

CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2021

CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia

Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Gírlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfnas

Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaiddy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis 2 / Organizadores Pedro Henrique Abreu Moura, Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-701-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.014212911>

1. Ciências agrárias. I. Moura, Pedro Henrique Abreu (Organizador). II. Monteiro, Vanessa da Fontoura Custódio. III. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A agricultura faz parte da área do conhecimento denominada de Ciências Agrárias. Importante para garantir o crescimento e manutenção da vida humana no planeta, a agricultura precisa ser realizada de forma responsável, considerando os princípios da sustentabilidade.

Esta obra, intitulada “Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis 2”, apresenta-se em três volumes que trazem uma diversidade de artigos sobre agricultura produzidos por pesquisadores brasileiros e de outros países.

Neste segundo volume, estão agrupados os trabalhos que abordam temáticas sobre culturas hortícolas, grandes culturas como cana-de-açúcar e soja, pastagens e outros temas correlacionados a produção agrícola.

Agradecemos aos autores dos capítulos pela escolha da Atena Editora. Desejamos a todos uma ótima leitura e convidamos para apreciarem também os outros volumes desta obra.

Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

HORTICULTURA DO MARANHÃO PORTUGUÊS NOS SÉCULOS XVII E XIX: CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA DOCUMENTAL A PARTIR DAS OBRAS DOS MISSIONÁRIOS CRISTÓVÃO DE LISBOA E FRANCISCO DE NOSSA SENHORA DOS PRAZERES

Jairo Fernando Pereira Linhares

Maria Ivanilde de Araujo Rodrigues

Angela de Cassia Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129111>

CAPÍTULO 2..... 15

A EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR EM DIREÇÃO AO CERRADO NO ESTADO DE GOIÁS – BRASIL

João Baptista Chieppe Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129112>

CAPÍTULO 3..... 26

REDUCCIÓN DE COSTES DE MANTENIMIENTO MEDIANTE ANÁLISIS DE FIABILIDAD EN ACTIVOS DEL SECTOR AZUCARERO

Jose Miguel Salavert Fernández

Rubén Darío Ramos Ciprián

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129113>

CAPÍTULO 4..... 41

MUDANÇAS NAS DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES E AL NO SOLO, RELAÇÕES CLIMÁTICAS E CONSEQUÊNCIAS NA PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Dagles Ferreira Lopes

João Pedro de Barros Reicao Cordido

Josimar Nogueira Batista

Luciana Aparecida Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129114>

CAPÍTULO 5..... 53

AS TECNOLOGIAS DE PLANTIO DA CANA-DE-AÇÚCAR E USO DE HERBICIDAS NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

Fabrcio Simone Zera

Leticia Serpa dos Santos

Alice Deléo Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129115>

CAPÍTULO 6..... 66

MEJORA DEL MANTENIMIENTO EN EL PROCESADO DE CAÑA DE AZÚCAR MEDIANTE LA DOCUMENTACIÓN. CASO DE ESTUDIO EN REPÚBLICA DOMINICANA

Rubén Darío Ramos Ciprián

Jose Miguel Salavert Fernández

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129116>

CAPÍTULO 7..... 80

ÍNDICE SPAD PARA MONITORAMENTO DA ATIVIDADE FOTOSSINTÉTICA DA BRAQUIÁRIA SUBMETIDA AO ESTRESSE HÍDRICO

Natália Fernandes Rodrigues
Germana de Oliveira Carvalho
Silvio Roberto de Lucena Tavares
Guilherme Kangussu Donagemma
Eliane de Paula Clemente

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129117>

CAPÍTULO 8..... 87

TOLERÂNCIA AO ESTRESSE HÍDRICO DE *BRACHIARIA BRIZANTHA* SOB EFEITO DE FERTILIZANTES A BASE DE ESCÓRIAS DE SIDERURGIA

Germana de Oliveira Carvalho
Natália Fernandes Rodrigues
Silvio Roberto de Lucena Tavares
Guilherme Kangussu Donagemma
Eliane de Paula Clemente

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129118>

CAPÍTULO 9..... 92

PRODUÇÃO DE MASSA SECA, VOLUME RADICULAR E EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE FÓSFORO EM *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e Massai (*Panicum maximum* x *P. infestum*)

Elizeu Luiz Brachtvogel
Andre Luis Sodré Fernandes
Luis Lessi dos Reis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129119>

CAPÍTULO 10..... 109

DOSES DE ÁCIDO HÚMICO SOBRE O DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CEBOLA

Regina Maria Quintão Lana
Mara Lúcia Martins Magela
Luciana Nunes Gontijo
José Magno Queiroz Luz
Reginaldo de Camargo
Lírian França Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291110>

CAPÍTULO 11..... 118

SELEÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO NA ORQUÍDEA *Cymbidium* sp.

Lílian Estrela Borges Baldotto

Júlia Brandão Gontijo
Gracielle Vidal Silva Andrade
Marihus Altoé Baldotto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291111>

CAPÍTULO 12..... 132

ANÁLISE DA PERDA DE BANANA NOS ESTABELECIMENTOS COMERCIALIZADORES DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO - SP

Teresa Cristina Castilho Gorayeb
Maria Vitória Cecchetti Gottardi Costa
Adriano Luis Simonato
Nelson Renato Lima
Renato Coelho Uliana
Thamiris Antiqueira Cardoso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291112>

CAPÍTULO 13..... 145

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE CANOLA NAS CONDIÇÕES DE PONTA PORÃ – MS

Darian Ian Bresolin Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291113>

CAPÍTULO 14..... 148

INFLUÊNCIA DO HIDROCONDICIONAMENTO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA

Graciela Beatris Lopes
Thayná Cristina Stofel Andrade
Camila Gianlupi
Tathiana Elisa Masetto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291114>

CAPÍTULO 15..... 157

ESCALADA DA SOJA GM E DO GLIFOSATO, NO BRASIL, ENTRE 2011 E 2018

Cleiva Schaurich Mativi
Pierre Girardi
Sofia Inés Niveiros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291115>

CAPÍTULO 16..... 171

CRESCIMENTO, BIOMASSA, EXTRAÇÃO E EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DE NUTRIENTES POR PLANTAS DE COBERTURA

Valdevan Rosendo dos Santos
Leonardo Correia Costa
Antonio Márcio Souza Rocha
Cícero Gomes dos Santos
Márcio Aurélio Lins dos Santos
Flávio Henrique Silveira Rabêlo
Renato de Mello Prado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291116>

CAPÍTULO 17..... 194

QUANTITATIVE ANALYSIS OF PERFORMANCE AND STABILITY OF A LONG AND THIN GRAIN RICE GENOTYPE FOR RICE-GROWING REGION OF MICHOACAN, MEXICO

Juan Carlos Álvarez Hernández

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291117>

CAPÍTULO 18..... 209

ANÁLISE DE SOLO EM PROPRIEDADES DA REGIÃO SERRANA E DO PLANALTO MÉDIO DO RIO GRANDE DO SUL

Vanessa Battistella

Lucas André Riggo Piton

Luana Dalacorte

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291118>

CAPÍTULO 19..... 217

OLIVEIRA, A ANTIGA ARTE DE NÃO MORRER DE FOME NEM DE SEDE: ESTUDOS NO BAIXO ALENTEJO

Maria Isabel Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291119>

SOBRE OS ORGANIZADORES 225

ÍNDICE REMISSIVO..... 226

REDUCCIÓN DE COSTES DE MANTENIMIENTO MEDIANTE ANÁLISIS DE FIABILIDAD EN ACTIVOS DEL SECTOR AZUCARERO

Data de aceite: 01/11/2021

Jose Miguel Salavert Fernández

Dpto. Máquinas y motores térmicos
Universitat Politècnica de Valencia
Valencia. Spain

Rubén Darío Ramos Ciprián

Esc. Ing. Electromecánica
Universidad Central del Este
San Pedro de Macorís. Dominican Republic

RESUMEN: En este trabajo se muestra el diseño de un plan de mantenimiento preventivo basándose en el análisis de fiabilidad de los activos más conflictivos en una empresa de transformación de caña de azúcar sita en la República Dominicana, donde este sector (caña de azúcar) es estratégico. Se presentan como objetivos no solo el diseño del plan de mantenimiento, además, ha de incrementar la fiabilidad de las instalaciones, y reducir los costes por paro de producción debido a las averías. Además las intervenciones, han de interferir lo menos posible con la producción para no penalizar ni la disponibilidad ni la productividad de la planta. Del análisis y resolución de la situación planteada, se descubre que las averías más costosas se centran en pocas máquinas y en pocos modos de fallo, cumpliéndose la teoría de Pareto. También se obtienen parámetros para establecer un punto de partida cuantificado: Tasas de fallo de los distintos equipos de producción, Tiempos Medios de Buen Funcionamiento (MTBF), y Tiempos Medios de Paro por avería.

El plan de mantenimiento preventivo que se acaba proponiendo, es un compromiso entre fiabilidad y frecuencia de intervención, pero en su conjunto ordena y racionaliza las operaciones de mantenimiento reduciendo costes de mantenimiento.

PALABRAS CLAVE: Fiabilidad; Costes de mantenimiento; Sector azucarero.

REDUCTION OF MAINTENANCE COSTS THROUGH RELIABILITY ANALYSIS OF ASSETS IN THE SUGAR-CANE SECTOR.

ABSTRACT: This work shows the design of a preventive maintenance plan based on the reliability analysis of the most conflictive assets in a sugar cane transformation company located in the Dominican Republic, where this sector (sugar cane) is strategic. The objectives go beyond the design of the maintenance plan, but also in increasing the reliability of the facilities and reducing costs due to production stoppages due to breakdowns. In addition, interventions must interfere as little as possible with production so as not to penalize the availability and productivity of the plant. From the analysis and resolution of the presented situation, it is discovered that the most expensive failures are focused on few machines and few failure modes, fulfilling the Pareto theory. Parameters are also obtained to establish a quantified starting point: Failure rates of the different production equipment, Mean Time Before Failure (MTBF), and Mean Time of Down Time due to breakdown. The preventive maintenance plan that has just been proposed is a balance between reliability and intervention frequency, but it is able to organize whole

maintenance operations, reducing maintenance costs.

KEYWORDS: Reliability; Maintenance costs; Sugar cane sector.

1 | INTRODUCCIÓN

Es habitual que el Plan de Mantenimiento (García, 2015) de un equipo de producción se desarrolle atendiendo a los intervalos de actuación que proponen los fabricantes de las máquinas, pero se pueden obtener mejores resultados (mayor fiabilidad, y menos costes de mantenimiento) si se adaptan los intervalos de intervención a las circunstancias particulares de trabajo de cada máquina (Fuenmayor, 2017).

La cuestión es; ¿en base a qué criterio se puede tomar decisiones adecuadas? y ¿cómo estimar los tiempos de intervención más favorables?. En este sentido, el análisis de fiabilidad (Parra & Crespo, 2012) se muestra muy efectivo (y hasta imprescindible) en el diseño de Planes de Mantenimiento.

Por otra parte, el tiempo de intervención vendrá determinado por la fiabilidad pretendida (a mayor fiabilidad, tiempos de intervención más cortos) en contraposición a los costes de mantenimiento (tiempos de intervención más cortos suponen más intervenciones, y por lo tanto mayor coste en el mantenimiento preventivo). Así, la decisión sobre los tiempos de intervención, y por lo tanto el diseño del plan de mantenimiento vendrá dado por una solución de compromiso que balancee el binomio fiabilidad-coste (Salavert, Macián & Ballester, 2019).

En este trabajo se muestra la aplicación de esta técnica en los equipos de producción de una industria de transformación de la caña de azúcar, concretamente en una empresa de la república Dominicana, para la que ha supuesto toda una novedad en el diseño y redefinición de los Planes de Mantenimiento de los equipos tratados.

La motivación de este desarrollo tiene una componente eminentemente tecnológica en el propio contexto de la empresa en la que se desarrolla, consistente en la mejora de la productividad, en este caso basándose en el proceso “Mantenimiento”, aunque también se aprovechará la información obtenida para desarrollar conocimientos sobre la ingeniería del mantenimiento en la industria de transformación de caña de azúcar a través de una tesis doctoral en curso, dado el interés que este sector tiene en la República Dominicana.

2 | OBJETIVOS

Se plantean tres objetivos conectados entre sí en este trabajo:

- Diseño de un Calendario de Intervenciones de mantenimiento preventivo para una línea de procesado de caña de azúcar

La condición que ha de cumplir este calendario, va más allá de aglutinar y organizar las intervenciones de mantenimiento preventivo, por lo que también son objetivos a

alcanzar, y son:

- El calendario, incluirá operaciones de mantenimiento preventivo que reduzcan las averías de los equipos productivos. Se ha de reducir Mantenimiento Correctivo en favor de operaciones de Mantenimiento Preventivo
- Como fin último, la nueva estructura de intervalos e intervenciones de mantenimiento preventivo han de reducir costes por parada de producción debido a averías en los activos productivos de la empresa objeto de estudio (Alcoholes Finos Dominicanos)

3 | METODOLOGÍA

Los pasos seguidos para realizar el estudio y proporcionar una solución realista y efectiva son los siguientes (García, 2018):

- Análisis del proceso productivo, identificando los principales activos. Con el objeto de conocer los equipos de producción involucrados, y sus funciones principales
- Recopilación de información de dichos activos referente a averías producidas, modos de fallo, y costes producidos por las paradas de producción a partir del histórico de los mismos y de trabajo de campo.
- Priorización de averías mediante análisis de Pareto en tres niveles: Sección productiva, Activo afectado, y Modo de fallo. Buscando la coherencia entre los resultados de los tres niveles indicados.
- Estimación de la ley de degradación mediante análisis de fiabilidad de las averías detectadas aplicando técnicas estadísticas.
- Determinación de los tiempos de intervención en una estrategia de mantenimiento preventivo que eviten averías aleatorias y los consiguientes paros de producción no previstos (Salavert & Ramos, 2019), utilizando como criterio el nº de fallos esperable según el tiempo de intervención elegido.
- Desarrollo de las Rutinas de Mantenimiento que agrupen las intervenciones de mantenimiento preventivo en base a un tiempo de intervención base.

4 | CARACTERÍSTICAS DEL INGENIO DE TRANSFORMACIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR

El proceso consiste en la transformación de la caña de azúcar en azúcar, alcohol tanto de uso industrial como para el sector alimentario, y miel. También se obtiene como subproducto CO₂, y residuo vegetal (bagazo) que puede valorizarse utilizándolo como combustible para un grupo de generación eléctrica mediante turbina de vapor.

El objeto de estudio de este trabajo, es una industria ubicada en la República Dominicana, cuya producción media anual está alrededor de 260.000 toneladas de caña de azúcar, de la que se obtiene un 35 % de bagazo, y un 65 % de jugo del que se extraen aproximadamente 28 600 toneladas de azúcar, 11 700 toneladas de miel, 18 000 000 litros

de alcohol y 4 000 toneladas de CO₂. (Fuente: Alcoholes Finos Dominicanos, 2019)

Se trabajan en proceso continuo, 5 días/semana, 24 horas/día de ahí el interés de contar un plan de mantenimiento preventivo que acote las averías y se ajuste a los periodos en los que los activos pueden ser intervenidos por no estar en turno de producción.

El proceso productivo de la factoría (ingenio) que se trata, está esquematizado y resumido en la figura 1, donde se ha considerado 6 etapas desde la entrada de la materia prima (caña de azúcar) hasta la obtención del producto terminado, y en cada una de las etapas se ha dividido en secciones que agrupan a su vez las máquinas que realizan una parte “elemental” del proceso total de transformación.

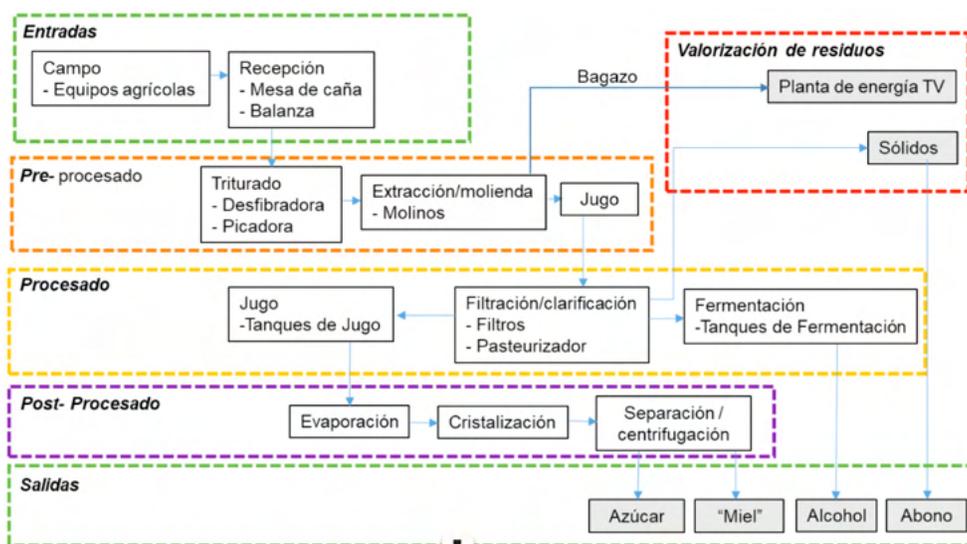


Figura 1. Esquema del proceso de transformación de la caña de azúcar. Elaboración propia

A partir de este diagrama, quedan definidos los activos principales para los que se va a estudiar el efecto de la fiabilidad sobre el plan de mantenimiento.

5 | RESULTADOS

5.1 Organización y tratamiento de la información de partida

La clasificación y organización de los activos considerados siguiendo una desagregación sencilla (Lárez, 2019) se muestra en la tabla 1 en la que se ha codificado cada activo para posterior identificación, distribuyéndolos en 6 Etapas del proceso productivo, y en cada una de ellas considerando diferentes secciones (hasta 13 en total), en las que se localizan los 43 activos que forman parte del estudio.

Etapa	Sección	Activo
01. Entrada	01.01. Recepción	01.01.01. Mesa de caña 01.01.02. Balanza 01.01.03. Conducto 01.01.04. Nivelado 01.01.05. Grúa 01.01.06. Imán
02. Pre-procesado	02.01. Triturado	02.01.01. Desfibradora 02.01.02. Picadora 02.01.03. Pre-picadora
	02.02. Extracción / Molienda	02.02.01. Molino 01 02.02.02. Molino 02 02.02.03. Molino 03
	02.03. Jugo	02.03.01. Bomba jugo rebose
03. Procesado	03.01. Filtración / Clarificación	03.01.01. Filtro estático 03.01.02. Filtro Tromel 03.01.03. Filtro DSM 03.01.04. Pasteurizador 03.01.05. Tanque filtrado 03.01.06. Tanque primario 03.01.07. Tanque pasteurizado 03.01.08. Bomba jugo 03.01.09. Intermedio 1 03.01.10. Intermedio 2 03.01.11. Intermedio 3
	03.02. Jugo	03.02.01. Bomba Jugo
	03.03. Fermentación	03.03.01. Tanque fermentación
04. Post-Procesado	04.01. Evaporación	04.01.01. Equipo de evaporación
	04.02. Cristalización	04.02.01. Equipo de cristalización
	04.03. Separación / Centrifugado	04.03.01. PLC
05. Salida	05.01. Salida	05.01.01. Equipo de expedición
06. Valorización residuos	06.01. Energía	06.01.01. Cinta Bagazo 06.01.02. Banda 50 06.01.03. Banda de cogeneración 06.01.04. Caldera 06.01.05. Chuter 01 06.01.06. Chuter 02 06.01.07. Chuter 03 06.01.08. Chuter 04 06.01.09. Chuter 05 06.01.10. Grupo de cogeneración 06.01.11. Taco banda 56 06.01.12. Turbina 1
	06.02. Abono	06.02.01. Equipo de abono

Tabla 1. Organización de los activos considerados

De la información obtenida del histórico de averías, se tiene para cada activo la avería anotada por el técnico de mantenimiento y el tiempo de paro de producción que supuso la avería en cada activo, lo que permite analizar las averías repetitivas y las que más impacto tienen sobre la producción y trabajar sobre ellas.

Se emplea un análisis de Pareto para tratar el efecto de las averías sobre la producción considerando como parámetro de comparación las horas de paro de producción que ha creado cada avería en cada activo. De la información original, se ha realizado una criba de situaciones informadas que han provocado paro en la producción, eliminando aquellas originadas por causas ajenas a averías, como por ejemplo falta de materia prima en algún proceso u operación errónea del equipo que ha obligado a reiniciar la producción. Desafortunadamente no se tiene información sobre el coste económico que ha supuesto cada una de las interrupciones en la fabricación.

De la recopilación de estos datos de partida, se obtienen los siguientes valores globales:

- Activos supervisados = 43
- Averías contabilizadas = 885
- Modos de fallo diferentes identificados = 151
- Horas de paro de producción totales = 320 horas
- Periodo de análisis captura de datos = 6 meses

En la figura 2, se representa el tiempo de paro de producción que cada una de las Etapas de producción consideradas ha soportado por avería de sus activos, en la que se aprecia que es en la Valorización de Residuos donde se generan las averías que provocan la mayor parte de las paradas de producción, si bien, este análisis es muy global, y aunque empieza a iluminar la situación, no es aún suficiente como para tomar decisiones concretas, ya que cada Etapa contiene a su vez distintas secciones y diferentes equipos de producción. Realizando el análisis completo de Pareto, se extendería el campo también a la Etapa de Entrada de la caña al ingenio. Entre ambos conceptos abarcan el 80 % de las paradas de producción.

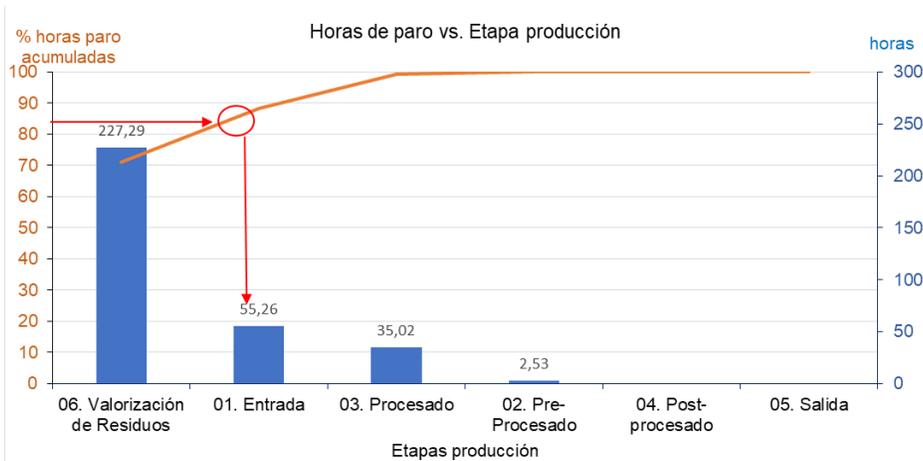


Figura 2. Diagrama Pareto. Horas de paro por Etapa de producción.

Haciendo un análisis por Secciones, se obtiene el diagrama de Pareto que se aprecia en la figura 3.

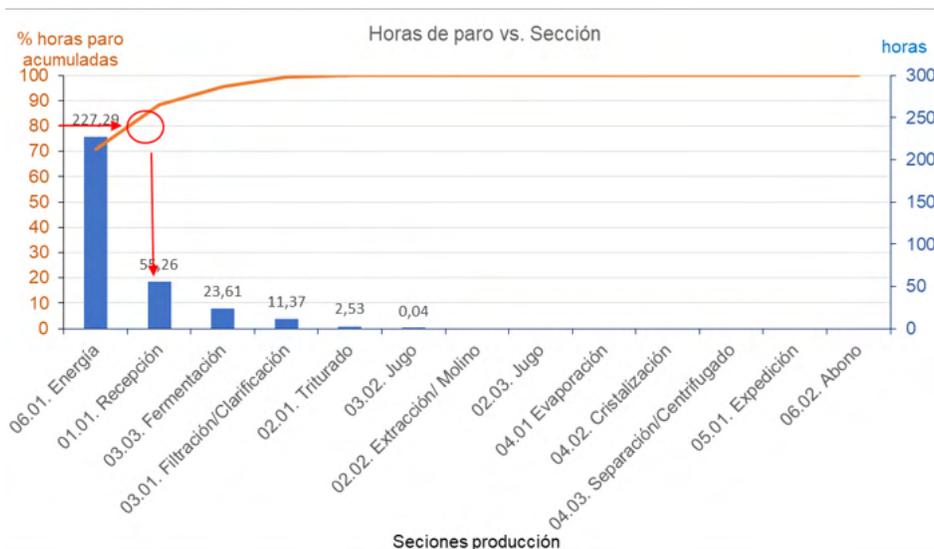


Figura 3. Diagrama Pareto. Horas de paro por Sección

También a partir de este análisis se dirige el foco de atención hacia los activos de la Sección de generación de energía cuyas averías además de ser muy frecuentes (699) provocan la mayor parte de las pérdidas de horas productivas. Se sigue confirmando que las secciones más conflictivas se encuentran en la 06 Revalorización y la 01 Entrada que también en este análisis más particularizado siguen aportando el 80 % del tiempo de parada de producción.

Realizando el análisis de Pareto individualizado a los activos de producción, se obtienen los resultados de la figura 4.

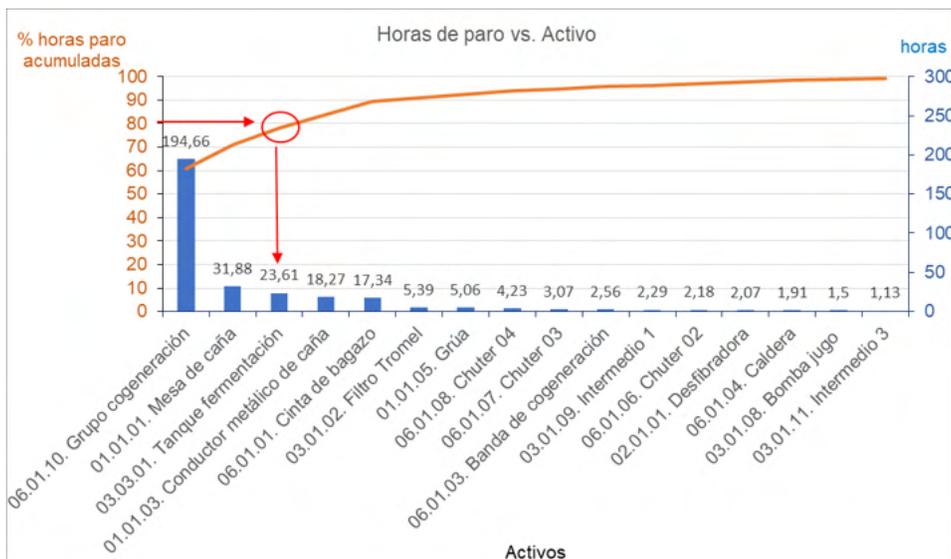


Figura 4. Diagrama Pareto. Horas de paro por activo

Como análisis más particular, se estudia la distribución de horas de paro de producción por modo de fallo. En la figura 5 se aprecia esta distribución en la que se han ordenado 151 modos diferentes de fallo.

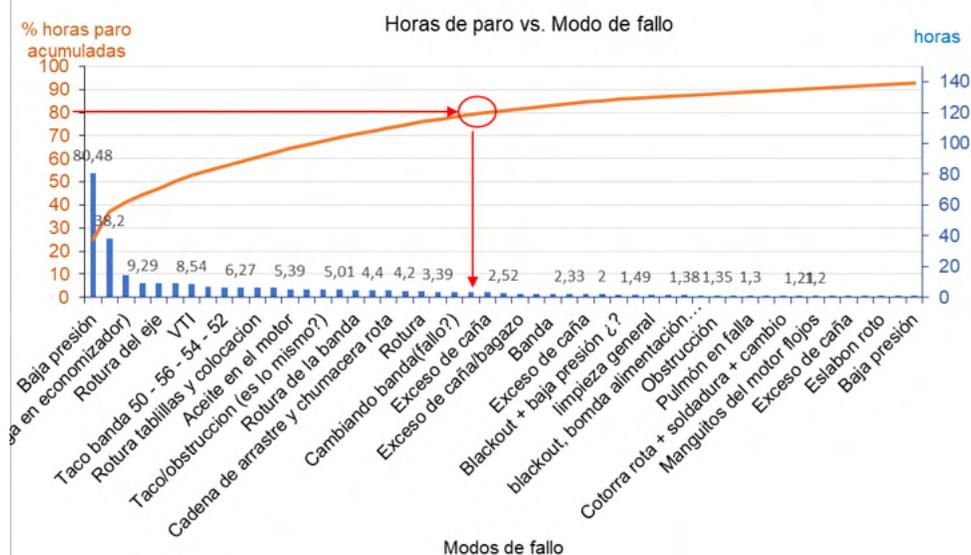


Figura 5. Diagrama Pareto. Horas de paro por modo de fallo

Puesto que la representación gráfica no es capaz de mostrar de forma legible los 151 modos de fallo, se indica en la tabla 2 los modos de fallo que provocan el 80 % del paro de producción total y en qué activos se dan.

En definitiva, 26 modos de fallo sobre 151 (17 %) suponen 258 h de paro (el 80 %), y localizados básicamente en 3 activos de los 43 analizados. El 7 % de equipos de producción concentran el 80 % del tiempo de paro por averías.

Modo de fallo	Nº de averías	Tiempo de paro ocasionado [h]	Tiempo de paro acumulado [h]	Tiempo de paro acumulado [%]	Activo afectado
Baja presión	350	80,48	80,48	25,14	06.01.10. Cogeneración
Blackout (691 FALTA)	80	38,2	118,68	37,08	06.01.10. Cogeneración
Caldera (738 fuga en economizador)	3	14,19	132,87	41,51	06.01.10. Cogeneración
Lleno	7	9,29	142,16	44,41	03.03.01. Fermentación
Rotura del eje	2	9,17	151,33	47,28	06.01.10. Cogeneración
Cadena de arrastre rota	10	9,03	160,36	50,10	01.01.01. Mesa de caña
VTI	5	8,54	168,9	52,76	06.01.10. Cogeneración
Generador fuera	7	7,1	176	54,98	06.01.10. Cogeneración
Taco banda 50 - 56 - 54 - 52	32	6,33	182,33	56,96	06.01.10. Cogeneración
Exceso de jugo (lleno)	7	6,27	188,6	58,92	03.03.01. Fermentación
Rotura tablillas y colocación	1	6,2	194,8	60,86	01.01.03. Conductor metálico de caña
Fallo ventilador	2	6,2	201	62,79	03.03.01. Fermentación
Aceite en el motor	2	5,39	206,39	64,48	03.01.02. Filtro Tromel
Cadena sucia y fuera del sproker	2	5,16	211,55	66,09	03.01.01. Mesa de caña
Taco / obstrucción	18	5,06	216,61	67,67	01.01.03. Conductor metálico de caña
Cambio de chumacera	2	5,01	221,62	69,23	06.01.10. Cogeneración

Rotura de la banda	1	4,47	226,09	70,63	06.01.01. Cinta de bagazo
Eje banda 50 roto	2	4,4	230,49	72,01	06.01.10. Cogeneración
Cadena de arrastre y chumacera rota	2	4,32	234,81	73,36	01.01.01. Mesa de caña
Motor, banda 56	1	4,2	239,01	74,67	06.01.10. Cogeneración
Rotura	1	4,12	243,13	75,95	06.01.01. Cinta de bagazo
Cuña rota reductor	1	3,39	246,52	77,01	06.01.01. Cinta de bagazo
Cambiando banda	2	3,35	249,87	78,06	06.01.01. Cinta de bagazo
Cadena de arrastre fuera de carril / obstrucción	7	3,31	253,18	79,09	01.01.01. Mesa de caña
Exceso de caña	27	3,23	256,41	80,10	06.01.08. Chuter 4

Tabla 2. Modos de fallo ordenados según Pareto hasta el 80% del tiempo total de paro

La metodología para revertir esta situación, consistirá en redefinir el mantenimiento de los siguientes activos, y con la prelación indicada:

- a. 06.01.10. Grupo de cogeneración.
- b. 01.01.01. Mesa de caña.
- c. 03.03.01. Tanque de fermentación.

El desarrollo del nuevo plan de mantenimiento para reducir las averías de los activos se compone de dos vías de actuación complementarias:

1. Análisis del origen de los fallos con el fin de evitar que se reproduzcan (González, 2005).
2. Redefinición de un nuevo calendario de intervenciones de Mantenimiento Preventivo que aumente la fiabilidad de los activos y reduzca los paros por avería.

La primera vía de actuación, no se trata en este trabajo, y el desarrollo de la segunda vía de actuación es la que se va tratar a continuación.

5.2 Intervalos de intervención para el plan de Mantenimiento Preventivo

La información de partida para realizar el rediseño del plan de mantenimiento del activo “06.01.10. Grupo de cogeneración” es la aportada inicialmente con la que

ha construido los diagramas de Pareto. En particular, se toma el primer “Modo de fallo” asociado al activo, y su caracterización:

- Modo de fallo: “Baja presión”
- Número de averías contabilizadas: 350 (6 meses)
- Tiempo total de paro del activo: 80,48 h

De estos datos, se obtienen los siguientes parámetros teniendo en cuenta que se trata de 5 días laborales/semana trabajando 24 h/día

- Averías diarias = 2,91 \approx 3 averías/día
- Tiempo medio de paro de máquina por avería = MTTR = 0,23 h
- Tiempo medio de buen funcionamiento = MTBF = 7,98 h

Haciendo la suposición de que los fallos son de carácter aleatorio y por lo tanto la tasa de fallos es constante, se obtiene:

$$\text{Tasa de fallos} = \lambda = \frac{1}{MTBF} = \frac{1}{7,98} = 0,125 \text{ fallos/h} \quad (1)$$

A partir de estos valores, se puede estimar el efecto de distintas opciones de Mantenimiento Preventivo. Si se considera como intervalos lógicos o deseables para realizar el mantenimiento preventivo el cambio de turnos o los fines de semana, se puede calcular la fiabilidad para distintos intervalos de intervención según se aprecia en la gráfica 6.

$$\text{Fiabilidad} = R(t) = e^{-\lambda \cdot t} \quad (2)$$

Así, realizando actividades de Mantenimiento Preventivo cada 4 horas (medio turno) se tendrá una Fiabilidad de 60,6 %, mientras que si se realiza la operación de mantenimiento en los cambios de turno (intervalo de 8 horas), la Fiabilidad será de 36,7 %.

Puesto que la reparación de la avería (Mantenimiento Correctivo) implica un tiempo medio de 0,23 h, es de esperar que el mantenimiento preventivo lleve menor tiempo, menor coste, y además se evita el paro de la producción.

Ante la realización de una intervención de mantenimiento preventivo cada 4 horas (dos veces por turno), se puede estimar las averías que se seguirán produciendo mediante la expresión:

$$N^{\circ} \text{ averías} = \int_0^{t_i} \lambda(t) \cdot dt \quad (3)$$

Que en este caso se simplifica al ser la tasa de fallos constante, por lo que el número de averías que cabe esperar realizando una intervención de mantenimiento preventivo cada 4 horas es de:

$$N^{\circ} \text{ averías en 4 horas} = \lambda \cdot \Delta t = 0,125 \text{ fallos/hora} \cdot 4 \text{ horas} = 0,5 \text{ fallos} \quad (4)$$

Con estos resultados, (Nº de averías para el periodo de intervención de 4 horas,

sensiblemente inferior a 1) se establece el periodo inicial de intervención de Mantenimiento Preventivo para el activo considerado en 4 horas, o bien, 2 intervenciones por turno

Esta frecuencia de intervención supone las diferencias respecto al sistema de mantenimiento que se estaba llevando a cabo solo para el modo de fallo que se está tratando, y que se enumeran en la Tabla 3

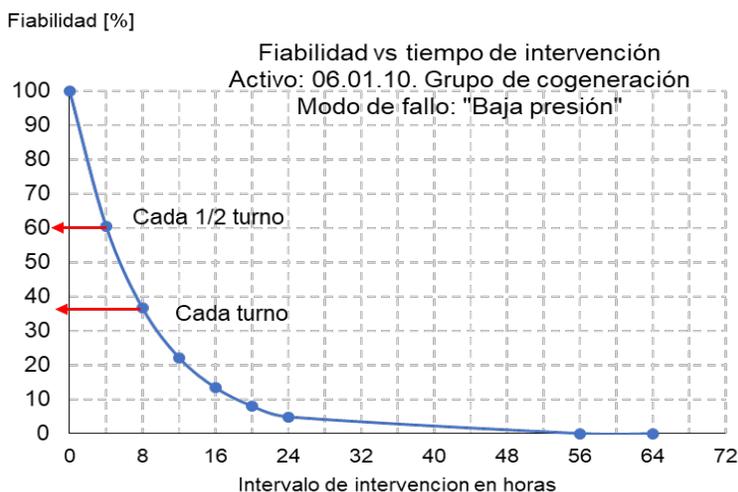


Figura 6. Variación de la Fiabilidad R(t) según el intervalo de actuación en horas

Antes	Después
<ul style="list-style-type: none"> • 3 reparaciones urgentes al día, por término medio sin previo aviso • 0,69 horas diarias por término medio de paro en este activo por este Modo de Fallo, y su correspondiente coste • Tiempo consumido por el técnico de mantenimiento, que dada la urgencia y la frecuencia de la avería tiene que desatender otras actividades. 	<ul style="list-style-type: none"> • 6 intervenciones de Mantenimiento preventivo al día organizadas y con un horario conocido por todos los intervinientes (producción y mantenimiento) • Se evitan las interrupciones por el Modo de Fallo tratado. No hay costes por paro del activo en cuestión asociado al Modo de Fallo • Los tiempos de intervención de Preventivo, suelen ser menores que las de mantenimiento correctivo. • Puesto que esta operación de mantenimiento preventivo, se va a coordinar con otras tantas, el ahorro de tiempo y coste asociado a la intervención, será aún mayor.

Tabla 3. Diferencias en el plan de intervenciones aportadas por el nuevo planteamiento

Realizando el mismo análisis para cada modo de fallo de la tabla 2, tomando como criterio que el número de averías esperable sea menor de 0,5 y agrupando por activos, se obtiene la planificación de la tabla 4 donde se indica también para cada modo de fallo el nº de averías esperadas y la fiabilidad.

Modo de fallo intervenido	Intervalo de intervención propuesto					Nº de fallos	Fiabilidad [%]
	½ turno	1 turno	1 día	1 semana	1 mes		
Baja presión	X					0,5	61
Blackout		X				0,2	80
Caldera-Economizador				X		0,2	85
Rotura eje				X		0,1	88
VTI				X		0,2	78
Generador				X		0,3	72
Taco banda			X			0,3	76
Cambio de chumacera					X	0,5	61
Eje banda					X	0,5	61
Motor banda 56					X	0,3	72

Tabla 4. Planificación de intervalos de intervención de Mantenimiento Preventivo

Con esta metodología quedaría estructurada la planificación del Mantenimiento preventivo para cada uno de los 3 activos identificados como críticos para la reducción de averías que provocan paro de los equipos, estableciendo como intervalos de intervención posibles los múltiplos de turno, días, y semanas, intentando priorizar los fines de semana para realizar las intervenciones a fin de no interferir en la producción.

6 I CONCLUSIONES

Se ha desarrollado un calendario de intervenciones de mantenimiento preventivo en los equipos de producción más conflictivos obteniendo el tiempo de intervención para cada operación de mantenimiento preventivo, mediante cálculo de fiabilidad. El resultado final del calendario, se ha obtenido mediante la “depuración” de todos los tiempos de intervención calculados, agrupándolos y reorganizándolos para que se adapten a los turnos de fabricación, con el fin de interrumpir lo menos posible la producción.

Todos los modos de fallo seleccionados a partir del análisis de Pareto y que provocan la mayoría de las averías (hasta el 80 %), son los que se incluyen en el nuevo calendario de mantenimiento preventivo. De esta forma se eliminan las intervenciones de Mantenimiento Correctivo correspondientes, cumpliendo por ello el segundo objetivo pretendido.

En cuanto a la reducción de costes por parada de producción debida a averías, también es un objetivo que se alcanza al aplicar la solución propuesta. Si bien no se sabe con exactitud hasta que el sistema implantado tenga recorrido de algunos meses, se puede realizar la suposición que el Mantenimiento Preventivo, en este caso y como promedio, solo interrumpe la producción un 20 % del tiempo de paro que provoca una avería, para el caso del activo 06.01.10. Cogeneración, significaría:

- Ausencia de averías aleatorias que provocan paro de producción.
- Se evitarían una media de 2,64 averías/día.
- El tiempo de paro de producción medio, pasaría de 1 h/día a 0,2 h/día.
- Las intervenciones de mantenimiento preventivo, se trasladan en su mayor parte a los fines de semana.

El análisis de la fiabilidad permite diseñar planes de mantenimiento a medida para cada activo y cada modo de fallo lo que se traduce en acciones adaptadas a cada caso, que permiten reducir las averías imprevistas y los consiguientes costes por mantenimiento ineficiente.

6.1 Restricciones y desarrollos futuros

La principal limitación encontrada para el desarrollo del trabajo, ha consistido en la falta de orden y estructura en los datos de partida. Si bien existía mucha información sobre averías e intervenciones, estos datos no estaban estandarizados ni organizados, por lo que se ha requerido invertir esfuerzos en entender la información de partida. Se ha encontrado una empresa en la que durante los últimos años, su crecimiento se ha basado obviamente en la producción, pero en la que el Mantenimiento no ha recibido el interés correspondiente para acompañar a la producción.

Los trabajos futuros van a estar encaminados al diseño de un Sistema de Mantenimiento acorde con los medios productivos tanto desde tres objetivos: Estructura Organizativa, Estrategia de Mantenimiento a implantar, y Gestión den Mantenimiento. Teniendo como objetivo participar en el escenario de Industria 4.0 y orientar el Mantenimiento hacia el “Mantenimiento según Condición”.

REFERENCIAS

Fuenmayor, E. (2017). [Internet]. Calculando la frecuencia óptima de mantenimiento o reemplazo preventivo. Caso de estudio basado en métodos y normas vigentes. Disponible en: <http://www.ernestoprimer.com/documents/Calculando%20la%20Frecuencia%20Optima%20de%20Mantenimineto%20o%20Reemplazo%20Preventivo.pdf>

García, S. (2015). El Plan de mantenimiento programado. Renovetec.

García, S. (2018). Guía para la implantación del mantenimiento 3.0. Renovetec

González, F.J. (2005). Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. FC Editorial

Lárez, A. (2019). Estructura desagregada de activos y taxonomía. ISSN 0214-4344

Parra, C. & Crespo, A. (2012) Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada a la gestión de activos. INGECON.

Salavert, J.M., & Ramos, R.D. (2019). Efecto de la fiabilidad sobre el coste del Mantenimiento. *Jornadas sobre fiabilidad*. Asociación Española de Mantenimiento. Madrid 2019.

Salavert, J.M., Macián, V., & Ballester, S. (2019). Análisis del desgaste de pastillas de freno en autobuses de transporte urbano mediante el modelo de Weibull. *Jornadas sobre fiabilidad*. Asociación Española de Mantenimiento. Madrid 2019.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Absorção 43, 55, 59, 60, 62, 81, 85, 90, 91, 92, 93, 95, 99, 102, 103, 104, 105, 106, 108, 112, 117, 123, 148, 150, 151, 152, 155, 171, 173, 176, 183, 188, 217, 218, 219, 220, 221, 222

Aclimatização 118, 119, 120, 122, 124, 126, 127, 128

Adução verde 171, 178, 187, 191, 192, 193

Agropecuária 17, 18, 64, 65, 86, 128, 129, 156, 168, 169, 189, 190, 216, 225

Agrotóxicos 64, 157, 159, 161, 162, 163, 167, 168, 169, 170

Análises 41, 44, 48, 51, 64, 82, 86, 89, 95, 122, 123, 126, 137, 176, 209, 210, 212, 215

B

Bactérias 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131

Bactérias diazotróficas 118, 119, 120, 123, 125, 126, 127, 128

Banana 6, 127, 132, 133, 134, 136, 137, 141, 142

Brasil 3, 4, 6, 8, 9, 10, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 25, 46, 52, 56, 57, 58, 61, 63, 86, 88, 93, 106, 109, 110, 111, 117, 120, 122, 123, 128, 132, 134, 142, 145, 146, 147, 148, 149, 151, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 167, 168, 169, 171, 173, 184, 191, 210, 211

C

Campo 8, 28, 31, 44, 67, 69, 78, 80, 82, 83, 87, 89, 94, 106, 117, 148, 149, 151, 152, 153, 154, 155, 207, 208, 209, 210, 219, 225

Cana-de-açúcar 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 86, 159, 162, 163, 164, 167

Caña de azúcar 26, 27, 28, 29, 66, 67, 68, 69, 70

Canola 145, 146, 147, 159

Cerrado 15, 16, 17, 18, 21, 24, 25, 91, 107, 124, 127, 149, 168, 186, 193

Ciclagem de nutriente 171

Colheita 21, 23, 46, 48, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 61, 65, 109, 112, 141, 146, 149, 150, 175, 177, 180

Corretivo do solo 87

Crescimento 16, 17, 18, 21, 22, 23, 52, 56, 58, 59, 60, 81, 85, 87, 93, 97, 98, 99, 100, 103, 105, 106, 108, 109, 111, 112, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 150, 157, 158, 162, 166, 171, 173, 175, 178, 179, 180, 181, 184, 188, 190, 191, 192, 219

Cultivares 44, 53, 55, 60, 61, 106, 145, 146, 168, 182

D

Déficit hídrico 60, 80, 81, 86, 87, 88, 90, 91

Desperdício 132, 133, 135, 136, 141, 143

E

Estresse hídrico 80, 81, 83, 85, 86, 87, 88, 90, 91

Etnobotânica histórica 1, 9

F

Fertilidade 18, 24, 41, 42, 43, 44, 48, 49, 51, 52, 93, 105, 108, 110, 171, 172, 173, 183, 184, 185, 186, 187, 189, 209, 210, 216

Fitomassa 171, 190, 192

G

Genetic materials 194

Genotypes 192, 194, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 206

Gramínea 81, 82, 85, 87, 88, 91, 97, 98, 100, 102, 105, 179

H

Horticultura 1, 2, 6, 8, 117, 142, 214, 224

L

Levantamento 8, 16, 19, 21, 24, 25, 41, 44, 59, 63, 132, 137

M

Manejo 41, 42, 43, 44, 47, 48, 50, 53, 54, 55, 60, 64, 65, 66, 88, 93, 94, 105, 110, 111, 141, 145, 146, 149, 160, 167, 173, 178, 185, 190, 192, 208, 210, 216, 225

Matocompetição 53, 55

Meio ambiente 15, 106, 119, 121, 126, 157, 161, 169

Monitoramento 80

Mudas 43, 53, 54, 55, 59, 60, 63, 64, 65, 118, 119, 120, 124, 126, 127, 153

N

Nutrição 52, 86, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 143, 192

P

Pastagens 15, 17, 88, 91, 93, 94, 105, 107, 108

Pasto 87, 108

Pesquisa documental 1, 3

Plantas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 43, 44, 47, 52, 53, 54, 55, 57, 60, 61, 62, 63, 64,

65, 80, 81, 82, 84, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 99, 100, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 111, 113, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 146, 160, 166, 171, 172, 173, 175, 176, 177, 178, 179, 181, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 218, 221, 222

Plantas utilitárias 1, 3, 8

Producción 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 67, 68, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 206, 207, 208

Produtividade 17, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 49, 51, 53, 54, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 65, 88, 93, 105, 107, 109, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 145, 150, 155, 159, 161, 167, 168, 176, 190, 211, 222

Produtor 16, 22, 56, 57, 58, 59, 63, 80, 134, 142, 148, 149, 153, 166, 209, 210, 211, 212, 215

R

Recomendação 52, 82, 93, 209, 210, 215, 216

Rice 91, 191, 192, 194, 195, 196, 197, 198, 204, 205, 206, 207, 208

S

Seletividade 53, 61, 62, 64

Sementes 4, 43, 61, 94, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 158, 159, 160, 175, 189

Silicato 87, 88

Soja 15, 16, 17, 24, 56, 58, 59, 108, 146, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 214

Solo 18, 23, 26, 37, 38, 41, 42, 43, 44, 48, 49, 50, 51, 52, 55, 57, 59, 62, 67, 72, 78, 81, 82, 86, 87, 88, 89, 91, 93, 94, 99, 101, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 117, 124, 125, 127, 128, 147, 161, 167, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 179, 180, 182, 183, 184, 185, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 219, 220, 221, 222

SPAD 80, 81, 82, 83, 84, 85

Substâncias húmicas 109, 110, 112, 113, 116, 117

Supermercado 133, 138, 139

Sustentabilidade 25, 56, 126, 133, 143, 172, 173, 189, 210

T

Tolerância 53, 55, 61, 62, 87, 88, 91, 187

Transgênicos 157, 161

Transporte 4, 9, 40, 55, 57, 62, 67, 88, 92, 95, 102, 103, 104, 105, 108, 133

V

Vigor 60, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156

CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

 **Atena**
Editora
Ano 2021