

VOL IX

AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO
SPERS
(Organizador)

 EDITORA
ARTEMIS

2023

VOL IX

AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO
SPERS
(Organizador)

 EDITORA
ARTEMIS

2023



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). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Editora Chefe	Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers
Imagem da Capa	Shutterstock
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão
Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará
Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil
Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México



Prof.^ª Dr.^ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*
Prof.^ª Dr.^ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis, Argentina*
Prof.^ª Dr.^ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg, Suécia*
Prof.^ª Dr.^ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*
Prof.^ª Dr.^ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*
Prof.^ª Dr.^ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Prof. Me. Javier Antonio Alborno, *University of Miami and Miami Dade College, Estados Unidos*
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha, Espanha*
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil
Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. José Cortez Godinez, Universidad Autónoma de Baja California, México
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid, Espanha*
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia*
Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México*
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodríguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^ª Dr.^ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal



Prof.^ª Dr.^ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana*, Cuba
Prof.^ª Dr.^ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
Prof.^ª Dr.^ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru
Prof.^ª Dr.^ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Sílvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina
Prof.^ª Dr.^ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Universidade de São Paulo (USP), Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University*, Russia
Prof.^ª Dr.^ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^ª Dr.^ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia
Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León*, Espanha

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

A277 Agrárias [livro eletrônico] : pesquisa e inovação nas ciências que alimentam o mundo IX / Organizador Eduardo Eugênio Spers. – Curitiba, PR: Artemis, 2023.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilíngue

ISBN 978-65-87396-79-8

DOI 10.37572/EdArt_260223798

1. Ciências agrárias – Pesquisa. 2. Agronegócio. 3. Sustentabilidade. I. Spers, Eduardo Eugênio.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



APRESENTAÇÃO

As Ciências Agrárias são um campo de estudo multidisciplinar por excelência, e um dos mais profícuos em termos de pesquisas e aprimoramento técnico. A demanda mundial por alimentos e a crescente degradação ambiental impulsionam a busca constante por soluções sustentáveis de produção e por medidas visando à preservação e recuperação dos recursos naturais.

A obra **Agrárias: Pesquisa e Inovação nas Ciências que Alimentam o Mundo** compila pesquisas atuais e extremamente relevantes, apresentadas em linguagem científica de fácil entendimento. Na coletânea, o leitor encontrará textos que tratam dos sistemas produtivos em seus diversos aspectos, além de estudos que exploram diferentes perspectivas ou abordagens sobre a planta, o meio ambiente, o animal, o homem e a sociedade no ambiente rural.

É uma obra que fornece dados, informações e resultados de pesquisas tanto para pesquisadores e atuantes nas diversas áreas das Ciências Agrárias, como para o leitor que tenha a curiosidade de entender e expandir seus conhecimentos.

Este Volume IX traz 16 trabalhos de estudiosos de diversos países, divididos em dois eixos temáticos: *Eficiência e tecnologia na produção agrícola* e *Meio ambiente e produtividade agrícola*.

Desejo a todos uma proveitosa leitura!

Eduardo Eugênio Spers

SUMÁRIO

EFICIÊNCIA E TECNOLOGIA NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

CAPÍTULO 1..... 1

USO EFICIENTE DA ÁGUA DE REGA EM OLIVAIS DE ELEVADA DENSIDADE: UMA VISÃO GERAL

Alexandra Tomaz

Justino Sobreiro

Manuel Patanita

Maria Isabel Patanita

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237981

CAPÍTULO 2..... 13

LOGICIELS POUR LA GESTION DE PLANTATIONS FORESTIÈRES

Edilson Batista de Oliveira

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237982

CAPÍTULO 3..... 42

DEVELOPMENT AND TEST OF A LOW-COST TUNNEL SPRAYER FOR VINEYARDS

Antonio Odair Santos

Cláudio Alves Moreira

Antônio Carlos Loureiro Lino

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237983

CAPÍTULO 4..... 57

CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y SOCIOECONÓMICAS DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN FAMILIAR DE OAXACA, MÉXICO

Rafael Rodríguez Hernández

Pedro Cadena Iñiguez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237984

CAPÍTULO 5..... 69

EFEECTO DEL AGROPLASMA EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE LA KIWICHA, *AMARANTHUS CAUDATUS* VAR. OSCAR BLANCO

Roger Veneros-Terrones

Claudia Díaz-Fernández

Lisi Cerna-Rebaza

Luis Felipe Gonzales-Llontop

Vito Quilcat-León

Julio Chico- Ruiz

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237985

CAPÍTULO 6..... 84

ESTUDIO DE INFECCIÓN DE *CALIGUS ROGERCRESSEYI* EN SALMÓNIDOS DE CULTIVO POR MEDIO DE TÉCNICAS DE MACHINE LEARNING

Patricio R. de los Ríos-Escalante

Juan Barile

Eriko Carreño

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237986

CAPÍTULO 7 93

DESARROLLO DE UN LENGUAJE DE INTERCOMUNICACIÓN PARA LA INTEGRACIÓN COLABORATIVA ENTRE DISPOSITIVOS HARDWARE HETEROGÉNEOS Y COMPONENTES SOFTWARE EN EL DOMINIO DE LA GANADERÍA DE PRECISIÓN EN MONOGÁSTRICOS

Vicente López Sacanell

Jesús Pomar Gomá

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237987

MEIO AMBIENTE E PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA

CAPÍTULO 8..... 101

DESARROLLO DE UN MÉTODO CROMATOGRÁFICO COMO ENSAYO DE IDENTIDAD PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE UN REMEDIO HERBOLARIO

Guadalupe Yáñez Ibarra

Gabriela Victoria Ruiz Castillo

Ana María Hanan Alipi

Roberto Hernández Villarreal

Gabriela Ávila Villarreal

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237988

CAPÍTULO 9.....112

PRESENCIA DEL SUGARCANE YELLOW LEAF VIRUS EN *Saccharum* SPP. EN MÉXICO Y FILOGENIA DE UN AISLADO DE COLIMA

Manuel de Jesús Bermúdez Guzmán

María Inés Barbosa Villa

Karina de la Paz García Mariscal

Claudia Yared Michel López

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237989

CAPÍTULO 10..... 127

CHARACTERIZATION OF PHENOLOGICAL STAGES AND GRAPE QUALITY OF NINETEEN PORTUGUESE GRAPEVINE VARIETIES PRESENT IN THE DOURO REGION

Ivo Fartouce

Joana Amaral Pinto

Paula Cristina Oliveira

Elza Amaral

Rosa Matias

João Paulo Moura

Aureliano Malheiro

Ana Alexandra Oliveira

 https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379810

CAPÍTULO 11..... 146

INFLUENCIA DE LAS BRISAS DE TIERRA Y MAR SOBRE EL MICROCLIMA DE LA CANOPIA

Gerardo Echeverría Grotiuz

Nicolás Demetriuk

 https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379811

CAPÍTULO 12 161

CAPTURA DE CARBONO EN EL SUELO CON PRÁCTICAS DE MANEJO AGRONÓMICO EN MAÍZ PARA GRANO DE TEMPORAL

Hugo Ernesto Flores-López





Gloria Vidrio-Llamas

Irma Julieta González-Acuña

Celia de la Mora-Orozco

Humberto Ramírez-Vega

 https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379812

CAPÍTULO 13	169
RECURSOS GENÉTICOS DEL MAÍZ DESPOJO Y RESISTENCIA	
Yolanda Cristina Massieu Trigo	
 https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379813	
CAPÍTULO 14	179
INSUMOS AGROECOLÓGICOS PARA MANEJO DEL AMARILLAMIENTO EN NARANJA VALENCIA TARDÍA (<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck) EN VERACRUZ, MÉXICO	
Manuel Ángel Gómez Cruz	
Laura Gómez Tovar	
María de los Ángeles Hernández-Andrade	
Asunción Gálvez-Mendoza	
Luis Enrique Ortiz-Martínez	
 https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379814	
CAPÍTULO 15	185
ANTIOXIDANTES <i>IN VITRO</i> : EFECTOS SOBRE VIABILIDAD ESPERMÁTICA EN TRUCHA ARCOÍRIS (<i>Oncorhynchus mykiss</i> , Walbaum, 1792)	
Eliana Ibáñez-Arancibia	
Iván Valdebenito Isler	
Jorge G. Farías	
 https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379815	
CAPÍTULO 16	196
USE OF A PCR-RFLP MOLECULAR TEST FOR THE DIFFERENTIATION OF <i>Babesia bovis</i> AND <i>Babesia bigemina</i> IN THE DIAGNOSIS OF BOVINE BABESIOSIS	
José Juan Lira Amaya	
Diego Jesús Polanco Martínez	
Rebeca Montserrat Santamaría Espinosa	
Grecia Martínez García	
Carmen Rojas Martínez	
Jesús Antonio Álvarez Martínez	
Julio Vicente Figueroa Millán	
 https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379816	
SOBRE O ORGANIZADOR	208
ÍNDICE REMISSIVO	209

DESARROLLO DE UN LENGUAJE DE INTERCOMUNICACIÓN PARA LA INTEGRACIÓN COLABORATIVA ENTRE DISPOSITIVOS HARDWARE HETEROGÉNEOS Y COMPONENTES SOFTWARE EN EL DOMINIO DE LA GANADERÍA DE PRECISIÓN EN MONOGÁSTRICOS¹

Data de submissão: 23/12/2022

Data de aceite: 10/01/2023

Vicente López Sacanell

Universitat de Lleida
Ph.D student

Grupo de investigación en AgróTICA y
Agricultura de Precisión (GRAP)
Escuela Técnica Superior de
Ingeniería Agraria
Campus Agroalimentario
Forestal y Veterinario
Lleida, España

<https://orcid.org/0000-0002-8258-8834>

Jesús Pomar Gomá

Universitat de Lleida
Emeritus Professor

Grupo de investigación en AgróTICA y
Agricultura de Precisión (GRAP)
Escuela Técnica Superior de
Ingeniería Agraria
Campus Agroalimentario
Forestal y Veterinario
Lleida, España

<https://orcid.org/0000-0002-4757-551X>

RESUMEN: Los sistemas de alimentación de precisión son sistemas complejos que requieren el diseño y desarrollo de componentes especializados, que incluyen hardware y software (es decir, módulos DSS, alimentadores de precisión, controladores electrónicos, sensores, actuadores y otros dispositivos) adaptados a diferentes especies animales y tipos de producción. La construcción de sistemas de alimentación de precisión implica reunir estos componentes de manera colaborativa. Para permitir que estos componentes heterogéneos interoperen, es necesario un lenguaje de comunicación especializado y de alto nivel. Hoy en día, los dispositivos comercializados generalmente usan lenguajes de comunicación patentados que dificultan la comunicación entre componentes de diferentes proveedores o desarrolladores. Este trabajo constituye una propuesta para un lenguaje abierto de alto nivel que permita la intercomunicación de componentes diferentes y heterogéneos independientemente del fabricante y proveedor. En esta propuesta, todos los mensajes de comunicación se construyen en base a una estructura común y un contenido específico y todos los mensajes se clasifican de acuerdo con sus funcionalidades y se probaron en sistemas reales en el dominio de alimentación de precisión.

PALABRAS CLAVE: Alimentación de precisión. Lenguaje de comunicación entre agentes. Integración del hardware de proveedores. Arquitectura multiagente.

¹ Este trabajo es un resultado del proyecto Feed-a-Gene (grant agreement no.633531) financiado por el Programa H2020 de la Unión Europea. Asimismo, el trabajo fue presentado virtualmente en el XI Congreso Ibérico de AgroIngeniería, organizado conjuntamente por la Sociedad Española de Agroingeniería y por la Secção Especializada de Engenharia Rural de la Sociedade de Ciências Agrárias de Portugal, celebrado los días 11 y 12 de noviembre de 2021.

DEVELOPMENT OF AN OPEN AGENT COMMUNICATION LANGUAGE TO INTEGRATE MULTI-MANUFACTURER HARDWARE DEVICES AND SOFTWARE COMPONENTS IN THE DOMAIN OF PRECISION LIVESTOCK FARMING FOR MONOGASTRIC

ABSTRACT: Precision feeding systems are complex systems that require the design and development of specialized components, including hardware and software (i.e., DSS modules, precision feeders, electronic controllers, sensors, actuators, and other devices) adapted to different animal species and types of production. Building precision feeding systems involve putting these components together in a collaborative way. To allow these heterogeneous components to interoperate, a specialized and high-level communication language is necessary. Today, commercialized devices generally use proprietary communication languages that make the communications between components of different vendors or developers very difficult. This work constitutes a proposal for an open, high-level language that allows intercommunication of different and heterogeneous components regardless of the manufacturer and vendor. In this proposal, all communication messages are built based on a common structure and a specific content and all messages are classified according to their functionalities and was tested in real systems in precision feeding domain.

KEYWORDS: Precision farming livestock. Agent communication language. Hardware multivendor integration. Multiagent architecture.

1 INTRODUCCIÓN

La contribución de las tecnologías en los sistemas de producción ganaderos se ha convertido en un instrumento necesario e imprescindible que permite, no sólo reducir los costes de producción e incrementar la eficiencia y la productividad, si no también estudiar otros factores como el comportamiento, la actividad física o la salud de los animales. La incursión de nuevas tecnologías en dicho ámbito ha permitido crear un *nuevo* concepto llamado Ganadería de Precisión (*PLF - Precision Livestock Farming*). La PLF apunta a ser aquel instrumento que permite un desarrollo sostenible de los sistemas de producción animal (Berckmans, 2014; Milovanovic, 2014).

Ésta persigue como objetivo principal crear un sistema de manejo - a nivel productivo, reproductivo, de impacto ambiental y de salud y bienestar animal - basado en el monitoreo y control de un sistema continuo y automático en tiempo real (Berckmans, 2014). Este monitoreo y control está fundamentado en la observación, es decir, en la adquisición de datos y su procesamiento (Pomar & López, 2018). No obstante, la toma de decisiones no siempre es fácil debido a la gran variedad de información disponible y a la naturaleza dinámica de estos datos (O'Grady & O'Hare, 2017).

Los sistemas de información desarrollados se adecúan a manejar todos los datos medidos por los diferentes componentes instalados en granja, pero debido a la globalización y la desregularización del sector, ésto continúa siendo un gran desafío,

y más aún, a nivel comercial (Samah, *et al.*, 2009). La alta competitividad provoca, como consecuencia, la creación de sistemas de manejo opacos. A pesar de que cada fabricante utiliza unos estándares concretos, la tendencia va dirigida al uso de estándares normalizados, como ya ocurre con las ISO 11784/11785/14223/24631, para identificación electrónica, el ISObus, en maquinaria, o la ISO 11788ADED, para equipos de ordeño.

Desgraciadamente los equipos que comúnmente se utilizan en los sistemas de engorde convencionales para monogástricos no han sufrido importantes mejoras tecnológicas, y la alimentación continúa enfocándose en el grupo, en lugar del individuo.

En este estudio se pretende mejorar la tecnología existente basándose en los modelos multiagente. Estos modelos se constituyen en base a agentes, que en definitiva representan cada uno de los equipos y/o dispositivos instalados en granja. Cada agente debe ser capaz de manejar su propia información, así como también ser capaz de relacionarse con uno o varios agentes, según la necesidad. La manera de hacerlo será a través de un lenguaje de comunicaciones entre agentes, el cual permitirá un intercambio de la información generada por cada uno de ellos y vital para la toma de decisiones.

2 MATERIAL Y MÉTODOS

La evolución del sector ha hecho que se empiecen a crear prototipos viables para granjas de experimentación, un paso necesario y previo antes de llegar a los modelos comerciales. Uno de estos prototipos con los que se ha realizado este estudio son los alimentadores inteligentes de alimentación (IPF – *Intelligent Precision Feeder*). Estos equipos están provistos con una serie de sensores y actuadores capaces de identificar, monitorizar y proporcionar una dieta individualizada a cada animal (cerdo), mediante el envío y recepción de información concreta y precisa en tiempo real, con el fin de satisfacer los objetivos predefinidos por el usuario.

Esta información, enviada mediante mensajes, debe ser definida y estructurada adecuadamente, teniendo en cuenta tanto el tipo de dispositivo conectado en el sistema como el tipo de información que va a generar y va a enviar a otro agente (Tabla 1). Esta información debe ser estructurada de una determinada manera para la comprensión de cada agente involucrado en su intercambio, por lo que es necesario crear un Lenguaje de Comunicaciones entre Agentes (ACL – *Agent Communication Language*). El ACL puede ser definido como un método de alto nivel para intercambiar información y conocimiento entre los diferentes agentes que forman parte de una arquitectura multiagente (Genesereth & Ketchpel, 1994). Esta comunicación entre agentes es un componente clave que permite la interacción entre ellos y se convierte en la base de las arquitecturas multiagente (Soon, *et al.*, 2019).

Tabla 1 – Componentes que pueden formar parte del sistema multiagente y tipo de contenido que genera.

Component	Feeder device	Scale device	Drinker device	Accelerometer sensor	Environmental sensors
	Date	Date	Date	Date	Date
	Start time	Start time	Start time	Animal ID	Time
	End time	End time	End time	Sensor ID	Sensor ID
	Time spent	Time spent	Time spent	Distance	Signal
Data acquired	Diet A	Weight	Water delivered	Time spent standing	
	Diet B	Animal ID	Animal ID	Time spent lying	
	Diet C	Device ID	Device ID	Time spent walking	
	Diet D	Certitude	Certitude		
	Animal ID				
	Device ID				
	Certitude				

El desarrollo del lenguaje de comunicación propuesto tiene como fundamento teórico el estudio realizado sobre un prototipo virtual basado en agentes (Pomar, *et al.*, 2011). En este estudio se crearon varios módulos virtuales, llamados agentes, los cuales representaban componentes reales de una granja. De esta forma se creó un entorno multiagente, formado por varios agentes (*Feeder, Mixer, Formulator*, etc.). La finalidad de ese prototipo virtual fue crear un lenguaje de comunicación específico para sistemas de producción de engorde, en monogástricos, mediante el cual los agentes involucrados interactuaban entre sí de acuerdo con los propósitos deseados.

Posteriormente, el prototipo virtual fue adaptado con ciertas restricciones a un prototipo físico (equipo IPF), lo cual permitió realizar diferentes estudios sobre alimentación de precisión en cerdos de engorde y así comprobar la viabilidad del sistema (Hauschild, *et al.*, 2012) (Andretta, *et al.*, 2016).

Proyectos como agriOpenLink, loF2020 y Feed-a-Gene han permitido modificar, complementar y mejorar el lenguaje creado inicialmente. Así, el proyecto loF2020 desarrolla varias soluciones basadas en IoT, enfocándose en diferentes modelos productivos y de gestión en el ámbito de la agricultura. En cada uno de ellos se define el modelo del dominio, algunos componentes utilizados y el tipo de información procedente de cada componente

(Tomasi, *et al.*, 2017). Por otra parte, el proyecto Feed-a-Gene ha permitido definir y tratar en profundidad la información que puede ser recibida por aquellos componentes integrados en el sistema productivo y que puede resultar útil para la toma de decisiones.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un agente es capaz de intercambiar información, solicitar servicios y negociar con otros agentes a través del ACL. De esta forma el ACL permite que los agentes trabajen de forma cooperativa para aportar la información deseada o para solucionar un problema. Para que dos agentes se comuniquen de forma efectiva, ambos deben usar la misma estructura de mensajes.

Se propone utilizar la estructura mostrada en la Tabla 2. Todos los mensajes tendrán un encabezado formado por un carácter “#” ó “\$”, el cual permite distinguir si el mensaje es enviado por el software de control (SC) o es el SC quien lo recibe. A continuación, se le añadirá otro carácter, “[”, indicando que se inicia el encapsulado del mensaje. Como carácter de finalización del mensaje, se utilizará el “]” seguido por un *CRLF*.

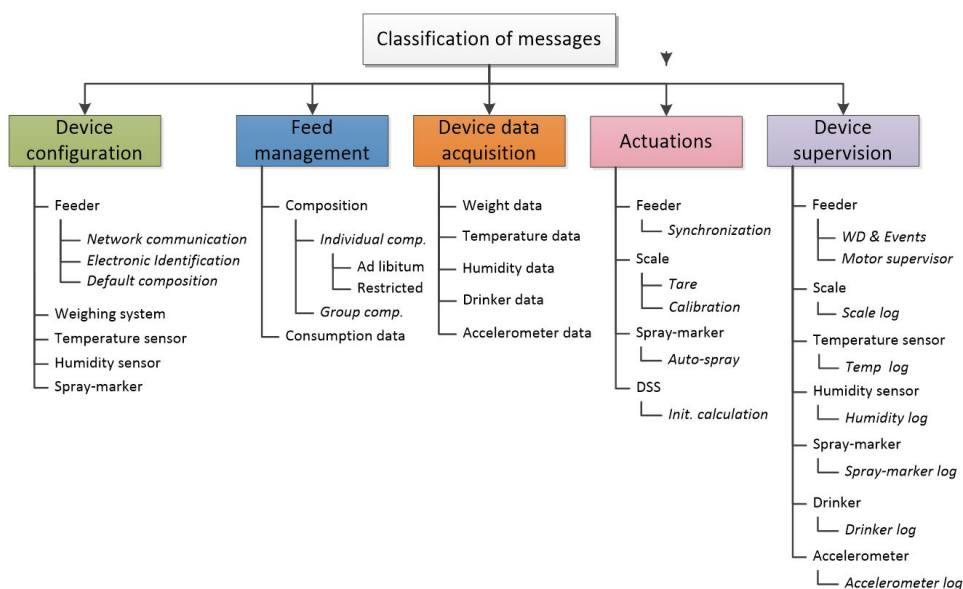
Tabla 2- Los mensajes empiezan y acaban siempre con unos caracteres de inicialización. Al contenido interno del mensaje se le añade dos tipos de información: 1) la información de los agentes implicados en la conversación para poder identificar y trazar el mensaje, y 2) la información que será útil para la toma de decisiones. La información contenida en cada mensaje puede variar dependiendo del dispositivo o equipo.

	<i>Definition</i>	<i>example</i>
Start	Initial characters	#{
Identification	Destination agent address	<18.01>
	Sender agent address	<SAB040>
	Number of message	<10201>
	Date	<2016-02-21>
	Time	<09:45:18>
	Class	<10>
	SubClass	<4>
	Type of device	<Scale>
Content		<2016-02-21>
		<09:35:22>
		<09:45:18>
		<1>
	The quantity of information depends on the <i>Class</i> and <i>SubClass</i> of the message	<982000056189330>
		<21>
		<082,400>
		<03021>
		<00,423>
		<0085510,546>
	<015996382,301>	
End	End characters	}+CRLF

El encapsulado con toda la información será de dos tipos, la parte *identificativa*, o aquella que es necesaria para trazar el origen y el destino del mensaje y conocer su tipología, y la parte de *contenido*, o aquella que posee información útil para la toma de decisiones. Respecto a la *identificativa*, siempre indicará la dirección del agente receptor del mensaje, la dirección del agente que envía el mensaje, el número del mensaje, la fecha y hora de envío, la clase y subclase del mensaje, y por último el tipo de agente o dispositivo que genera el mensaje. En cuanto al *contenido*, éste puede ser variable dependiendo de la clase y subclase del mensaje.

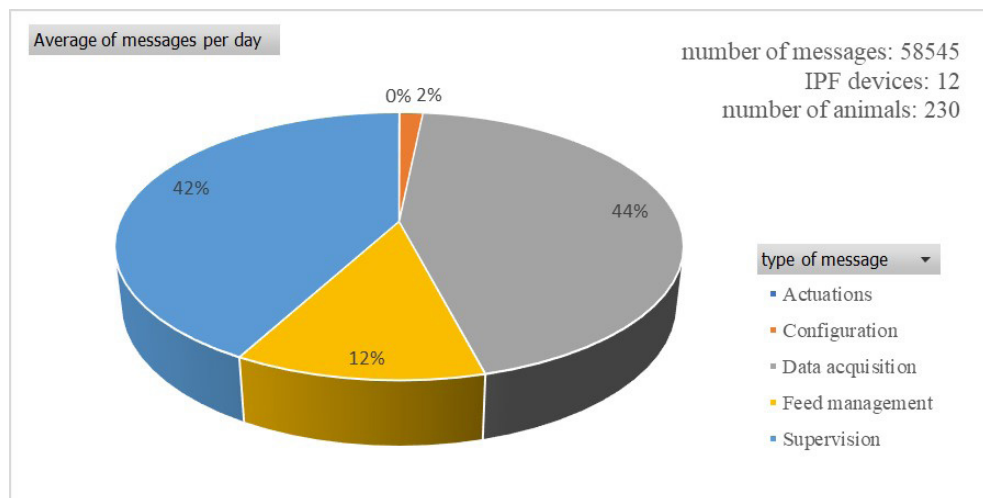
Es posible clasificar un mensaje dependiendo de la funcionalidad que éste tenga. Puede ser de configuración, manejo de las dietas y consumo, toma de datos de sensores/equipos, acciones específicas sobre los equipos, y por último del tipo supervisión (Figura 1).

Figura 1 – Clasificación de un mensaje ACL dependiendo de su funcionalidad.



La implementación de estos mensajes en los equipos IPF ha permitido la realización de diversos estudios debido a la posibilidad de gestionar la dieta suministrada a cada animal y obtener el consumo realizado por cada uno de ellos (Sousa, *et al.*, 2018) (Remus, *et al.*, 2019). No obstante, el lenguaje ACL propuesto puede proporcionar mucha más información adicional si se dispone de los equipos y sensores instalados, facilitando estudios sobre comportamiento y/o bienestar animal. No obstante, toda esta información debería ser tratada adecuadamente puesto que puede ser considerada como Big Data (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Proporción de mensajes generados al día. El 98% de los mensajes son utilizados para supervisar los equipos conectados y recibir los datos productivos para facilitar la toma de decisiones. La cantidad de mensajes a lo largo de todo un engorde puede ser de tal magnitud que es necesario un tratamiento adecuado de dicha información.



4 CONCLUSIONES

La creación de un lenguaje de comunicaciones que permite la interoperabilidad y el intercambio de información entre diferentes dispositivos, mediante mensajes, se ha convertido en uno de los primeros requisitos para avanzar hacia la alimentación de precisión. Este lenguaje de comunicaciones se ha diseñado para que los diferentes dispositivos que se comunican entre sí intercambien información, la cual puede ser útil para la toma de decisiones, como ya se ha contrastado en entornos reales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andretta, I., Pomar, C., Rivest, J., Pomar, J. & Radünz, J. (2016). Precision feeding can significantly reduce lysine intake and nitrogen excretion without compromising the performance of growing pigs. *Animal*, 10(7), pp. 1137-1147.

Berckmans, D. (2014). Precision livestock farming technologies for welfare management in intensive livestock systems. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz*, 33(1), pp. 189-196.

Genesereth, M. & Ketchpel, P. (1994). Software agents. *Communications of the ACM*.

Hauschild, L., Lovatto, P., Pomar, J. & Pomar, C. (2012). Development of sustainable precision farming systems for swine: Estimating real-time individual energy and nutrient requirements in growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 1(78), pp. 88-97.

Milovanovic, S. (2014). The role and potential of information technology in agricultural improvement. *Economics of Agriculture*, 61(2), pp. 471-485.

O'Grady, M. & O'Hare, G. (2017). Modelling the smart farm. *Information processing in agriculture*, Issue 4, pp. 179-187.

- Pomar, J. & López, V. (2018). La porcicultura de precisión es una perspectiva innovadora para el futuro de la producción porcina (I). *Albéitar*, Issue 217, pp. 18-19.
- Pomar, J. & López, V. (2018). La porcicultura de precisión es una perspectiva innovadora para el futuro de la producción porcina (II). *Albéitar*, Issue 218, pp. 20-21.
- Pomar, J., López, V. & Pomar, C. (2011). Agent-based simulation framework for virtual prototyping of advanced livestock precision feeding systems. *Computers and Electronics in Agriculture*, 78(1), pp. 88-97.
- Remus, A., Hauschild, L., Corrent, E., Létourneau-Montminy, M. & Pomar, C. (2019). Pigs receiving daily tailored diets using precision feeding techniques have different amino acids requirements than pigs fed in conventional phase-feeding systems. *Journal of Animal Science and Biotechnology*.
- Samah, B., Shaffril, H., Hassan, Md. & Ismail, N. (2009). Contribution of Information and Communication Technology in Increasing Agrobased Entrepreneurs Productivity in Malaysia. *Journal of Agriculture & Social Sciences*, 5(3), pp. 93-98.
- Soon, G., On, C., Anthony, P. & Hamdan, A. (2019). A Review on Agent Communication Language. *Computational Science and Technology*, pp. 481-491.
- Sousa, L., Pomar, C., Campos, PHRF., da Silva, WC., Gobi, JP., Veira, AM., Fraga, AZ. & Hauschild, L. (2018). Precision feeding strategy for growing pigs under heat stress conditions. *Journal of Animal Science*, pp. 4789-4801.
- Tomasi, R., Rizzo, F. & Conzon, D., (2017). *The IoF2020 Use Case Architectures and Overview of the Related IoT Systems - WP3*, s.l.: s.n.

SOBRE O ORGANIZADOR

EDUARDO EUGENIO SPERS realizou pós-doutorado na Wageningen University (WUR), Holanda, e especialização no IGIA, França. Possui doutorado em Administração pela Universidade de São Paulo (USP). Foi Professor do Programa de Mestrado e Doutorado em Administração e do Mestrado Profissional em Comportamento do Consumidor da ESPM. Líder do tema Teoria, Epistemologia e Métodos de Pesquisa em Marketing na Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD). Participou de diversos projetos de consultoria e pesquisa coordenados pelo PENZA e Markestrat. É Professor Titular no Departamento de Economia, Administração e Sociologia, docente do Mestrado em Administração e Coordenador do Grupo de Extensão MarkEsalq no campus da USP/Esalq. Proferiu palestras em diversos eventos acadêmicos e profissionais, com diversos artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, livros e capítulos de livros sobre agronegócios, com foco no marketing e no comportamento do produtor rural e do consumidor de alimentos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abono orgánico 69, 70
Acuicultura 85, 86
Agrohomeopatía 180, 182, 183
Agua de vidrio 180, 182, 183
Alimentación de precisión 93, 96, 99
Amaranthus caudatus 69, 70, 75, 78, 81, 82
Amenazas 169, 170, 173
Anión superóxido 186, 187, 188, 190, 191
Antioxidantes 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194
Arbres 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 22, 25, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37
Arquitectura multiagente 93, 95
Assortiment 13, 14, 16, 19, 23, 25, 32

B

Babesia bigemina 196, 197, 198, 200, 203, 206, 207
Babesia bovis 196, 197, 198, 200, 202, 206
Bioclimatic indexes 127, 128, 129, 130, 132, 134
Bio insumos 180
Brisas de mar y tierra 146, 147, 148, 149, 151, 159

C

Caligus rogercresseyi 84, 85, 86, 91, 92
Catalasa 186, 187, 188, 193, 194
Cítricos 180, 181, 182, 183, 184
Control de calidad 101, 102, 104, 108
Costa del Rio de la Plata 146, 148, 149, 158
Cromatografía en capa fina 101, 102, 104, 106, 109

D

Disease control 42, 43
Diversidad genética 114, 115, 169, 170, 172, 174, 175

E

Éclaircie 13, 14, 15, 16, 20, 24, 25, 29, 30, 31, 32, 33

Économie 13

Eficiência no uso da água 1, 3

Estiércol 162, 163, 167, 168

F

Fertilización química 162

G

Growing Degree Days 127, 128, 129, 132, 135

I

Infusión 102, 103, 104, 105

Integración del hardware de proveedores 93

K

Kiwicha 69, 70, 71, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82

L

Labranza de conservación 162, 166

Lenguaje de comunicación entre agentes 93

M

Machine learning 84, 85, 86, 90, 92

Maíz 57, 58, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 71, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178

Maturation 128, 129, 130, 132, 139, 140, 141, 142

Medicina tradicional 101, 102, 103

Microclima de canopia 146, 158

Milpa 57, 58, 63, 65, 68, 169, 170, 172, 173, 174, 176, 177

Minor grapevine varieties 128, 130, 131, 142

N

Nueva enfermedad 180

O

Olivais de elevada densidade 1, 3, 5, 6, 7, 9

Olivais de regadio 1

P

PCR-RFLP 196, 197, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207

Production forestière 13, 16

Productividad 58, 59, 63, 67, 84, 94, 172

R

Rega deficitária 1, 5, 6, 7, 9

Remedios herbolarios 102, 105, 110

RNA 112, 113, 115, 124, 196, 197, 199, 203, 206

RT-PCR 112, 113, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 126

S

Saccharum spp 112, 113, 118, 119, 121

Salmonidos 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90

SCYLV 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124

Spraying 42, 43, 44, 49, 56

Superóxido dismutasa 185, 186, 187, 188, 192, 193, 194

T

Trucha arcoíris 85, 86, 87, 89, 90, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193

U

Unidad de producción 58, 62, 66, 67, 68

V

Viñedo 146, 147, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 156, 157, 159

Viticulture 42, 43, 130, 142, 145, 160