

MÉTODO DE OPTIMIZACIÓN DE DIETAS PARA NUTRICIÓN PORCÍCOLA DE PRECISIÓN IMPLEMENTADO POR ORDENADOR

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

5

La invención se refiere a un método implementado por ordenador para estimar y optimizar dietas para nutrición porcícola de precisión, utilizando herramientas de inteligencia artificial.

10

ANTECEDENTES Y PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA TÉCNICO

15

Los métodos existentes actualmente para caracterizar el crecimiento de los cerdos y definir sus requerimientos alimentarios son estimaciones basadas en ecuaciones matemáticas generales poco específicos, que por su naturaleza aritmética son incapaces de modelar interacciones importantes con variables ambientales y poblacionales o infecciones en las granjas.

20

En consecuencia, en granjas comerciales se puede apreciar una alta variabilidad en cuanto a las ganancias de peso y consumo de alimentos de los cerdos, lo cual afecta de manera importante la rentabilidad de estas, pues más del 80% de los costos están asociados a la alimentación animal.

25

Por su parte, la patente CN211703267 enseña un sistema para supervisión de ingesta de comida en tiempo real en una granja de cerdos, se proporciona además control remoto. Tiene un módulo de detección de presión y un sistema de un microprocesador para cumplir con la recolección de los datos, también usa sensores de humedad y temperatura para realizar las mediciones del ambiente. Sin embargo, no se enfoca en una preparación de la alimentación para producir una nutrición óptima y adecuada para los animales por medio de parámetros previamente definidos.

30

Incluso, existen propuestas comerciales como “Fancom” dedicadas a la investigación y desarrollo en *iFarming*, una agricultura inteligente que integra todos los procesos de las granjas. Especialmente, el sistema de alimentación Multiphase™, el cual alimenta una porción de la composición en el comedero. Aunque propone que por medio de cálculos computacionales se determina la cantidad precisa por ración no revela que se tengan en cuenta varios factores que inciden directamente sobre el crecimiento, tales como las variables nutricionales, fenotípicas, hereditarias, ambientales e históricas.

Por otro lado, la solicitud CN111699993 proporciona un método de alimentación automático basado en inteligencia artificial con el fin de evitar el robo de alimento o daño de los animales por el cambio en la rapidez que cada uno adquiere el alimento. Sin embargo, no revela cómo se optimizaría la dieta en función de datos recolectados de diferentes variables relacionados con la población porcícola.

Sin embargo, de estas alternativas mencionadas se puede concluir que dichos métodos únicamente abordan a lo sumo una variable, con lo cual pueden ocasionarse efectos contraproducentes, es decir, mientras se mejora una se puede afectar otra, de tal manera que se crea la necesidad de método de optimización de dieta para la población porcícola en el cual se tengan en cuenta diferentes variables con el fin de crear una dieta óptima de acuerdo a las necesidades particulares de cada espécimen optimizando así mismo su curva de crecimiento e impactando directamente sobre el rendimiento financiero de las granjas.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INVENCION

Con el fin de atender esta problemática se ha desarrollado el presente método industrial, implementado por ordenador, para estimar y optimizar dietas para nutrición porcícola de precisión, utilizando herramientas de tecnología de información e Inteligencia Artificial.

El método desarrollado implementa un algoritmo que utiliza modelos de Machine Learning “ML” de análisis multivariable de variables nutricionales, fenotípicas, hereditarias, ambientales e históricas de una granja porcícola, que encuentra correlaciones complejas y predice las ganancias de peso con errores que pueden llegar hasta al 3%. Con esta información se alimenta el algoritmo y como resultado se generan dietas y formulaciones que optimizan las formulaciones actuales y reducen los costos en producción.

Esto es de gran relevancia, debido a que la alimentación eficiente de los cerdos es una de las prácticas más importantes de una porqueriza, ya que de ella depende no solo los rendimientos productivos de los cerdos, sino también la rentabilidad de la granja. La alimentación representa entre un 80 a un 85% de los costos totales de producción.

El método de optimización de dietas para nutrición porcícola de precisión implementado por ordenador comprende las siguientes etapas:

- Activación de la interfaz de interacción de usuario que permita capturar y registrar las variables presentes en la población bajo análisis que posee un módulo principal asociado a al menos uno de: datos zootécnicos, variables nutricionales, fenotípicas, hereditarias, ambientales e históricas.
- Análisis de selección y extracción de características principales.
- Determinar las variables de mayor influencias en las variables de eficiencia en la producción de cerdos para determinar el objetivo de producción y desempeño futuro de la granja.
- Determinar la distribución de materias primas candidatas para la dieta de precisión usando el modelo inverso diseñado.
- Realizar análisis para diferentes etapas de crecimiento de los individuos.
- Procesar variables e implementar algoritmos con el fin de realizar la mayor optimización de la dieta.

BREVE DESCRIPCIÓN DE FIGURAS

5 **Figura 1.** Diagrama de flujo de proceso

Figura 2. Interfaz de usuario

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

10

Para la implementación del método se ha estructurado y alimentado previamente una base de datos específica, tal y como se muestra en la figura 1.

15

A partir de los datos históricos de granja experimentales y comerciales se consolida una base de datos, con unas variables concretas y unos indicadores que permiten tener un espectro ajustado, amplio y pertinente de información y sirve como base del proceso de aprendizaje de los modelos de Machine Learning.

20

El proceso consta de unas etapas o fases específicas, como se describe a continuación:

25

- **Fase 1: Activación de la Interfaz** de interacción del usuario que permite capturar y registrar las variables presentes en la población bajo análisis. Posee un módulo principal asociado a los datos del cerdo y los datos zootécnicos, correlacionando variables nutricionales, fenotípicas, hereditarias, ambientales e históricas con modelos de Machine Learning.

30

Se realizan análisis de selección y extracción de características, utilizando técnicas de selección secuencial a partir de criterios wrapper, métodos de Bagging y Boosting, y técnicas basadas en regularización, que permitan determinar las variables de entrada con mayor capacidad de discriminación de la variable de

mortalidad, y las de mayor relación con la variable de conversión/ganancia de peso.

5 El uso de diferentes técnicas de selección tiene como propósito determinar un conjunto de variables en consenso, y evitar el sesgo debido al uso de una sola técnica. En la figuras 2 se muestra es aspecto de esta fase.

- 10 • **Fase 2:** Una vez determinadas las variables de mayor influencia en las variables de eficiencia en la producción de cerdos del usuario, se aborda el problema predictivo de desempeño a futuro de la granja y así determinar el objetivo de producción.

15 En esta fase se aplican técnicas de aprendizaje autónomo de máquina (*“machine learning”*) “ML” clásicas que permitan abordar este tipo de problemas, y se analizarán adicionalmente técnicas Bayesianas de regresión con múltiples salidas.

- 20 • **Fase 3:** Una vez determinada la producción objetivo, se utiliza el modelo inverso diseñado en la Fase previa para determinar la distribución de materias primas candidatas para la dieta de precisión. Los análisis se realizan para diferentes etapas de crecimiento de los individuos y se realizarán análisis de factibilidad para determinar si las dietas propuestas por los modelos cumplen con las restricciones propias del sector productivo y de los estándares establecidos.

- 25 • **Fase 4:** Mediante la implementación de los algoritmos adecuados y la operación del técnico, juntamente con el procesamiento de las variables se realiza la optimización de la dieta buscando el mayor rendimiento financiero.

VENTAJAS DE LA INVENCION

- 5 • **Análisis multi-variable:** Método de optimización de dietas para alimentación porcícola que correlaciona variables nutricionales, fenotípicas, hereditarias, ambientales e históricas con modelos de Machine Learning.
- 10 • **Predicción y Optimización:** Método de optimización de dietas para alimentación porcícola basado en algoritmos de Machine Learning e Inteligencia Computacional que permiten predecir y optimizar la curva de crecimiento de cerdos en granjas comerciales.
- 15 • **Alimentación de precisión:** Método de optimización de dietas para alimentación porcícola que arroja formulaciones de precisión que disminuyen los desperdicios y por lo tanto aumenta los rendimientos financieros de las granjas.

A pesar que se ha descrito tanto la invención como sus ventajas con suficiente detalle, debe entenderse que pueden hacerse cambios, sustituciones, alteraciones sin alejarse del espíritu y alcance de la invención que está definido por las siguientes reivindicaciones.

25

30

RESUMEN

La invención trata de un método industrial, implementado por ordenador, para estimar y optimizar dietas para nutrición porcícola de precisión, utilizando herramientas de tecnología de información e Inteligencia Artificial.

El método desarrollado implementa un algoritmo que utiliza modelos de Machine Learning de análisis multivariable de variables nutricionales, fenotípicas, hereditarias, ambientales e históricas de una granja porcícola, encuentra correlaciones complejas y predice las ganancias de peso con errores que pueden llegar hasta al 3%. Con esta información se alimenta el algoritmo y como resultado se generan dietas y formulaciones que optimizan las formulaciones actuales y reducen los costos en producción.

REIVINDICACIONES

1. Método de optimización de dietas para nutrición porcícola de precisión implementado por ordenador comprende las siguientes etapas:
 - 5 a) Activación de la interfaz de interacción de usuario que permita capturar y registrar las variables presentes en la población bajo análisis que posee un módulo principal asociado a al menos uno de: datos zootécnicos, variables nutricionales, fenotípicas, hereditarias, ambientales e históricas.
 - b) Análisis de selección y extracción de características.
 - 10 c) Determinar las variables de mayor influencia en las variables de eficiencia en la producción de cerdos para determinar el objetivo de producción y desempeño futuro de la granja.
 - d) Determinar la distribución de materias primas candidatas para la dieta de precisión usando el modelo inverso diseñado.
 - 15 e) Realizar análisis para diferentes etapas de crecimiento de los individuos.
 - f) Procesar variables e implementar algoritmos con el fin de realizar la mayor optimización de la dieta.
2. Método de optimización de dietas para nutrición porcícola de acuerdo con la
20 reivindicación 1 caracterizado porque el módulo principal se encuentra asociado con al menos un modelo de aprendizaje de máquinas ("*machine learning*").
3. Método de optimización de dietas para nutrición porcícola de acuerdo con la
25 reivindicación 1 caracterizado porque en la etapa c) se usan técnicas bayesianas de regresión de múltiples salidas.

PLIEGO DE FIGURAS

Ingreso nuevo cerdo

Nuevo cerdo | Actualización | Edición/Eliminación

ID cerdo		Banda	
ID Madre		Temperatura corral	
Raza		Novedad	
Género			
Fecha de nacimiento	Día Mes Año		
	Días de lactancia Días fase 1 Días Fase 2 Días Fase 3 Días Fase 4		
Peso al nacer [kg]			



INGRESAR

SALIR

5

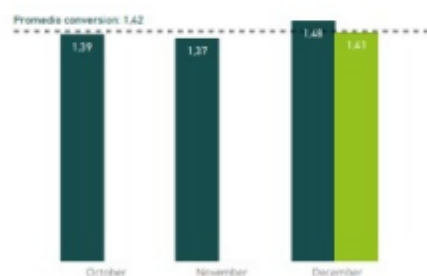
FIGURA 1.



ANÁLISIS DATOS SOGA

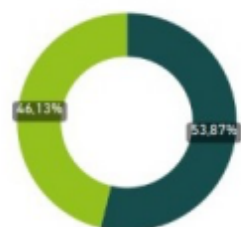
Promedio de conversión 4to TRIMESTRE 2021

Dieta: Control FF



% de mortalidad 4to TRIMESTRE 2021

Dieta: Control FF



PESO FINAL POR ANIMAL CONTROL

27,13

PESO FINAL POR ANIMAL FF

27,60

UTILIDAD POR ANIMAL CONTROL

\$124.018

UTILIDAD POR ANIMAL FF

\$126.933

CONSUMO ANIMAL DIA 4to TRIMESTRE 2021

Dieta: Control FF



GANANCIA ANIMAL DIA 4to TRIMESTRE 2021

Dieta: Control FF



M2 /Animal F1 4to TRIMESTRE DICIEMBRE 2021

Dieta: Control FF

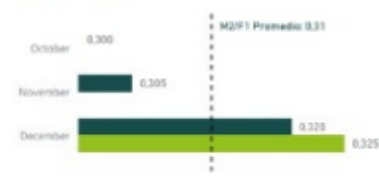


FIGURA 2.