la significación o sentido del trabajo; iv) el desempeño laboral. En relación con las razones económicas, el trabajo pone en contraste las discusiones sobre los beneficios que impactan en la rentabilidad y los retornos que produce su incorporación respecto de los sistemas de ordeña convencionales. Señala que existe consenso en que la adopción de sistemas de ordeña automático significa un alto costo de inversión en tecnología y bajo costo en mano de obra; sin embargo, las razones económicas no explicarían por sí solas la adopción.

Los factores de éxito y los desafíos en la gestión de lecherías robotizadas, junto con los cambios observados en torno al trabajo, son abordados por la investigación de Lundström y Lindblom (2021) mediante el estudio de las experiencias y las reflexiones de agricultores suecos. Estos autores señalan entre sus hallazgos motivaciones relativas a la dimensión de los cuidados, indicando razones como, por ejemplo: i) mejoras en las condiciones de vida de los agricultores, dado un decrecimiento de problemas de salud física relacionados con el trabajo de ordeñas; ii) mejoras en las condiciones laborales, en el sentido de obtener mayor flexibilidad en sus rutinas de trabajo, con más tiempo libre, y otras relacionadas con la mayor independencia de mano de obra, junto con la posibilidad de atraer a trabajadores más calificados.

En ese contexto, la incorporación de robots de ordeña en la producción de leche se avizora como una posible solución tecnológica para revertir la disminución de mano obra en el sector rural y el envejecimiento de los productores. El uso de esta tecnología sería un incentivo que atraería a nuevas generaciones de agricultores y trabajadores, más interesados en análisis de datos y que valoren el trabajo flexible (Butler, Holloway & Bear, 2012; Lundström & Lindblom, 2021). No obstante, el manejo del servicio de ordeña en atención al rebaño requiere la cooperación de trabajadores especializados en labores de diseño de cercos y análisis de datos (Butler et al, 2012; Owen, 2003; Seabrook, 1992; Spahr & Maltz, 1997). Por lo tanto, más que la sustitución definitiva de la mano de obra campesina, significaría una menor absorción de trabajadores en el rubro y el reemplazo de aquellos trabajadores considerados de menor nivel; según Carolan (2019): “Podría ser el caso de los operarios y ordeñadores, quienes son reemplazados por trabajadores con mayores habilidades, como programadores y técnicos”.

En tal sentido, los robots de ordeña operan bajo un enfoque de automatización flexible, en el que coexisten ambos sistemas -operación manual y automatizada-. Si bien es cierto que, al incorporar este sistema, los trabajadores ya no se desempeñan como ordeñadores, aún están a cargo de la supervisión de las labores del robot, en situaciones en las que no es posible realizar la ordeña en forma automática, por problemas de ajuste del brazo robótico a las ubres del animal, lo que implica la intervención humana para resolverlo.

Si tomamos el enfoque de análisis de Human Robot Interaction, enfocado en el diseño, comprensión y evaluación de la interacción entre humanos y robots que pueden comunicarse o compartir un espacio físico común, los trabajadores agrícolas y los robots de ordeña interactúan en un sentido de “colaboración” que permite continuar con los ritmos y flujos de los animales, junto con ser una colaboración crucial en la etapa de entrenamiento y adaptación del rebaño al proceso automático (Vasconez, Kantor & Auat Cheein, 2019).

En síntesis, cada uno de los autores pone énfasis en distintas dimensiones de análisis sobre las motivaciones para la adopción tecnologías de agricultura inteligente, entre las cuales se encontrarían razones estructurales vinculadas con escenarios anticipatorios respecto de las expectativas de beneficios que estos sistemas otorgarían para controlar los factores de producción inciertos; razones económicas, del cuidado y calidad de vida de los agricultores; y finalmente, aquellas asociadas a modificaciones en el mercado del trabajo y a la relación de colaboración entre humanos y robots.

2.2 Interacción entre humanos, animales y tecnología en lecherías

Usando el denominado “triángulo de la domesticación”, Finstad et al (2021) investigan la integración y el aprendizaje, asociados a la interacción entre humanos, animales y nuevas tecnologías. A partir de la experiencia relatada por los agricultores, logran analizar cómo y de qué forma el aprendizaje envuelve tanto a humanos,

animales y robots con varias interacciones y retroalimentaciones entre ellos. Estudiar, entonces, la práctica significa reconocer su “naturaleza viva” y comprender que el desempeño del robot cambia en su relación con sus usuarios.

En este sentido, se vuelve fundamental identificar las habilidades en juego en el proceso de ordeña tradicional, para luego establecer una comparación entre ambos sistemas. La ordeña tradicional utiliza maquinaria agrícola para facilitar la extracción de la leche, que es operada por un trabajador en su función de ordeñador. Por el contrario, ahora la labor de ordeña es realizada íntegramente por un robot que, además de extraer leche, proporciona un cúmulo de datos relevantes para las labores de crianza animal (Meijering et al, 2004). De esta manera, el robot se posiciona como un dispositivo tecnológico y de saber, ya que recopila datos sobre la salud y el rendimiento del animal, con los cuales se toman decisiones sobre la producción; así, directamente se reemplaza una acción antes realizada por humanos. En concreto, el robot permite ampliar el rango de acción y espacialidad de la lechería, a través de su ensamblaje con dispositivos móviles que se sitúan como instrumentos indispensables para poner en contacto a productores y trabajadores con su labor (Holloway, 2007).

Por otro lado, Bear et al (2017) a través de su investigación sobre experiencias de uso de robots de ordeña, en sistemas de crianza estabulada, describe críticamente las experiencias sobre ética de cuidado animal, responsabilidad y compromiso humano-animal, que se dan en los sistemas que limitan el pastoreo. En sus inicios, los robots de ordeña fueron diseñados en este modelo de producción; permitían el control exhaustivo del rebaño, y específicamente de sus ritmos y flujos al interior de las instalaciones. Consistía en un control detallado de los gastos operacionales de la producción animal y, por tanto, de leche. En tal sentido, Holloway (2007) pone en cuestión el discurso respecto de las ventajas asociadas a la salud y el bienestar animal que proporciona este sistema, demostrando que otro tipo de relaciones -dominación animal- surge ante la emergencia de estas tecnologías.

Para el caso, ahondaremos en aquellos aspectos vinculados con los cambios en el rol y la identidad del trabajador agrícola, en términos de sus habilidades y labores, que se modifican en función de la intervención de este tipo de tecnología. Esta cuestión es ampliamente analizada por Butler y Holloway (2016), que señalan que, “como resultado, el rol humano es redefinido en el sistema de ordeña robotizada, con énfasis en el “stockperson” quien necesita mejorar sus habilidades, por medio de la observación cerca de sus vacas en otros lugares y momentos que no son la oportunidad acostumbrada que existía durante los tiempos de ordeña tradicionales”.

Ante la discusión sobre la sustitución versus la complementariedad de la relación entre el ser humano y el trabajo robotizado, Marinoudi et al (2019) señalan que, en la actividad agrícola de carácter industrial, los trabajadores desempeñan labores cognitivas, que podrían ser sustituidas por el diagnóstico realizado por un robot; se reemplazarían así habilidades cognitivas de los trabajadores. Sin embargo, tal sustitución podría ser más bien una complementación del trabajo de diagnóstico humano, ya que los parámetros de salud que provee el robot pueden ser sólo un soporte o confirmación del diagnóstico oficial (Eastwood et al, 2022; Prause et al, 2021).

Por otro lado, los procesos de automatización pueden reducir los requerimientos de las habilidades humanas, por ejemplo, en el caso de sistemas de dirección automatizada y sistemas de navegación en maquinaria agrícola, y relegar al trabajador sólo a una función de supervisión, ya que el complemento de esta tecnología con un sistema de inteligencia artificial permite tomar decisiones que reemplazan las funciones operativas que realizaba con anterioridad un humano. Al respecto, Rivera Taiba, (2019) elabora un modelo para predecir el impacto real de los procesos de digitalización y automatización en la producción agrícola, que determina el reemplazo de labores rutinarias y no rutinarias. Se genera de ese modo un proceso de incremento de mano de obra con mayor calificación, en términos de mayor heterogeneidad de las funciones y habilidades, con lo que se produce un efecto denominado “Polarización del trabajo”, por el cual aumenta la alta demanda de trabajadores más calificados, con salarios altos y, en su lado opuesto, de trabajo con baja calificación; queda

un espacio residual de labores de rango medio (Marinoudi et al, 2019; Rivera Taiba, 2019; Rotz, Gravely et al, 2019).

Con respecto al proceso de adaptación de los trabajadores, Higgins et al (2017) señalan que es relevante “Comprender cómo se genera el conocimiento en la granja y cómo los trabajadores ponen parte de sus conocimientos y talentos para la adopción de estas nuevas tecnologías. Un ejemplo de ello es cómo se realiza un procedimiento de adaptación de las vaquillas al robot, es decir, el lechero hace uso de sus talentos para generar las mejores condiciones de ajuste entre el animal y el robot”.

2.3 Habilidades laborales

Fitzgerald (2018), en su estudio sobre el maíz híbrido y el trabajo de los agricultores, realiza un seguimiento de la historia de la introducción del maíz híbrido en Estados Unidos para dar cuenta de la trayectoria del desarrollo biotecnológico a partir de tecnologías que suplantando o descartan las habilidades de los trabajadores. El concepto desarrollado en esa investigación es el de “Farmers deskilled” o “Pérdidas de habilidades”, que, siguiendo argumentos de Prause (2021), podría trasladarse al análisis de la producción de leche, en función de la digitalización de procesos de la salud animal por los datos que entrega el robot.

En suma, las implicancias de la incorporación de los robots de ordeña a las labores de trabajadores agrícolas en la producción de leche en el sur de Chile pueden ser sintetizadas en las siguientes visiones. Una, respecto a que el cambio tecnológico generará nuevos puestos de trabajo o cambios en trabajos existentes (McKinsey Global Institute, 2017); otra, que apunta a que el cambio tecnológico reemplazará o desplazará la mano de obra humana (Attewell, 1987; Braverman, 1998 [1974]; Nica, 2016), junto con su incidencia en el proceso de mercado del trabajo, a través del proceso de “Polarización del trabajo” (Marinoudi et al, 2019). En este mismo sentido, Rotz et al (2019) señalan la irrupción de un mercado laboral bifurcado entre trabajo de alta y de baja especialización. Respecto de las habilidades que se pierden, ello tiene relación con la interacción entre ordeñador y rebaño, ya que en el caso de los sistemas de ordeña automatizados estos dispositivos surgen como intermediarios entre los trabajadores y la labor de ordeña, y tienen una relación mediada, en la que deben modificar su experiencia en la identificación del estado de salud de las vacas, ahora sujeta a la interpretación de datos (Martin et al, 2020).

En cuanto a la primera perspectiva, la generación de nuevos puestos de trabajo o cambios en trabajos existentes, Lundström & Lindblom (2021) se refieren a las prácticas de cuidado, producidas por medio del aprendizaje entre animales, tecnologías y humanos, desarrollando nuevas prácticas de trabajo, como por ejemplo, los ordeñadores deben ser capaces de interpretar los datos que entrega el robot para luego generar una “lista de atención”, pues necesitan priorizar las tareas -configuración del robot y aplicación de tratamiento de salud- que llevará a cabo para asistir el rebaño.

Las nuevas habilidades se complementan con su experiencia en el oficio, es decir, la lectura de los datos se acompaña de su “conocimiento experto” sobre la mejor acción a ejecutar, en caso de enfermedad o atraso en la ordeña, lo cual significa revisar integralmente el sistema para identificar las causas que han obstaculizado el desempeño tanto del robot como de los animales. En esta misma línea, tanto Butler et al (2012) como Martin et al (2020) señalan que la adopción de sistemas de ordeña automáticos cambia el rol de los trabajadores agrícolas respecto a las labores y rutinas que realizaban en la ordeña tradicional, en este caso específico, concentrando sus acciones en la supervisión de las vacas y el sistema en general, más que la ordeña propiamente como tal. Esta transformación trae consigo una nueva visión sobre lo que es un buen desempeño en la lechería. En palabras de Holloway (2007): “En los sistemas de ordeña automatizados, ser un buen agricultor se basa en los conocimientos y habilidades desarrolladas a lo largo de la experiencia y del contacto directo con el rebaño, por ejemplo por medio de la labor de ordeña”.

Otro de los aspectos a considerar es el sistema de alarmas que genera el robot relacionadas con su funcionamiento, como por ejemplo el ajuste adecuado de los brazos de robot a las ubres. Las alertas son

enviadas a través de los teléfonos celulares de los ordeñadores, en cualquier horario y lugar (Martin et al, 2020), lo que ocasiona algún grado de estrés mental en los trabajadores (Lundström & Lindblom, 2021). Según estos autores, este tipo de tecnología ha dejado atrás el esfuerzo físico, pero ha añadido otras dificultades, en el sentido de i) gestión más compleja derivada de la administración del robot y análisis de datos; ii) contratación de mano de obra más calificada para cumplir con estas funciones; iii) servicio de atención 24/7, debido a las alarmas del robot; iv) alto costo de inversión de los robots.

En cuanto a la segunda perspectiva, lo que se pierde en cuanto a habilidades o se reemplaza por tecnología, la bibliografía señala que por un lado existirían habilidades nuevas a desarrollar, como por ejemplo las capacidades para el análisis de datos (Martin et al, 2020), y eventualmente se debería utilizar esta información para verificar lo que sus experiencias en el trabajo con animales indica sobre los parámetros de salud y bienestar de los animales. Con el sentido de evitar la pérdida de habilidades es necesario utilizar los datos como fuentes de información interpretables, conforme a sus conocimientos de expertos y no como única fuente de información válida.

3. Aspectos metodológicos

El enfoque elegido en esta investigación es del tipo cualitativo, descriptiva y transversal, debido a que es un fenómeno emergente y del cual no existen mayores antecedentes para el caso chileno.

La recolección de datos se hizo en dos etapas. La primera (octubre 2018-enero 2019) consistió en entrevistas exploratorias sobre razones laborales que determinan la introducción de tecnologías de robots de ordeña, dirigidas a actores clave de la cadena de producción de leche en las regiones de Los Ríos y Los Lagos, en Chile. Entre ellos, se consideran productores lecheros, trabajadores agrícolas, representantes de la industria proveedora, gremios agrícolas y representante de la institucionalidad a cargo de las políticas de innovación agrícola en Chile. La segunda etapa (junio-julio 2019) incluyó observaciones en terreno, junto con entrevistas semiestructuradas dirigidas a productores y trabajadores asalariados de predios, que hacen uso de robots de ordeña, para indagar en las transformaciones laborales más significativas a partir del uso de los sistemas de ordeña automatizados.

La muestra es de tipo intencionada y, a partir de un muestreo bola de nieve, se logró identificar a 5 productores/as de la región de Los Ríos y la Región de Los Lagos. En total se realizaron 41 entrevistas para la primera etapa de trabajo, y en la segunda etapa entrevistamos a 10 trabajadores y 5 agricultores lecheros que se desempeñan en lecherías robotizadas.

Algunos datos que caracterizan los predios visitados se sintetizan en la Tabla 1, en la que se describen los predios visitados, su ubicación geográfica, la cantidad de trabajadores, los robots de ordeña disponibles y su fecha de instalación.

Tabla 1
Registro empírico de productores y trabajadores /as entrevistados

Región	Comuna	Casos	Trabajadores/as	Robots	Fecha de instalación
Los Ríos	Futrono	Lechería 1	4	4	2014
	Río Bueno	Lechería 2	1	2	2015
Los Lagos	Ancud	Lechería 3	1	1	2018
	Osorno	Lechería 4	1	2	2018
	Los Muermos	Lechería 5	3	3	2018

Fuente: Elaboración propia

4. Resultados

Los resultados se organizan en las siguientes secciones: i) la estructura de la ordeña robótica y cómo cambia el trabajo; ii) nuevas prácticas de trabajo; iii) labores que cambian en su naturaleza; iv) Labores que se han intensificado y v) habilidades susceptibles de perderse.

4.1 La estructura de la ordeña robótica y cómo cambia el trabajo

Los robots de ordeña necesitan para su funcionamiento una infraestructura física y digital distinta del sistema tradicional. La diferencia fundamentalmente está dada por la posibilidad de monitoreo permanente y en tiempo real tanto de las funciones ejecutivas del robot como de las funciones de reconocimiento del estado de salud y calidad de la leche. Para esto, se necesita de un soporte digital (internet) que posibilite la transferencia de datos hacia el sistema de análisis de información, alojados en dispositivos móviles, tales como computadoras y/o celulares.

La infraestructura física requiere instalar un generador de electricidad, que otorgue independencia a las lecherías, del sistema de distribución local para mantener un ritmo constante en la ordeña -24 horas-. Con respecto al diseño predial, los caminos internos se adaptan para que las vacas puedan transitar fácilmente desde los sectores de pastoreo hacia la sala de ordeña. Sin estas condiciones, se corre el riesgo de distanciamiento en los periodos de ordeña de las vacas o “vacas atrasadas”, lo cual influye en la cantidad de vacas que son arreadas individualmente, condición que se espera evitar por completo en los sistemas automáticos gracias a la “voluntariedad” de las vacas, aun cuando el comportamiento esperado para el rebaño está supeditado al estado de mantención de estos caminos y al manejo de las franjas de pastoreo. Sin estas dos condiciones, existen altas posibilidad de aumento de enfermedades como mastitis y cojeras y, por otro, la generación de una obstrucción en la sala, pues el manejo de los flujos de animales, obedecen a una estimación de la cantidad de pasto susceptible de ser consumido por las vacas en un tiempo determinado. En definitiva, sin una estimación correcta del tiempo, las franjas de pasto y la carga animal, se incurre en presiones sobre animales y sobre los trabajadores.

A partir de los resultados de las entrevistas a los trabajadores asalariados, se pudieron identificar cambios relacionados con nuevas rutinas, labores y habilidades. En el caso de los productores, se observan modificaciones en la distribución del tiempo, lugares de trabajo y administración del personal agrícola.

La Tabla 2 sintetiza el impacto del robot de ordeña en la reconfiguración de rutinas, labores y habilidades, de productores / administradores como de trabajadores asalariados.

Tabla 2

Impacto del robot de ordeña en la reconfiguración de rutinas labores y habilidades de productores / administradores como de trabajadores asalariados

	Productor/Administrador	Trabajador asalariado
Rutinas	Mayormente diurnas	Mayormente diurnas
Labores	Acceso a mayor flexibilidad laboral	Trabajo doméstico, sin una función determinada
	Administración remota	Asistencia remota
Habilidades	Desarrollo de nuevas habilidades de administración	Desarrollo de nuevas habilidades laborales

Fuente: Elaboración propia

La rutina de trabajo se ajusta a un modelo de jornada laboral diurna de 45 horas semanales, aspecto altamente valorado. Sin embargo, ahora su extensión “mental” se prolonga las 24 horas del día, ya que los trabajadores deben asistir presencialmente ante una alerta del robot. Esta situación evita la rutina de madrugada; por el contrario, las jornadas cambian de horario, pero se prolongan por tiempo indefinido, con lo que ocupan un espacio virtual en sus tiempos de ocio. Se crea así un tiempo de trabajo laxo, en el que el espacio y tiempo ya no son importantes para cumplir la labor. A su vez, los productores disponen de un sistema de alerta, a través de un llamado telefónico, para que los trabajadores puedan recibir instrucciones sobre cómo solucionar la falla técnica.

Así, el funcionamiento, administración y análisis de los datos se amplían y expanden fuera de los márgenes de acción que constituyen la microgeografía de la lechería. Ahora su funcionamiento depende del soporte y engranaje de trabajadores externos; se moviliza una dimensión del trabajo de carácter remoto, digital, en la nube, y su conexión material es sólo mediante nuevos dispositivos tecnológicos, que permiten ese distanciamiento físico del predio. Ante una falla del robot, el encargado de sala -ya no ordeñador- se pone en contacto con el proveedor, para que verifique los datos que entrega el computador. Consultado sobre si han tenido algún problema en el funcionamiento, la respuesta fue:

Bueno, problemas no hemos tenido, porque si tengo alguna duda, yo llamo al técnico, y como esto está conectado a una red de internet, ellos todo lo tienen en el computador. Y yo le digo “Tal robot está fallando” y el computador le va diciendo qué parte está fallando; y yo le voy diciendo, y él me va diciendo qué hacer, y voy donde está el problema y me va dando indicaciones (S. Q., administradora, Los Lagos)

A su vez, los productores toman decisiones a distancia, como distinguir entre la leche de descarte y para la venta y controlar el flujo de animales hacia la sala. La interacción entre el operario-ordeñador, el robot y los animales dispara nuevas prácticas de trabajo -análisis de datos, entrenamientos y ajuste de coordenadas para el acople de las pezoneras al robot-; otras prácticas han cambiado su naturaleza -limpieza, arreo y aplicación de tratamientos de salud-; y algunas se han intensificado, como la labor de pastoreo. Respecto de las habilidades laborales en el manejo y reproducción animal, estas transformaciones están íntimamente ligadas con los puntos anteriores, a lo que agregamos el análisis de habilidades susceptibles de perderse, en la medida en que se afiancen los criterios de validez sobre el uso de los datos y se desestimen los conocimientos y la experiencia del oficio de ordeñador.

A continuación, se presentan dos Tablas, que resumen las transformaciones en las formas de trabajo en distintas dimensiones, a partir del uso de robot de ordeña:

Tabla 3

Comparación entre una lechería tradicional y una robótica según transformación en las formas de trabajo de trabajadores

	Lechería tradicional	Lechería robótica
Rutinas de trabajo	Horario de madrugada	Horario continuado
Trabajo de ordeña	Arreo del rebaño	Arreo individualizado
	Ordeñador/a	Operador del robot
	Limpieza de la sala de ordeña	Limpieza del robot
Habilidades	Examen visual sobre el estado de salud de las vacas	Análisis de datos sobre el estado de salud del rebaño
	Operación de maquinaria para ordeña tradicional	Operación de robot de ordeña
	Pastoreo en potrero	Pastoreo por franjas
Bienestar personal	Mayor desgaste físico debido a la ordeña manual	Menor desgaste físico, pues ordeña el robot
	Mayor posibilidad de accidentes ocasionado por contacto con las vacas	Menor posibilidad de accidentes ocasionados por el contacto con las vacas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4

Comparación entre una lechería tradicional y una robótica según transformación en las formas de trabajo de productores

	Lechería tradicional	Lechería robótica
Rutinas de trabajo	Horario de madrugada	Horario continuado
Trabajo de ordeña	Supervisión presencial	Supervisión remota
Habilidades	Examen visual sobre el estado de salud del rebaño	Interpretación de datos sobre producción de leche diaria; vacas ordeñadas y su estado de salud
Bienestar personal	Mayor desgaste, ya que el productor reemplaza al ordeñador en caso de ausencia	Menor desgaste, ya que la ordeña se mantiene constante, independientemente de la ausencia de un ordeñador

Fuente: Elaboración propia

4.2 Nuevas prácticas de trabajo

El análisis de datos, los entrenamientos del rebaño y la conexión guiada del robot son nuevas prácticas que involucran formas de trabajo y habilidades inexistentes en el sistema de ordeña tradicional. Entre estas tres nuevas labores se distingue el trabajo de entrenamiento del rebaño, ya que es el único en el que no se necesita de un computador. En cambio, las funciones de visualización de datos y conexión guiada son procedimientos muy similares a la manipulación de un “teléfono inteligente”, de uso común entre personas de distintas edades.

Por otro parte, el proceso de entrenamiento del rebaño al robot es una de las etapas más difíciles para la puesta en marcha del sistema, que habitualmente tiene una duración aproximada de seis meses. Durante ese periodo las vacas se familiarizan con los robots y aprenden a ingresar a la sala, alimentarse y salir de ella.

La capacidad de interactuar con los sistemas operativos se complementa con los conocimientos agropecuarios de quien realizará una interpretación de la información. Por esta razón, las exigencias han aumentado en las explotaciones en las que los productores delegan ambas funciones al “encargado de sala”. En esos casos, tienen más oportunidades de trabajo los trabajadores que cumplen ambos requisitos -conocimiento agropecuario y TICs-, a excepción de las administraciones que separan ambas competencias y en las que los sistemas son semiautónomos y permiten la conexión manual cuando el brazo robótico falla en la ordeña.

“(…) Todo depende de lo que tú quieras como dueño, porque a lo mejor otra persona valora más el trabajo con el computador y que sea capaz de manejar todos los equipos. Para mí, es importante el bienestar animal. De momento, me interesa más que tenga habilidad con los animales, que sea gentil, que tenga buen ojo para medir las enfermedades, que note, por ejemplo, si hay una vaca en celo. Todas esas cosas, para mí, son más importantes que el trabajo en la sala, porque lo demás yo lo puedo manejar. Ahora, a lo mejor también puede existir un agricultor que a él le va a costar manejar todos estos sistemas y que va a preferir que el trabajador maneje esto [computador]. Todo va en relación al complemento que tú haces”. (M. S., productora, Los Lagos).

Figura 1

Trabajador realizando la labor de conexión guiada



4.3 Labores que cambian en su naturaleza

Las labores que han cambiado en cuanto a su naturaleza son el arreo, la limpieza y la aplicación de procedimiento sanitarios. En la ordeña tradicional, el arreo de animales se realizaba en masa; es decir, se caminaba hacia el potrero y se alentaba a las vacas en rebaño para que caminasen hacia la sala de ordeña. Ahora el arreo se mantiene, pero en horas irregulares y de forma individual, ya que se identifica sólo a las vacas que no se han ordeñado desde la última revisión de datos en el computador. Las labores de mantenimiento de la sala de ordeña -limpieza del suelo y equipos de ordeña- se realizaban una vez terminada esta. En los sistemas automáticos se hacen una limpieza del robot y cambios de piezas en el caso de ser necesario. Y, por último, en relación con la aplicación de procedimiento sanitarios, continúa siendo parte de las labores de los trabajadores;

sin embargo, ahora el robot identifica los animales que requieren un tratamiento médico y los separa en un espacio destinado para ello.

Figura 2

Trabajadora realizando la labor de limpieza y mantenimiento del robot



4.4 Labores que se han intensificado

Los trabajadores definen el tamaño adecuado de las franjas de alimentación gracias al conocimiento que tienen del comportamiento del rebaño. El diseño de cercos implica largas caminatas, junto con un conocimiento acabado sobre nutrición, condiciones de suelo, crecimiento de pasto y ritmos de alimentación de los animales. Al respecto, se piensa que, independientemente de las labores de ordeña, todo el trabajo de mantención del animal y del robot inciden en la calidad del producto final. Otra visión es aquella en la que se espera que, a medida que el robot cobre más protagonismo en la calidad de la leche, no se justificaría la entrega de bonos de calidad y cantidad de leche a los trabajadores, como ocurre en la actualidad.

4.5 Habilidades susceptibles de perderse

En el sistema de ordeña tradicional, los ordeñadores entregan información a los supervisores sobre el estado de salud de las vacas y sobre posibles celos. Por el contrario, en el sistema automático la identificación de los parámetros de salud es ratificada en función de los datos que brinda el robot. Estos aspectos representan espacios de tensión entre las opiniones de los trabajadores y de los administradores sobre la validez de sus observaciones, en comparación con la supuesta certeza que entrega el sistema de gestión.

“Cuando van al robot y el equipo les dice “Estas están listas para inseminar por todas estas razones, por los sensores, por los collares o por toda la información que generan”, ellos [los inseminadores] dudan, lo cuestionan. Entonces yo les digo: “No cuestiones, aquí no va haber un castigo, no va haber un reproche si esto no funciona. Si esto no funciona, ya, bueno, le podremos echar la culpa al sensor, pero si el sensor te dice y tú no lo haces, eso sí va a ser culpa tuya, porque tienes toda esta información que abajo [sala tradicional] no tienes, pero lo haces igual, en la sala tradicional (...)”. La gente se siente un poco amenazada. Entonces, yo creo que fallamos, nosotros como dueños, en decirles que esto no es una amenaza; esto te va a dar un plus para hacer tu tarea mucho más tranquilo” (A. W., productor, Los Lagos).

5. Discusión y conclusiones

Esta investigación ha explorado las implicancias del uso de robots de ordeña en las prácticas de trabajo tanto de productores como de asalariados agrícolas, buscando responder a la pregunta sobre qué tipo de cambios experimentan trabajadores agrícolas, a partir de la introducción de robots de ordeña en lecherías del sur de Chile.

En esta discusión contestamos esta pregunta y reflexionamos sobre cómo se comparan nuestros hallazgos con la bibliografía internacional. Las conclusiones por describir son fuentes de inspiración para futuras indagaciones sobre esta materia.

5.1 Efectos a nivel personal: pérdida de habilidades y nuevas habilidades

Las transformaciones en las prácticas de trabajo a partir de la introducción de robots de ordeña están en sintonía con las experiencias y resultados que la bibliografía internacional señala. En términos generales, y tal como lo indican los trabajos de Butler et al (2012), Lundström & Lindblom (2021) y Martin et al (2020), el sistema automático modifica significativamente i) la estructura y mercado del trabajo; ii) la organización del trabajo; iii) el desempeño o rendimiento; y iv) el sentido o significado del trabajo agrícola. A su vez, para comprender el aporte del caso chileno a la bibliografía existente es necesario destacar las diferencias del contexto productivo en el cual se introduce este tipo de tecnologías. Su introducción en Chile se enmarca en un modelo productivo administrado por sus dueños, con baja injerencia o involucramiento en las labores de campo u ordeña y con un tamaño de rebaño significativamente menor que en los casos europeos. Ello impacta tanto en el sentido del trabajo como en las relaciones laborales, ya que estas atañen más directamente a los campesinos a cargo de la ordeña que a los productores. En el caso europeo, las implicancias positivas y negativas afectan directamente a los productores en el desempeño de sus labores, en el marco de una producción familiar de una escala menor a la chilena.

Por otro lado, y siguiendo las dimensiones de análisis presentadas por Martin et al (2020), en cuanto a las transformaciones relacionadas con el mercado del trabajo y las nuevas habilidades que requieren los trabajadores se observa el fenómeno de “Polarización del trabajo” (Martin et al, 2020), ya que también en Chile es una situación en la que se debe poner atención para evitar una marginalización de trabajadores agrícolas. En el caso de estudio, gran parte de los trabajadores carecen de las destrezas en el uso de TICs, por razones educativas, generacionales o precariedad en los programas de capacitación en el uso del sistema automático, lo que genera una situación de dependencia con el supervisor y/o del servicio técnico.

Por el contrario, esta situación podría representar, como ocurre en países del norte de Europa, un atractivo para jóvenes trabajadores, que valoran la flexibilidad horaria que entrega el sistema y además reúnen conocimientos tanto en el área agronómica como en el análisis de datos, aun cuando la cantidad de trabajadores se reducirá significativamente (Meijering et al, 2004).

En conclusión, el sistema y su relación con el trabajo están diseñados para operar en su máximo rendimiento, para trabajadores con un perfil específico, que puedan incorporarse como un asistente en la operación, sin necesidad de consultar para la toma de decisiones. En tal sentido, el enfoque de HRI sugiere que un operador/

ordeñador con completa autonomía se relaciona con el robot en condiciones de “colaboración” (Vasconez et al, 2019).

El nivel de especialización que reviste el trabajo de “colaboración” implica un esfuerzo adaptativo en el desarrollo de habilidades y destrezas, que los trabajadores elaboran como estrategia para mantenerse funcionales al nuevo sistema. Y, por otra parte, ocasiona instancias de tensión en la forma en que se observan y determinan los parámetros de salud por el comportamiento animal, situación ahora mediada por el análisis de datos. Sin embargo, a la luz de los relatos de productores y trabajadores se produce un proceso intermedio, en el que los trabajadores utilizan su experiencia para identificar los parámetros de salud del animal y luego estos datos se corroboran en los registros del robot; si existiese algún desajuste, entonces se incluye esta actualización de información, cuestión que viene a sostener el argumento sobre la colaboración que presta el hombre a las labores de estos dispositivos tecnológicos.

En esta misma línea, la interacción entre animales y humanos, mediados por el uso del robot (Finstad et al, 2021), remite al concepto de “Domesticación” para hacer notar que el proceso de adopción del sistema automático implica el aprendizaje e integración entre animales, robot y trabajadores, dando cuenta de la “naturaleza viva” de la tecnología y cómo esta cambia a través de las acciones que realizan sus usuarios –trabajadores y ganado-. Esto se puede observar en el proceso de entrenamiento del rebaño al robot.

Con respecto a los cambios en las rutinas de trabajo, los entrevistados valoran el hecho de tener más tiempo personal y no estar sujetos a una rutina de trabajo tan exigente; sin embargo, los estudios internacionales en esta materia (Hansen, 2015) iluminan un aspecto que se manifiesta en los sistemas de ordeña automática en Chile, en relación con el estrés mental que experimentan los trabajadores, que deben atender a las llamadas de alerta del robot, en cualquier día y horario, para solucionar problemas en su operación.

Por último, con relación a la subjetividad de los trabajadores agrícolas, hay similitudes en los hallazgos del caso de estudio y los de la bibliografía internacional. Así, los trabajadores ya no se desempeñan en estricto rigor como ordeñadores, sino que su función obedece más bien a un supervisor y/o asistente, tanto del robot como del rebaño. Esto significa también una transformación en lo que se considera que es un “buen trabajador lechero” (Driessen & Heutinck, 2015); es decir, nuevas labores implican nuevas decisiones sobre el bienestar animal y sobre cómo resolver dificultades en la interpretación de los datos para la gestión integral del sistema.

Para el caso chileno, los trabajadores utilizan su experiencia para identificar los parámetros de salud del animal y luego estos datos se corroboran en los registros del robot; si existiese algún desajuste, entonces se incluye esta actualización de información en el robot, y así se genera un proceso de colaboración y domesticación de la tecnología.

5.2 El significado en el cambio estructural del sector lechero

A nivel territorial, la adopción de esta nueva tecnología, en el contexto de la concentración de la industria de producción de alimentos y liberalización de los mercados en Chile, implica riesgos al desterritorializar el trabajo en el campo. De esta manera, hay casos de inversionistas que incorporan estas tecnologías como una manera de reducir el número de trabajadores -ya que sus salarios se han incrementado-, y de controlar a distancia las labores, con lo que se pierde vinculación con el territorio en el cual está emplazada la producción. En el caso del norte de Europa, las propiedades del uso de estas tecnologías sirven directamente para facilitar las labores de los mismos productores, debido a que generalmente son producciones de escala familiar, arraigadas en su forma de vida.

Por otra parte, otra de las propiedades del sistema de ordeña automática es generar alertas permanentes de su funcionamiento, para su atención inmediata, situación que podría propender a un ritmo de trabajo sin intervalos de descanso regulados, producto del uso de dispositivos de trabajo móvil, que tiene resonancia con conceptos como ‘gobernanza algorítmica’ o ‘vigilancia digital’ (Rotz et al, 2019; Brooks, 2021; Stock y Gardezi,

2021), lo que el caso chileno, significa riesgos desde la mirada de una legislación laboral desactualizada en función de estos avances tecnológicos.

Finalmente, y en cuanto a la propiedad de los datos, existe el riesgo latente sobre los efectos del uso de estas tecnologías, respecto del bajo control de los usuarios del tránsito de sus datos en la industria digital, lo cual incentiva aspectos relacionados con el capitalismo cognoscitivo para este tipo de industrias y con los alcances que podría revestir su uso, sin una regulación adecuada.

5.3 Recomendaciones para políticas y futura investigación

El rol de los actores que son parte de las políticas de innovación tecnológica en el contexto de la producción agronómica industrial es de gran importancia para actuar preventivamente, ante los posibles efectos económicos, políticos y sociales inesperados. De esta manera, más que reaccionar, como garantes de credibilidad, por medio de investigaciones que evalúan la calidad técnica de dichas tecnologías, es necesario un enfoque de innovación responsable (Bronson, 2018), que no se cierra al ejercicio de evaluación técnica, sino que aborda los aspectos socio-éticos integrando un diseño de innovación abierta sustentado en un diálogo de todos los actores interesados, especialmente por medio de métodos de innovación centrados en el usuario (Hickey, Berthet y Klerkx, 2018) e innovación responsable (Eastwood et al, 2017; Rose et al, 2021).

Las investigaciones en este sentido deberían recoger aspectos sobre la trayectoria histórica y actual del trabajo en lecherías en Chile, y sobre las condiciones laborales vigentes, y estudios que aborden la heterogeneidad y complejidad de las dinámicas sociales presentes en los territorios rurales actuales, en función del fenómeno actual de migración en el continente sudamericano (Sur-Sur).

Finalmente, la sostenida e histórica migración campo-ciudad es un fenómeno persistente, que no ha sido lo suficientemente estudiado a raíz de los cambios socioculturales que la agricultura inteligente produce, de tal manera que indagar en sus verdaderos efectos para la reestructuración de las dinámicas socioterritoriales y la vida de sus habitantes sugiere estudios que se basen en evidencias científicas, y no meramente especulativas, respecto de los beneficios que estas pudiesen ofrecer para mantener y atraer a nuevas generaciones a los espacios rurales, ya que de persistir las condiciones de precarización y marginalización podrían ser un factor de expulsión en la intersección de factores como el nivel socioeconómico, educacional, género y raza de sus habitantes.

Asimismo, es necesario profundizar acerca del sentido y alcance de los procesos de digitalización y automatización del trabajo agrícola, poniendo el foco en la subjetividad de los trabajadores y teniendo en consideración que, independientemente del profundo cambio que reviste este sistema para mejorar -especialmente los horarios de trabajo- de una de las labores agrícolas de mayor exigencia física y emocional, su incorporación en desconocimiento del marco legal vigente puede profundizar las condiciones de marginalización, desigualdad y explotación laboral. Al respecto, consideraciones como una reestructuración de las condiciones de contratación, que signifiquen un sistema de remuneraciones acorde al nuevo nivel de especialización requerido, junto con promover un sistema de capacitación laboral permanente, ayudarían en parte a mitigar los impactos negativos de la instalación de dispositivos tecnológicos, en el marco de un sistema laboral deficitario en esta materia.

Por último, es de esperar que el robot, como nueva infraestructura física y digital que implica una transformación en las prácticas de trabajo en lecherías, sea una innovación tecnológica que contemple en su diseño las consideraciones sociales, relacionadas tanto con la valoración de las habilidades y saberes de los ordeñadores(as) como respecto de las condiciones de trabajo en territorios rurales, de manera que sus ventajas sean experimentadas por las comunidades agrícolas. Y que, especialmente, recoja las necesidades de igualdad territorial que recaen en las posibilidades de acceso a mejores condiciones de vida para sus habitantes.

Referencias

- Bert, F. (2021). La digitalización de la agricultura, proceso necesario para la transformación positiva de los sistemas alimentarios. *Blog del IICA: Sembrando Hoy La Agricultura Del Futuro*, 1-9.
- Bronson, K. (2018). Smart farming: including rights holders for responsible agricultural innovation. *Technology Innovation Management Review*, 8, 7–14. <https://doi.org/10.22215/timreview/1135>
- Butler, D., Holloway, L. & Bear, C. (2012). Milking Systems and the Changing Role of the Stockperson. *Journal of the Royal Agricultural Society of England*, 173 (January), 1-6.
- Carbonell, I. M. (2016). The ethics of big data in big agriculture. *Internet Policy Review*, 5(1). <https://doi.org/10.14763/2016.1.405>
- Carolan, M. (2018). "Smart" Farming Techniques as Political Ontology: Access, Sovereignty and the Performance of Neoliberal and Not-So-Neoliberal Worlds. *Sociologia Ruralis*, 58(4). <https://doi.org/10.1111/soru.12202>
- Driessen, C. & Heutinck, L. F. M. (2015). Cows desiring to be milked? Milking robots and the co-evolution of ethics and technology on Dutch dairy farms. *Agriculture and Human Values*, 32(1), 3-20. <https://doi.org/10.1007/s10460-014-9515-5>
- Engler P., A., & Nahuelhual M., L. (2003). Influencia del mercado internacional de lácteos sobre el precio nacional de la leche: un análisis de cointegración. *Agricultura Técnica*, 63(4), 416-427. <https://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072003000400010>
- Eastwood, C. R., Dela Rue, B., Edwards, J. P., & Jago, J. (2022). Responsible robotics design—A systems approach to developing design guides for robotics in pasture-grazed dairy farming. *Frontiers in Robotics and AI*, 9. <https://doi.org/10.3389/frobt.2022.914850>
- Finstad, T., Aune, M. & Egseth, K. A. (2021). The domestication triangle: How humans, animals and technology shape each other – The case of automated milking systems. *Journal of Rural Studies*, 84(January), 211-220. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.03.006>
- Hansen, B. G. (2015). Robotic milking-farmer experiences and adoption rate in Jæren, Norway. *Journal of Rural Studies*, 41, 109-117. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2015.08.004>
- Hickey, G., Berthet, E. y Klerkx, L. (2018). Opening design and innovation processes in agriculture: Insights from design and management sciences and future directions. *Agricultural Systems*, 165(June), 111-115. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.06.004>
- Higgins, V., Bryant, M., Howell, A. & Battersby, J. (2017). Ordering adoption: Materiality, knowledge and farmer engagement with precision agriculture technologies. *Journal of Rural Studies*, 55, 193-202. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.08.011>
- Holloway, L. (2007). Subjecting cows to robots: Farming technologies and the making of animal subjects. *Environment and Planning D: Society and Space*, 25(6), 1041-1060. <https://doi.org/10.1068/d77j>
- Klerkx, L., Jakku, E. & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, 90–91(1), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- Jago, J., Eastwood, C. R., Kerrisk, K. & Yule, I. (2013). Precision dairy farming in Australasia: Adoption, risks and opportunities. *Animal Production Science*, 53(9), 907–916. <https://doi.org/10.1071/AN12330>

- Lundström, C. & Lindblom, J. (2021). Care in dairy farming with automatic milking systems, identified using an Activity Theory lens. *Journal of Rural Studies*, 87(October), 386-403. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.09.006>
- Marinoudi, V., Pearson, S. & Bochtis, D. (2019). Robotics and Labour in Agriculture. A context consideration. *Biosystems Engineering*, 184, 111-121. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.06.013>.
- Martin, T., Gasselin, P., Hostiou, N., Feron, G., Laurens, L. & Pursegile, F. (2020). *Robots and Transformations of Work on Farms: A Systematic Review*. 2nd International Symposium on Work in Agriculture, 1-15.
- Meijering, A., Hogeveen, H. & de Koning, C. J. A. M. (2004). Automatic Milking, a better understanding. En A. Meijering, H. Hogeveen & C. J. A. M. de Koning (Eds.), *Wageningen Academic Publishers The Netherlands* (Vol. 3, Issue February 2004). Wageningen Academic Publishers. <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-525-3>
- Porcher, J. (2006). Well-being and suffering in livestock farming: Living conditions at work for people and animals. *Sociologie Du Travail*, 48, e56-e70. <https://doi.org/10.1016/j.soctra.2006.02.001>
- Porcher, J. & Schmitt, T. (2012). Dairy cows: Workers in the shadows? *Society & Animals*, 20, 39-60. <https://doi.org/10.1163/156853012X614350>
- Prause, L. (2021). Digital Agriculture and Labor: A Few Challenges for Social Sustainability. *Sustainability*, 13. <https://doi.org/10.3390/su13115980>
- Prause, L., Hackfort, S. & Lindgren, M. (2021). Digitalization and the third food regime. *Agriculture and Human Values*, 38(3), 641-655. <https://doi.org/10.1007/s10460-020-10161-2>
- Puntel, L. A., Bolfe, L., Melchiori, R. J. M., Ortega, R., Tiscornia, G., Roel, A., Scaramuzza, F., Best, S., Berger, A. G., Hansel, D. S. S., Durán, D. P. & Balboa, G. R. (2023). How digital is agriculture in a subset of countries from South America? Adoption and limitations. *Crop and Pasture Science*, 74(6), 555-572. <https://doi.org/10.1071/CP21759>
- Ríos-Núñez, S. M. & Coq-Huelva, D. (2012). La cadena de valor láctea en Chile desde la intervención estratégica del Estado. *Cuadernos de desarrollo rural*, 9(68), 125-150.
- Rivera Taiba, T. (2019). Efectos de la automatización en el empleo en Chile. *Revista de Análisis Económico*, 34(1), 3-49. <https://doi.org/10.4067/s0718-88702019000100003>
- Rosas Lancapichún, D. (2013). *Análisis de penetración del mercado para la ordeña automatizada en el escenario chileno actual y su relación con proyecciones de venta y adopción en Sudamérica* [Tesis de Pregrado]. Universidad Austral de Chile. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bpmfcir789a/doc/bpmfcir789a.pdf>
- Rose, D. C., Lyon, J., de Boon, A., Hanheide, M. y Pearson, S. (2021). Responsible development of autonomous robotics in agriculture. *Nature Food*, 2, 306-309.
- Rotz, S., Duncan, E., Small, M., Botschner, J., Dara, R., Mosby, I., Reed, M. & Fraser, E. D. G. (2019). The Politics of Digital Agricultural Technologies: A Preliminary Review. *Sociologia Ruralis*, 59(2), 203-229. <https://doi.org/10.1111/soru.12233>
- Rotz, S., Gravely, E., Mosby, I., Duncan, E., Finnis, E., Horgan, M., LeBlanc, J., Martin, R., Neufeld, H. T., Nixon, A., Pant, L., Shalla, V., Fraser, E., Tait, H., Pant, L., Shalla, V. & Fraser, E. (2019). Automated pastures and the digital divide: How agricultural technologies are shaping labour and rural communities. *Journal of Rural Studies*, 68(June 2018), 0-1. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.01.023>

- Sotomayor, O., Ramirez, E. & Martinez, H. (2021). *Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina*. Naciones Unidas & FAO. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46965/4/S2100283_es.pdf
- Vik, J., Stræte, E. P., Hansen, B. G. & Nærland, T. (2019). The political robot – The structural consequences of automated milking systems (AMS) in Norway. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, 90–91(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100305>
- Villalobos, P., Manriquez, R., Acevedo, C. & Ortega, S. (2009). *Alcance de la agricultura de precisión en Chile: estado del arte, ámbito de aplicación y perspectivas*. Departamento de economía agraria en colaboración con el centro de investigación y transferencia en riego y agroclimatología (CITRA), Universidad de Talca, Chile .
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C. & Bogaardt, M-J. (2017). Big data in Smart farming – A review. *Agricultural Systems*, 153, 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>

Roles

Andrea Núñez: Conceptualización; Investigación; Desarrollo o diseño de metodología y Escritura.

Guy Boisier: Administración del proyecto; Adquisición de fondos; Análisis formal; Escritura, revisión y edición; Investigación; Supervisión.

Laurens Klerks: Conceptualización; Escritura; Revisión y Edición; Supervisión.