Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 14/09/2026 | Aceptado: 19/10/2026 | Publicación: 24/11/2026

Centros de operaciones agrícolas y gestión basada en datos en el sector de la caña de azúcar y el etanol: fundamentos para el diseño de procedimientos operativos y sus repercusiones.

Centros de operaciones agrícolas y gestión basada en datos en el sector de la caña de azúcar: fundamentos para el diseño de procedimientos operativos y sus impactos.

Centros de operaciones agrícolas y gestión basada en datos en el sector azucarero-energético: fundamentos para el diseño de procedimientos operativos y sus impactos.

Rafael Dinardi Gonçalves
Ingeniero Agrónomo por la Universidad Estadual de São Paulo (UNESP), Facultad de Ciencias Agrícolas y Veterinarias, campus Jaboticabal. Especialista en Manejo de Suelos por la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz de la Universidad de São Paulo (ESALQ/USP). MBA en Gestión Empresarial por la Fundación Getulio Vargas (FGV).

RESUMEN

La mecanización de la cosecha de caña de azúcar y la difusión de tecnologías digitales en el campo han incrementado la cantidad de datos disponibles sobre maquinaria, camiones y operaciones agrícolas, lo que ha favorecido la creación de centros de operaciones agrícolas dedicados al monitoreo en tiempo real de los frentes de trabajo. Este artículo, desarrollado a través de una revisión narrativa de la literatura científica, técnica y normativa, analiza los fundamentos que deben guiar el diseño y el uso de los procedimientos operativos en estos centros, así como los impactos esperados. El análisis articula contribuciones de la agricultura digital, la ingeniería de maquinaria agrícola, la logística del sistema de corte, transbordo y transporte, la ergonomía cognitiva, la teoría de la decisión y los estudios sobre monitoreo del trabajo. Los resultados indican que el valor de un centro de operaciones depende menos de la cantidad de datos recopilados y más de la calidad del registro, la definición de indicadores consistentes con las pérdidas reales del sistema, la claridad sobre quién decide y en qué plazo, el manejo de alarmas y la integración de rutinas de análisis en el ciclo de mejora continua. En conclusión, unos procedimientos bien estructurados pueden convertir la conectividad y la telemetría en ventajas operativas, de seguridad y de sostenibilidad, siempre que vayan acompañados de una buena gobernanza de los datos, transparencia con los empleados y una evaluación sistemática de los resultados.

Palabras clave: Agricultura digital; Telemetría; Caña de azúcar; Centro de operaciones; Procedimientos operativos.

ABSTRACTO

La mecanización de la cosecha de caña de azúcar y la difusión de tecnologías digitales en el campo han incrementado la cantidad de datos disponibles sobre maquinaria, camiones y operaciones agrícolas, lo que ha favorecido la creación de centros de operaciones agrícolas dedicados al monitoreo en tiempo real de los equipos de campo. Este artículo, basado en una revisión narrativa de la literatura científica, técnica y normativa, analiza los fundamentos que deben guiar el diseño y el uso de los procedimientos operativos en estos centros, así como sus impactos previstos. El análisis reúne contribuciones de la agricultura digital, la ingeniería de maquinaria agrícola, la logística de cosecha y transporte, la ergonomía cognitiva, la teoría de la decisión y estudios sobre el monitoreo del lugar de trabajo. Los resultados indican que el valor de un centro de operaciones depende menos de la cantidad de datos recopilados y más de la calidad del registro de datos, la definición de indicadores consistentes con las pérdidas reales del sistema, la claridad sobre quién decide y en qué plazo, el manejo de alarmas y la integración de rutinas de análisis en el ciclo de mejora continua. Se concluye que los procedimientos bien estructurados pueden convertir la conectividad y la telemetría en ganancias operativas, de seguridad y de sostenibilidad, siempre que se acompañen de una gobernanza de datos, transparencia con los trabajadores y una evaluación sistemática de los resultados.

Palabras clave: Agricultura digital; Telemetría; Caña de azúcar; Centro de operaciones; Procedimientos operativos.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 14/09/2026 | Aceptado: 19/10/2026 | Publicación: 24/11/2026

1. INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar ocupa un lugar destacado en la agricultura brasileña, y la Compañía Nacional de

El Ministerio de Abastecimiento estimó la producción agrícola de la campaña 2025/2026 en 673,2 millones de toneladas, la tercera más alta del mundo.

la más grande de la serie histórica (CONAB, 2026). En las últimas dos décadas, la cosecha ha experimentado una

proceso de mecanización acelerada, impulsado por la eliminación gradual de la quema de paja y

por el Protocolo Agroambiental firmado en São Paulo en 2007 (Saiani; Perosa, 2016). El reemplazo

Cosecha manual realizada por equipos compuestos por cosechadoras, tractores con equipos de transbordo y camiones.

Transformó la cosecha en una operación logística altamente compleja, en la que pequeños

Las interrupciones en un enlace se propagan a través de los demás y afectan el suministro de la industria (Iannoni;

Morabito, 2006).

Paralelamente, se produjo la proliferación de ordenadores de a bordo, sistemas de posicionamiento, telemetría y redes.

La comunicación en las zonas rurales ha aumentado la cantidad de información disponible sobre maquinaria y

operaciones. Una encuesta realizada a 504 productores brasileños indicó que el 84% de ellos utilizaba

al menos una tecnología digital y señaló los costos de adquisición y la conectividad como los

principales desafíos (Bolfe et al., 2020). En este contexto, los centros de operaciones han cobrado importancia.

Estructuras agrícolas dedicadas a monitorear el desempeño de los frentes de cultivo en tiempo casi real.

trabajo y apoyo a las decisiones operativas. Sin embargo, la literatura sobre agricultura digital advierte que...

La disponibilidad de datos no se traduce automáticamente en mejores decisiones, y los problemas de

La organización, la gobernanza y las relaciones de poder acompañan la adopción de estas tecnologías (Wolfert et al.

otros, 2017; Klerkx; Jakku; Labarthe, 2019).

Dado esto, el presente artículo pretende analizar, a la luz de la literatura científica, técnica y regulatoria,

los fundamentos que deben guiar el diseño y el uso de los procedimientos operativos en los centros de

operaciones agrícolas en el sector de la caña de azúcar y la energía, así como los impactos previstos de estos procedimientos.

En cuanto a eficiencia, seguridad, medio ambiente, relaciones laborales y gobernanza de datos. Buscar-

Ofrecer un marco teórico que ayude a los gerentes e investigadores a abordar el centro de operaciones.

no como una sala de monitoreo, sino como parte de un sistema de gestión cuyo rendimiento

Depende de la calidad de los procesos que lo sustentan.

2. METODOLOGÍA

Se trata de un estudio de investigación cualitativo y exploratorio, realizado mediante una revisión.

La narrativa de la literatura. La elección de este enfoque proviene de la naturaleza interdisciplinaria del tema, que

Incluye agricultura digital, ingeniería de maquinaria agrícola, logística, ergonomía cognitiva y teoría.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 14/09/2026 | Aceptado: 19/10/2026 | Publicación: 24/11/2026

de toma de decisiones, gestión de calidad y estudios sobre supervisión del trabajo. A diferencia de
Una revisión sistemática, guiada por un protocolo rígido para buscar y extraer datos para responder a una pregunta
Con la pregunta claramente definida, la revisión narrativa permite articular referencias de diferentes campos y la construcción de...
una síntesis teórica centrada en un problema aplicado, que corresponde al propósito de este estudio.
Las búsquedas se realizaron en motores de búsqueda académicos y en portales de revistas y
editoriales como SciELO, ScienceDirect, MDPI, SpringerLink y Taylor & Francis, así como repositorios
Programas institucionales de las universidades brasileñas y de la Corporación Brasileña de Investigación Agropecuaria.
La búsqueda y selección de obras abarcó temas relacionados con la agricultura, tanto en portugués como en inglés.
digital, telemetría, computadora de a bordo, eficiencia en el campo, cosecha mecanizada de caña de azúcar
azúcar, corte, transbordo y logística de transporte, conocimiento de la situación, sobrecarga de información,
Gestión de alarmas y monitorización electrónica del trabajo. También se consultaron documentos.
directrices técnicas y oficiales, como normas para la gestión de maquinaria agrícola y el diseño de centros de control,
datos del Censo Agropecuario del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística y la legislación
Aplicable en Brasil.
La selección priorizó los artículos revisados por pares y las tesis doctorales de programas de posgrado.
documentos oficiales reconocidos y obras de referencia ampliamente citadas en sus campos, sin
Restricción estricta del plazo, ya que parte de los fundamentos relacionados con la toma de decisiones, la automatización y la calidad eran...
Se formuló entre las décadas de 1950 y 1990 y sigue siendo relevante hoy en día. Se extrajeron los datos cuantitativos.
Tomados de las fuentes originales y utilizados para ilustrar los argumentos, sin pretender generalizarlos.
Estadísticas. El análisis se organizó en seis ejes temáticos, que estructuran las siguientes secciones. Por
Dado que se trata de una revisión, el estudio no pone a prueba empíricamente las hipótesis, y las proposiciones presentadas deben...
Deben entenderse como directrices teóricas que deberán verificarse mediante investigación de campo.

3. De la agricultura de precisión al centro de operaciones agrícolas

La idea de gestionar las operaciones agrícolas basándose en datos no es nueva. Bolfe et al. (2020) nos recuerdan que
El uso de maquinaria y equipos de agricultura de precisión desde la década de 1990 ha traído consigo beneficios.
Un uso más productivo y eficiente de los insumos, y una mayor conectividad en las zonas rurales,
Combinado con la integración de sensores, equipos y teléfonos móviles, allanó el camino para...
Conceptos de Agricultura 4.0 o agricultura digital. Wolfert et al. (2017) distinguen la agricultura de
precisión, centrada en la variabilidad espacial dentro de la parcela, de la agricultura inteligente, que se convierte en
basar las tareas de gestión también en datos contextuales y eventos detectados en tiempo real.
Un centro de operaciones agrícolas puede entenderse como la materialización organizativa de esto.
segunda etapa, ya que concentra, en el mismo espacio, la información generada por máquinas y vehículos.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 14/09/2026 | Aceptado: 19/10/2026 | Publicación: 24/11/2026

y equipos distribuidos por todo el territorio.

Wolfert et al. (2017) describen la agricultura inteligente como un ciclo de gestión ciberfísica, en el que
Los dispositivos conectados supervisan el sistema de producción, se analizan los datos y se toman decisiones.
Regresan al terreno en forma de acciones. Los autores destacan que ya existen grandes volúmenes de datos...
Se utiliza para generar pronósticos, respaldar decisiones operativas en tiempo real y rediseñar procesos.
análisis empresarial. Kamilaris, Kartakoullis y Prenafeta-Boldú (2017), al revisar 34 estudios sobre análisis empresarial.
Basándose en grandes volúmenes de datos en agricultura, concluyeron que esta práctica aún estaba en...
Se encontraba en su fase inicial y era necesario superar varias barreras. Para el sector del azúcar y el etanol, esto...
La lectura sugiere precaución, ya que la recopilación automatizada de datos es solo el primer eslabón de una cadena.
Una cadena que incluye el almacenamiento, el procesamiento, la interpretación, la toma de decisiones y la verificación de los resultados.
Tzounis et al. (2017) analizaron las tecnologías asociadas con el Internet de las Cosas en la agricultura y
Demostraron que los sensores, las redes inalámbricas, la computación en la nube y la identificación por radiofrecuencia
Ofrecen soluciones prometedoras para modernizar el sector, pero aún se enfrentan a desafíos en su implementación.
difusión en el sector. En la cosecha de caña de azúcar, estas tecnologías aparecen principalmente en computadoras.
a bordo, que registran los tiempos de cada estado operativo y los motivos de las paradas de la máquina.
(Silva, 2018), y en sistemas de seguimiento de vehículos. Sin embargo, el valor de esta información,
Depende de que se transmitan regularmente, se integren en una base de datos común y se asocien con...
Es fundamental contar con normas de clasificación claras, sin las cuales no se pueden mantener registros de las diferentes máquinas y proveedores.
Se pueden comparar.

La literatura de ciencias sociales sobre la digitalización agrícola amplía esta discusión. Klerkx, Jakku y
Labarthe (2019) identificó cinco agrupaciones temáticas en estudios sobre el tema, que incluyen:
La adopción y adaptación de tecnologías en los inmuebles, los efectos de la digitalización en la identidad.
y el trabajo de los agricultores, los sistemas de conocimiento e innovación, las cadenas de valor y
cuestiones de ética y gobernanza. Wolfert et al. (2017) también señalan que grandes volúmenes de datos
Suelen provocar cambios en los roles y las relaciones de poder entre los diferentes actores de la cadena.
Estas aportaciones indican que desplegar un centro de operaciones no es simplemente una decisión.
tecnológico, pero un cambio organizativo que redistribuye la información, las responsabilidades y
Capacidad de toma de decisiones en todas las áreas, niveles jerárquicos y con todos los socios.

Zuboff (1988) ofreció una distinción útil para comprender este movimiento al diferenciar el uso de
Tecnología para automatizar tareas, su uso para informar, es decir, para visibilizar procesos.
que anteriormente permanecía opaco para la organización. Según el autor, el potencial informativo de
La tecnología solo se convierte en realidad cuando la organización desarrolla la capacidad de interpretarla y actuar en consecuencia.
nueva información. Aplicada al centro de operaciones agrícolas, esta perspectiva sugiere que el principal
La ventaja no reside en sustituir las entradas manuales por registros automáticos, sino en...

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 14/09/2026 | Aceptado: 19/10/2026 | Publicación: 24/11/2026

la capacidad de ver, con regularidad y precisión, dónde el tiempo, el combustible y
capacidad productiva. Los procedimientos operativos son el medio por el cual se logra esta visibilidad.
transformado en aprendizaje y acción, un tema que guía las siguientes secciones.

4. Conectividad y calidad de los datos como condiciones básicas

El funcionamiento de un centro de monitorización en tiempo real presupone conectividad sobre el terreno.
Una afección que, según el último censo agrícola, distaba mucho de estar generalizada en las zonas rurales.
Brasileño. Según el Censo Agropecuario de 2017, de los 5.073.324 establecimientos agrícolas en Brasil...
En el país, 1.430.156 productores declararon tener acceso a internet, de los cuales aproximadamente 659.000 utilizaban banda ancha.
909.000 a través de internet móvil, mientras que en 2006 solo 75.000 establecimientos tenían acceso (IBGE,
(2019). Aunque el crecimiento ha sido significativo, las cifras indican que la mayoría de los
Los establecimientos permanecieron desconectados en ese momento. Bolfe et al. (2020) lo confirman.
limitaciones para identificar la conectividad, junto con los costos de las máquinas, los equipos y el software.
Entre los principales desafíos que perciben los productores para la adopción de tecnologías digitales.
Para operaciones a gran escala, como los frentes de cosecha de caña de azúcar, la conectividad debe ser...
tratado como infraestructura de producción y no como un servicio auxiliar. Tzounis et al. (2017), a
La revisión de las tecnologías de comunicación inalámbrica utilizadas en la agricultura muestra que la elección
Entre estos aspectos se encuentran las compensaciones entre el alcance, la velocidad de transmisión y el consumo de energía.
especialmente relevante en grandes áreas alejadas de los centros urbanos. Desde el punto de vista de
procedimientos, esto implica predecir cómo se comporta el sistema cuando falla la comunicación. Propone:
si, en este estudio, los procedimientos definen el almacenamiento local de registros en
equipo, sincronización posterior con la base central, señalización de interrupciones en la transmisión
y formas alternativas de comunicación entre el centro y las líneas del frente, para que la pérdida de señal no
lo que podría conllevar una pérdida de información o una decisión basada en datos incompletos.
La calidad de los datos es la segunda condición básica. Kamilaris, Kartakoullis y Prenafeta-Boldú (2017)
Entre las dimensiones de los grandes volúmenes de datos, destacan la veracidad, que se refiere a la exactitud y
En cuanto a la credibilidad de la información. En las computadoras de a bordo, gran parte de los registros se generan
Automáticamente, se registran aspectos como las horas de funcionamiento del motor y la posición, pero otra parte depende del operador, como por ejemplo...
Indicación del motivo de cada parada. Cuando el operador elige una categoría genérica, omite
Al señalar la parada o registrar una razón incorrecta, los datos pierden valor analítico. Silva (2018), cuando
Analizando los registros de las computadoras de a bordo de ocho cosechadoras, trabajó con miles de horas de
Las paradas se clasifican por causa, lo que presupone una clasificación coherente de los registros.
Estandarización de la lista de razones, capacitación del operador y auditoría periódica de

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 14/09/2026 | Aceptado: 19/10/2026 | Publicación: 24/11/2026

Por lo tanto, las notas se convierten en componentes esenciales del procedimiento.
Wolfert et al. (2017) señalan la gobernanza de datos, que incluye propiedad, privacidad y
la seguridad, como uno de los temas centrales a abordar en la agricultura inteligente, junto con
Definición de modelos de negocio para el intercambio de información. En el sector del azúcar y el etanol,
Este problema adquiere dimensiones concretas, ya que los frentes de cosecha reúnen equipos para
diferentes fabricantes, proveedores de servicios de transporte y proveedores de caña de azúcar, cada uno con
sus propios sistemas. Definiendo quién es el propietario de cada dato, quién puede acceder a él y con qué fines.
Los objetivos deben definirse antes de la integración de las bases. Sin este acuerdo previo, el centro de operaciones...
Puede operar con información parcial o generar conflictos con socios que no reconocen la
legitimidad del uso de sus datos.
Una tercera condición se refiere a la integración entre sistemas. Lejars, Le Gal y Auzoux (2008)
Argumentan que las decisiones tomadas en diferentes niveles de la cadena de suministro de caña de azúcar no
Ya no pueden considerarse de forma independiente, puesto que afectan a la rentabilidad general, y
Propusieron un enfoque de apoyo a la toma de decisiones basado en simulaciones para facilitar la negociación.
entre productores y molinos. Esta articulación presupone que el campo, el transporte y los datos
Las prácticas de recepción en la industria pueden estar relacionadas entre sí, por ejemplo, por la identificación común de
parcelas, frentes, viajes y cargas. Se propone que el diseño del centro de operaciones comience con
definir este modelo de datos común, porque es lo que nos permite responder preguntas que
Atraviesan diferentes etapas, como el efecto de una paralización de la cosecha en la cola de camiones en
escala o molienda aproximadamente cada hora.

5. Eficiencia operativa y tiempo perdido en el sistema de corte.
TRASLADO Y TRANSPORTE

La ingeniería de maquinaria agrícola proporciona los conceptos básicos para interpretar los datos generados.
en el campo. El estándar de gestión de maquinaria agrícola de la Sociedad Americana de Agricultura y
Los ingenieros biológicos definen la eficiencia de campo como la relación entre la capacidad efectiva y...
capacidad teórica de una máquina y asocia las diferencias entre ambas con factores como la capacidad de
operador, formato de área, patrón de trabajo, maniobras, reabastecimiento de combustible y descarga (ASABE,
2006). Santos et al. (2014) evaluaron, mediante modelado computacional, el impacto de la eficiencia de
Estudio de campo sobre la capacidad operativa y el costo de producción del sistema de cosecha y transbordo en
cosecha mecanizada de caña de azúcar. Estos conceptos permiten la traducción de registros informáticos a
A bordo se utilizan indicadores comparables, siempre que los tiempos se clasifiquen de forma coherente.
En la cosecha de caña de azúcar, la máquina no funciona de forma aislada. La cosechadora depende del vehículo de transbordo para...

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

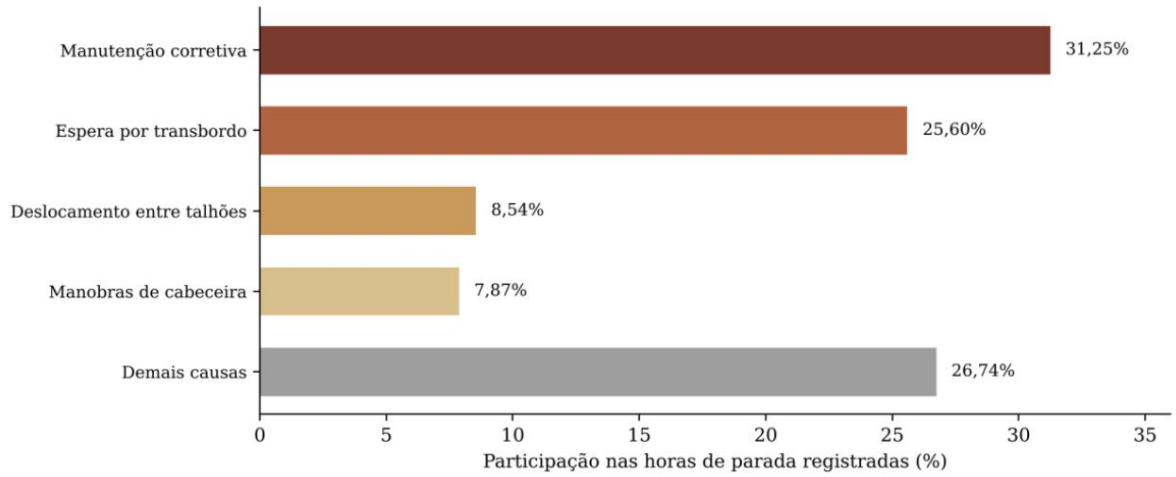
Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 14/09/2026 | Aceptado: 19/10/2026 | Publicación: 24/11/2026

Para descargar la caña de azúcar picada, el transbordo depende del camión para transferir la carga y el camión
Depende de las condiciones del tráfico y la recepción en la industria. Iannoni y Morabito (2006) analizaron,
Mediante simulación discreta, se analizó el sistema de recepción de caña de azúcar de un molino y se demostró que el
medidas de rendimiento, como el tiempo medio de espera de los camiones y la tasa de descarga,
depende de la configuración y las políticas operativas adoptadas. La consecuencia para el centro de
La operación requiere que los indicadores de cada pieza de equipo se lean juntos, ya que uno
Una cosechadora detenida puede reflejar una falta de transbordo, y un transbordo inactivo puede reflejar un problema en...
cosechadora o camión.

Silva (2018) analizó datos informáticos a bordo de ocho cosechadoras, recopilados entre abril y
Agosto de 2015, que totalizó 29.346,3 horas, e identificó que el mantenimiento correctivo respondió
El 31,25% de las horas de inactividad registradas se debieron a la espera de transferencias, el 25,60% al desplazamiento de
La maquinaria entre parcelas representó el 8,54%, y las maniobras al final de la línea el 7,87%. En el mismo estudio, el
La disponibilidad mecánica de las cosechadoras fue del 74,6%, la eficiencia operativa fue del 44,4% y...
eficiencia general del 27,9%. La Figura 1 resume la distribución de las causas de tiempo de inactividad y muestra que
Más de la mitad del tiempo de inactividad se concentró en solo dos causas, una relacionada con el mantenimiento y
Otro aspecto es la logística necesaria para apoyar la cosecha.

Figura 1 – Distribución de las horas de inactividad de ocho cosechadoras de caña de azúcar por causa,
Registrado por la computadora de a bordo entre abril y agosto de 2015.



Fuente: Elaborado por el autor con base en Silva (2018). Nota: la categoría "otras causas" se obtuvo por diferencia con respecto al total de horas de inactividad registradas.

La lectura de estos datos ayuda a orientar el diseño de los procedimientos. Cuando la mayoría de las pérdidas
Si el enfoque está en unas pocas causas, es razonable priorizar el análisis y la acción sobre esas causas, en lugar de
dispersar los esfuerzos en todos los indicadores al mismo tiempo. Nakajima (1988), al estructurar el

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 14/09/2026 | Aceptado: 19/10/2026 | Publicación: 24/11/2026

mantenimiento productivo total, eficiencia general del equipo propuesta como un indicador que combina disponibilidad, rendimiento y calidad, y organizó las pérdidas en categorías que permiten Identificar dónde se consume la capacidad productiva. Adaptada a la cosecha de caña de azúcar, esta lógica sugiere que el centro de operaciones registre por separado las pérdidas debidas al mantenimiento, los retrasos logísticos, por desplazamiento y por maniobra, ya que cada una requiere diferentes responsables y respuestas.

La espera de traslados, la segunda causa principal en el estudio de Silva (2018), ilustra claramente el papel del centro. de operaciones como coordinador del sistema. Este tipo de pérdida no resulta de una falla de la cosechadora, sino debido al desequilibrio entre la capacidad de cosecha y la capacidad de retirar la caña de azúcar de la parcela. Iannoni Morabito (2006) demostró que las configuraciones y políticas operativas alternativas alteran el rendimiento del sistema de recepción, y Lejars, Le Gal y Auzoux (2008) destacaron que las decisiones Las decisiones que se toman en los diferentes niveles de la cadena de suministro influyen en el resultado final.

Por lo tanto, se propone que los procedimientos del centro incluyan reglas para la redistribución de transferencias y camiones entre frentes de trabajo, con criterios de activación basados en el tiempo de espera acumulado, y que estas decisiones queden registradas para una posterior evaluación de su eficacia.

6. TOMA DE DECISIONES, CONCIENCIA SITUACIONAL Y EL PAPEL DEL OPERADOR

Un centro de operaciones es, ante todo, un entorno para la toma de decisiones. Simon (1955) demostró que quienes toman las decisiones en la vida real operan bajo una racionalidad limitada, con información incompleta y tiempo limitado. y capacidad cognitiva finita, y que, bajo estas condiciones, tienden a buscar soluciones satisfactorias en su lugar. de excelente calidad. Klein (1998), al estudiar a profesionales que toman decisiones bajo presión de tiempo, como los bomberos. y personal militar, señaló que las decisiones rápidas y efectivas a menudo dependen del reconocimiento de Patrones construidos a través de la experiencia, no a través de una comparación exhaustiva de alternativas. Estos dos Las referencias indican que el diseño del centro de operaciones debería reducir la carga de búsqueda y respuesta. interpretación impuesta a los operadores, ofreciendo información ya organizada en torno a decisiones. que necesitan tomar.

Endsley (1995) definió la conciencia situacional en tres niveles, que corresponden a la percepción de elementos del entorno, para comprender su significado y proyectar su estado futuro. En un Un centro que monitorea docenas de cosechadoras y camiones, la pantalla que muestra la posición y el estado de Cada pieza de equipo solo aborda el primer nivel. La comprensión requiere que el operador sepa, por lo tanto Por ejemplo, si una cosechadora se detiene debido a mantenimiento programado, a la espera de transbordo o con... fracaso, y la proyección requiere estimar el efecto de esta paralización en el objetivo de entrega de caña de azúcar a la industria en Las siguientes horas. Se propone que las interfaces y los procedimientos se diseñen en función de estos. preguntas, de modo que la información presentada respalde la comprensión y la anticipación, y no solo

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 14/09/2026 | Aceptado: 19/10/2026 | Publicación: 24/11/2026

la observación.

La sobrecarga de información es un riesgo real en estos entornos. Eppler y Mengis (2004), al revisar
La literatura sobre la sobrecarga de información en diferentes campos ha sistematizado sus causas y efectos.
y contramedidas y demostraron que, más allá de cierto punto, el aumento en la cantidad de información
La disponibilidad de recursos puede comprometer la calidad de las decisiones. La norma ISO 11064, dedicada al diseño...
El diseño ergonómico de los centros de control establece principios que incluyen la orientación al usuario,
Análisis de las tareas y consideración de las capacidades y limitaciones humanas en el diseño de salas y puestos de trabajo.
de trabajo e interfaces (ISO, 2000). En el centro de operaciones agrícolas, estas directrices sugieren
limitar el número de indicadores mostrados simultáneamente, priorizar la información por urgencia y
Priorice la relevancia y evite las pantallas que simplemente reproducen todos los datos disponibles.
La gestión de alarmas merece un tratamiento específico. El estándar ANSI/ISA-18.2, desarrollado para la
La industria de procesos establece un ciclo de vida para los sistemas de alarma que incluye filosofía,
identificación, racionalización, diseño, implementación, operación, mantenimiento, monitoreo y
evaluación, basada en el principio de que cada alarma debe requerir una respuesta definida por parte del operador.
(ISA, 2016). Trasladada al campo, esta lógica implica que las advertencias como el exceso de velocidad,
Las paradas prolongadas, los desvíos de ruta o el consumo anormal de combustible solo deben producirse si existe una razón justificada.
Una acción asociada, una parte responsable y un plazo de respuesta. La propia norma prevé el seguimiento.
monitoreo continuo del rendimiento del sistema de alarma, incluidas las falsas alarmas y los períodos de
Existe un exceso de alarmas, lo que refuerza la necesidad de revisar periódicamente la relevancia de cada alerta.
instalado en el centro.
Parasuraman, Sheridan y Wickens (2000) propusieron que la automatización puede operar en cuatro funciones,
La adquisición de información, el análisis de la información, la selección de decisiones y la implementación de acciones.
cada uno con distintos niveles de autonomía. Bainbridge (1983) advirtió que cuanto más
Un sistema automatizado, sin embargo, requiere un operador humano para realizar las tareas difíciles y reduce la carga de trabajo.
Las oportunidades requieren que mantengas tus habilidades. En el centro de las operaciones agrícolas, la recolección y...
El procesamiento de datos puede automatizarse en gran medida, mientras que las decisiones como la reasignación
Equipos entre frentes de trabajo, interrupción de una operación debido a riesgos o activación de mantenimiento en campo.
Implica criterio. Consiste en definir claramente cuál es la responsabilidad de los sistemas y cuál la de los individuos, en cada caso.
Este paso evita tanto la dependencia excesiva de la automatización como la subutilización de las herramientas.
disponible.

7. DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS Y RUTINAS DE GESTIÓN

Los procedimientos operativos son la forma en que una organización transforma el conocimiento en

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMSD – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 14/09/2026 | Aceptado: 19/10/2026 | Publicación: 24/11/2026

práctica repetible. Ohno (1988), al describir el sistema de producción de Toyota, destacó el trabajo
estandarizado como un elemento de la organización de la producción, con la definición de la secuencia de tareas,
del tiempo de ciclo y el inventario requerido para cada operación. En la tradición de la producción ajustada, esto
La estandarización se considera un punto de referencia a partir del cual se identifican las desviaciones y se realizan mejoras.
Son evaluados. En el centro de operaciones agrícolas, esta idea se aplica tanto al trabajo de los operadores.
desde el aula hasta las interacciones con el campo. Se propone que el procedimiento describa, para cada tipo de
evento relevante, la señal que lo identifica, la persona responsable de la primera respuesta, la información a ser
Una vez confirmada la solicitud, se describen las posibles acciones, el plazo previsto y el método de registro, para que la respuesta no...
Depende exclusivamente de la experiencia individual de quien esté de turno.
La estandarización, sin embargo, no es un fin en sí misma, sino el punto de partida de un ciclo de...
aprendizaje. Deming (1986) presentó el ciclo de Shewhart, de planificar, hacer, verificar y actuar,
como método de mejora continua, en el que se evalúan los resultados de cada intervención y
incorporado al siguiente estándar. Para el centro de operaciones, esto significa que las rutinas no son...
Se limitan a monitorizar indicadores durante el turno, pero incluyen momentos estructurados de análisis.
Se propone una jerarquía de rutinas que combina el monitoreo continuo durante la operación,
Breves reuniones de traspaso centradas en incidentes y problemas pendientes, revisiones semanales de
principales causas de pérdida y revisiones periódicas de los propios procedimientos, con la participación de
Liderazgo en trabajo de campo, mantenimiento y logística.
La elección de indicadores influye en el comportamiento de la organización. Kaplan y Norton (1992)
Argumentaron que los sistemas de medición del desempeño influyen fuertemente en el comportamiento de
Los gerentes y los equipos propusieron combinar indicadores financieros y operativos en un conjunto
equilibrado. En el contexto del centro de operaciones, esta advertencia es especialmente relevante porque
Los indicadores aislados pueden inducir optimizaciones locales en detrimento del sistema. Un objetivo rígido de
Por ejemplo, la cantidad de toneladas cosechadas por cosechadora puede estimular un aumento de la velocidad como acto reflejo.
en lo que respecta a pérdidas, impurezas y desgaste, mientras que un objetivo puramente de consumo de combustible puede
para desalentar los viajes innecesarios. Se propone que los indicadores se definan conjuntamente,
abarcan eficiencia, calidad, seguridad y costo, y están explícitamente relacionados con
Principales causas de pérdida identificadas en los datos.
La aceptación de los procedimientos por parte de los equipos es otro factor determinante de su éxito. Davis (1989)
demostraron que la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida están asociadas con la aceptación de
tecnologías de la información por parte de los usuarios, y Rogers (2003) describió la difusión de innovaciones como
un proceso social influenciado por la ventaja relativa, por la compatibilidad con las prácticas existentes,
Debido a su complejidad, la posibilidad de experimentación y la visibilidad de los resultados. Bolfe et
et al. (2020) registraron que el 95% de los productores entrevistados querrían aprender más sobre las nuevas

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 14/09/2026 | Aceptado: 19/10/2026 | Publicación: 24/11/2026

tecnologías. Estas contribuciones sugieren que el despliegue de un centro de operaciones debería incluir
Capacitación de operadores de máquinas y jefes de equipo, y retroalimentación periódica de información a los equipos.
Experiencia práctica y participación de los usuarios en la revisión de rutinas y listas de motivos de inactividad.
Finalmente, el diseño de los procedimientos debe considerar la relación entre el centro y el liderazgo de
campo. Klerkx, Jakku y Labarthe (2019) señalan, entre los temas de la literatura, los efectos de
Digitalización del trabajo y las habilidades de las personas involucradas. Si el centro comienza a ver en
Al disponer de información en tiempo real que antes solo conocía el líder de primera línea, existe el riesgo de que se produzcan solapamientos de órdenes.
y la pérdida de autonomía para quienes están en el terreno. Se propone que los procedimientos definan con
Aclarar las funciones de cada instancia, reservando para el centro la función de observar el sistema en su conjunto.
En resumen, se trata de identificar las desviaciones y coordinar los recursos entre los frentes, y la decisión sobre el liderazgo sobre el terreno queda en manos de los líderes sobre el terreno.
Implementación local, con canales de comunicación definidos y un registro de las decisiones tomadas por ambas partes.
regiones.

8 Impactos Operacionales, de Seguridad, Ambientales, Laborales y...
GOBERNANCIA

Los impactos operativos y económicos son aquellos más directamente asociados con los centros de operaciones.
La bibliografía revisada analiza el efecto de la eficiencia en campo sobre la capacidad operativa y el costo.
La cosecha mecanizada (Santos et al., 2014) indica que una parte significativa del tiempo de
Las cosechadoras pueden sufrir tiempos de inactividad relacionados con el mantenimiento y la logística de soporte (Silva, 2018).
Al visibilizar estas pérdidas y organizar respuestas estandarizadas, el centro crea las condiciones para
reducirlos. La magnitud de este efecto, sin embargo, depende del punto de partida de cada operación, en
La calidad de los datos y la eficacia de las acciones emprendidas son cruciales, por lo que los beneficios esperados deberían...
Las estimaciones se realizarán a partir de valores de referencia propios y no de valores promedio genéricos.
En el campo de la seguridad, se ofrecen servicios de monitoreo de velocidad, ruta y tiempo de conducción.
Instrumentos para monitorear comportamientos riesgosos y el cumplimiento de las normas del horario laboral. A
La Ley N° 13.103/2015 regula las horas de trabajo y el tiempo de conducción de los conductores profesionales y permite que
El trayecto es controlado y registrado por sistemas y medios electrónicos instalados en los vehículos,
Criterios del empleador (Brasil, 2015), que armonizan los registros de viajes con las obligaciones.
problemas laborales en el transporte de caña de azúcar. Los mismos datos pueden permitir la identificación de secciones de
carretera con mayor frecuencia de eventos de riesgo y la guía para intervenciones de infraestructura o
de señalización. Para que estos beneficios se materialicen, los procedimientos deben definir cómo la
Una vez gestionadas las alertas de seguridad, ¿quién es el responsable de contactar con el conductor o el operador?
y cómo los incidentes se incorporan a los programas de capacitación, impidiendo la supervisión.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 14/09/2026 | Aceptado: 19/10/2026 | Publicación: 24/11/2026

se reduce a un mecanismo punitivo.

Los impactos ambientales se derivan principalmente de un uso más racional de la maquinaria y el combustible.
Reducir el tiempo de inactividad del motor, los desplazamientos innecesarios y los tiempos de espera tiende a...
para reducir el consumo de combustible por tonelada cosechada y transportada y, en consecuencia, el
emisiones asociadas. Wolfert et al. (2017) señalan que las aplicaciones de datos en la agricultura
Los sistemas inteligentes abarcan toda la cadena de suministro, lo que abre la posibilidad de utilizar los registros.
desde el terreno, también para el registro de emisiones y para la trazabilidad que pueda ser necesaria.
a través de certificaciones y compradores. Sin embargo, estos beneficios solo pueden probarse si la
El centro de operaciones debe mantener registros históricos fiables del consumo, las horas trabajadas y...
El volumen transportado refuerza la importancia de la calidad de los datos, tema tratado en la sección 4.

La vigilancia electrónica también tiene efectos en las relaciones laborales. Ball (2010) muestra
que las organizaciones supervisan a los empleados principalmente para proteger sus activos, pero que
La naturaleza y la intensidad de la vigilancia revelan cómo la empresa ve a sus trabajadores y
Tienen consecuencias para el bienestar, la cultura, la productividad, la creatividad y la motivación.
El autor señala que el rastreo de ubicación se encuentra entre las formas de monitoreo en
expansión. En el contexto de los centros de operaciones, esta advertencia indica que la transparencia sobre lo que es
¿Con qué finalidad y de qué manera se utilizan los datos en las evaluaciones individuales?
Una condición para que la tecnología sea percibida como un apoyo al trabajo, y no solo como un medio de control.

La gobernanza de datos completa el panorama de impactos. La Ley General de Protección de Datos Personales
establece principios como propósito, idoneidad, necesidad, transparencia y seguridad en
procesamiento de datos personales, que incluye información relacionada con operadores y conductores.
Factores identificables, como la ubicación, el viaje y el comportamiento al volante (Brasil, 2018). Wolfert et al.
(2017) destacan que la propiedad, la privacidad y la seguridad de los datos se encuentran entre los temas centrales.
de agricultura inteligente, y Klerkx, Jakku y Labarthe (2019) incluyen la ética y la gobernanza entre las
Temas de la literatura sobre digitalización agrícola. Se propone que los procedimientos del centro definan
bases legales, períodos de retención, perfiles de acceso y reglas para compartir con proveedores de
servicio y proveedores, considerando la gobernanza como parte del diseño operativo y no como un paso separado.
posterior.

CONCLUSIÓN

La mecanización de la cosecha de caña de azúcar transformó la actividad agrícola en un sistema.
logística interdependiente, en la que las cosechadoras, los equipos de transbordo y los camiones deben operar de manera que...
esfuerzos coordinados para asegurar el suministro de la industria. La difusión de computadoras a bordo,

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 14/09/2026 | Aceptado: 19/10/2026 | Publicación: 24/11/2026

Las redes de telemetría y comunicación hicieron posible monitorear este sistema casi en tiempo real, y
Los centros de operaciones agrícolas surgieron como respuesta organizativa a esta posibilidad.
La revisión sugiere que el valor de estos centros no proviene de la tecnología en sí, sino de la capacidad de
El papel de la organización en la interpretación y actuación sobre la información que visibiliza. La distinción entre
La automatización y la información ayudan a comprender este punto, ya que el principal beneficio radica en ver con
regularidad donde se pierde tiempo, combustible y capacidad productiva, y en la transformación de eso
Visibilidad en la toma de decisiones y el aprendizaje. Sin esta capacidad, los datos acumulados tienden a...
Si no se utilizan lo suficiente, el centro corre el riesgo de convertirse simplemente en un espacio de observación.
La conectividad, la calidad de los datos y la integración del sistema son requisitos fundamentales. Los datos
Los datos del Censo Agrícola y las investigaciones con productores muestran que la conectividad sigue siendo un problema.
Esto supone un reto en el entorno rural brasileño, y los procedimientos deben anticiparse al comportamiento del sistema.
Cuando falla la comunicación. Estandarización de las causas de las interrupciones del servicio, capacitación de los operadores.
La auditoría de los registros es esencial para garantizar que tengan valor analítico.
Los conceptos de eficiencia de campo y eficiencia general del equipo ofrecen un lenguaje
común para interpretar datos de computadoras de a bordo. Estudiar datos con recolectores.
Los estudios indican que pocas causas, como el mantenimiento correctivo y la espera del transbordo, pueden
Esto concentra una gran parte del tiempo de inactividad, lo que sugiere priorizar el análisis y la acción sobre estos problemas.
Causas y lectura de los indicadores de cada equipo en conjunto con los demás eslabones del sistema.
El centro de operaciones es también un entorno de toma de decisiones sujeto a limitaciones humanas.
racionalidad limitada, la importancia del reconocimiento de patrones, niveles de conciencia
El contexto situacional y los riesgos de sobrecarga de información indican que las interfaces y los procedimientos deberían...
ser diseñado en función de las decisiones que los operadores necesitan tomar. Gestión de alarmas, con
Cada alerta, asociada a una acción, una parte responsable y una fecha límite, es una parte esencial de este diseño.
Los procedimientos operativos deben combinar la estandarización y el aprendizaje continuo. La definición
Un sistema claro de señales, responsabilidades, acciones y registros para cada tipo de evento, vinculado a rutinas de análisis.
En diferentes horizontes temporales e indicadores equilibrados, permite que el centro deje de ser...
Una sala de observación puede entonces funcionar como una herramienta para mejorar el sistema en su conjunto.
sin menoscabar la autonomía de los responsables sobre el terreno en la implementación local.
Los impactos de los procedimientos bien estructurados alcanzan diferentes dimensiones. Pueden contribuir
para reducir las pérdidas operativas, apoyar la seguridad del transporte y garantizar el cumplimiento de las normativas.
viaje, reducir el consumo de combustible y las emisiones asociadas, y producir registros útiles para
Trazabilidad y certificación. Al mismo tiempo, requieren atención a los efectos del monitoreo en
Los trabajadores y el tratamiento de datos personales son cuestiones que deben incorporarse al diseño.
Operativo desde el principio.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 14/09/2026 | Aceptado: 19/10/2026 | Publicación: 24/11/2026

Al tratarse de una revisión narrativa, este estudio presenta limitaciones, entre ellas la ausencia de verificación.
análisis empírico de las proposiciones y el uso de estudios realizados en contextos específicos, cuyos resultados
Estos hallazgos no pueden generalizarse a todas las operaciones. Se recomienda realizar investigaciones futuras para evaluar...
en diferentes plantas y regiones, la relación entre la madurez de los procedimientos de los centros de
operaciones e indicadores de eficiencia, seguridad y consumo, así como la percepción de
trabajadores de monitoreo, con el fin de consolidar su propia base de evidencia para la
sector.

REFERENCIAS

SOCIEDAD AMERICANA DE INGENIEROS AGRÍCOLAS Y BIOLÓGICOS (ASABE).
ASAE EP496.3 FEB2006: Gestión de maquinaria agrícola. St. Joseph: ASABE, 2006.

BAINBRIDGE, L. Ironías de la automatización. Automatica, Oxford, vol. 19, n.º 6, págs. 775-779, 1983.

BALL, K. Vigilancia en el lugar de trabajo: una visión general. Labor History, vol. 51, n.º 1, págs. 87-106, 2010. DOI: 10.1080/00236561003654776.

BOLFE, EL et al. Agricultura de precisión y digital: adopción de tecnologías y percepción de los agricultores brasileños. Agriculture, Basel, vol. 12, art. 653, 2020. DOI: 10.3390/agriculture12120653.

BRASIL. Ley N° 13.103, del 2 de marzo de 2015. Regula el ejercicio de la profesión de conductor y establece otras medidas. Boletín Oficial de la Unión, Brasilia, DF, 2015. Disponible en: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ _ato2015-2018/2015/lei/l13103.htm.

BRASIL. Ley N° 13.709, de 14 de agosto de 2018. Ley General de Protección de Datos Personales (LGPD). Gaceta Oficial de la Unión, Brasilia, 2018. De https://www.planalto.gov.br/ccDF_03/ Disponible en: _ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm.

COMPAÑÍA NACIONAL DE ABASTECIMIENTO (CONAB). Seguimiento de la cosecha de caña de azúcar brasileña, Brasilia, DF, vol. 13, cosecha 2025/26, n.º 4, cuarta encuesta, abril de 2026.

DAVIS, FD. Utilidad percibida, facilidad de uso percibida y aceptación por parte del usuario de la tecnología de la información. MIS Quarterly, vol. 13, n.º 3, págs. 319-340, 1989.

DEMING, WE. Fuera de la crisis. Cambridge, MA: MIT Center for Advanced Engineering Study, 1986.

ENDSLEY, MR Hacia una teoría de la conciencia situacional en sistemas dinámicos. Factores Humanos, vol. 37, n.º 1, págs. 32-64, 1995.

EPPLER, MJ; MENGIS, J. El concepto de sobrecarga de información: una revisión de la literatura de la ciencia de la organización, la contabilidad, el marketing, los sistemas de información gerencial y disciplinas afines. The Information Society, vol. 20, n.º 5, págs. 325-344, 2004. DOI: 10.1080/01972240490507974.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 14/09/2026 | Aceptado: 19/10/2026 | Publicación: 24/11/2026

IANNONI, AP; MORABITO, R. Un análisis de simulación discreta de un sistema de suministro logístico. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, vol. 42, no. 3, págs. 191-210, 2006. DOI: 10.1016/j.tre.2004.10.002.

Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE). Censo Agropecuario 2017: resultados finales. Río de Janeiro: IBGE, 2019.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN (ISO). ISO 11064-1: Diseño ergonómico de centros de control, parte 1, principios para el diseño de centros de control. Ginebra: ISO, 2000.

SOCIEDAD INTERNACIONAL DE AUTOMATIZACIÓN (ISA). ANSI/ISA-18.2-2016: Gestión de sistemas de alarma para la industria de procesos. Research Triangle Park: ISA, 2016.

KAMILARIS, A.; KARTAKOULLIS, A.; PRENAFETA-BOLDÚ, FX. Una revisión sobre la práctica del análisis de macrodatos en la agricultura. Computers and Electronics in Agriculture, vol. 143, págs. 23-37, 2017. DOI: 10.1016/j.compag.2017.09.037.

KAPLAN, RS; NORTON, DP El cuadro de mando integral: medidas que impulsan el rendimiento. Harvard Business Review, Boston, vol. 70, núm. 1, págs. 71-79, 1992.

KLEIN, G. Fuentes de poder: cómo las personas toman decisiones. Cambridge, MA: MIT Press, 1998.

KLERKX, L.; JAKKU, E.; LABARTHE, P. Una revisión de las ciencias sociales sobre agricultura digital, agricultura inteligente y agricultura 4.0: nuevas contribuciones y una agenda de investigación futura. NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences, vol. 90-91, art. 100315, 2019. DOI: 10.1016/j.njas.2019.100315.

LEJARS, C.; LE GAL, PY; AUZOUX, S. Un enfoque de apoyo a la toma de decisiones para la gestión del suministro de caña de azúcar en un área de ingenio azucarero. Computers and Electronics in Agriculture, vol. 60, n.º 2, págs. 239-249, 2008. DOI: 10.1016/j.compag.2007.08.008.

NAKAJIMA, S. Introducción al TPM: mantenimiento productivo total. Cambridge, MA: Productivity Press, 1988.

OHNO, T. Sistema de producción Toyota: más allá de la producción a gran escala. Cambridge, MA: Productivity Press, 1988.

PARASURAMAN, R.; SHERIDAN, TB; WICKENS, CD Un modelo para tipos y niveles de interacción humana con la automatización. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, vol. 30, n.º 3, págs. 286-297, 2000.

ROGERS, EM Difusión de innovaciones. 5.ª ed. Nueva York: Free Press, 2003.

SAIANI, CCS; PEROSA, BB Salud respiratoria y mecanización de la cosecha de caña de azúcar en municipios de São Paulo: la importancia del Protocolo Agroambiental. Revista de Economía e Sociología Rural, Piracicaba, v. 54, n. 1, pág. 29-50, 2016.

SANTOS, NB; CAVALCANTE, DS; FERNANDES, HC; GADANHA JÚNIOR, CD
Simulación de la eficiencia en campo de la cosecha mecanizada de caña de azúcar (Saccharum spp.).

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 14/09/2026 | Aceptado: 19/10/2026 | Publicación: 24/11/2026

Energía en la Agricultura, Botucatu, vol. 29, n.º 1, págs. 9-13, 2014.

SILVA, JPL. Capacidades operativas de las cosechadoras de caña de azúcar. 2018. Tesis (Máster en Agronomía), Universidad Estatal de Londrina, Londrina, 2018.

SIMON, HA Un modelo conductual de elección racional. The Quarterly Journal of Economics, vol. 69, no. 1, págs. 99-118, 1955.

TZOUNIS, A.; KATSOULAS, N.; BARTZANAS, T.; KITTAS, C. Internet de las cosas en la agricultura: avances recientes y retos futuros. Biosystems Engineering, vol. 164, págs. 31-48, 2017. DOI: 10.1016/ j.biosystemseng.2017.09.007.

WOLFERT, S.; GE, L.; VERDOUW, C.; BOGAARDT, MJ Big data en la agricultura inteligente: una revisión. Sistemas Agrícolas, vol. 153, págs. 69-80, 2017. DOI: 10.1016/j.agsy.2017.01.023.

ZUBOFF, S. En la era de la máquina inteligente: el futuro del trabajo y el poder. Nueva York: Basic Books, 1988.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.