

OPTIMIZACION DE VARIABLES EN PRODUCCION DE LECHE BOVINA APLICANDO LOGICA DIFUSA

Xodo, Daniel; Matassa, Marcelo Daniel; Splendiani, Joaquín

Facultad Regional Trenque Lauquen - UTN

danielxodo@gmail.com; mdmatassa@hotmail.com; joacomorard@gmail.com

RESUMEN

La producción de leche bovina tiene riesgos asociados a las condiciones de la alimentación del ganado bovino, la ubicación geográfica, el clima, el suelo, el equipamiento y la tecnología, que provocan pérdidas importantes de tiempo de trabajo e inversión. Determinar los riesgos asociados según las condiciones con distintos tipos de variables pueden significar importantes para las economías y los inversores que interviene en el Sector en estudio. Los principales factores que condicionan el riesgo son variables que determinan los riesgos económicos, productividad y rendimiento, que son limitantes para los distintos productores o inversores. Un análisis predictivo o estadístico resulta útil para cuantificar su incidencia mediante mediciones sistemáticas, el trabajo presenta una alternativa de clasificación de riesgos por área o sector determinado a partir de la combinación de las variables mediante lógica difusa (Fuzzy Logic). Los datos a utilizar son información del Servicio Meteorológico Nacional y de la oficina de INTA local y recolección de datos rurales.

La aplicación de lógica difusa, con un método Mandani, permitirá determinar las condiciones de riesgo a la producción lechera. El desarrollo de la clasificación de las áreas y condiciones para la actividad, puede ser determinado en un sector geográfico o un sector agrícola, acotado para cada muestra y determinar el nivel de riesgo asociado, a cada muestra seleccionada.

Palabras claves: Variables – Suelos – Análisis - Riesgos – Lógica Difusa –

ABSTRACT

Bovine milk production has risks associated with cattle feeding conditions, geographical location, climate, soil, equipment and technology, which cause significant losses of labour time and investment. Determining the risks associated with conditions with different types of variables can mean important for the economies and investors involved in the Sector under study. The main factors that condition risk are variables that determine economic risks, productivity and performance, which are limiting for different producers or investors. A predictive or statistical analysis is useful to quantify its incidence through systematic measurements, the work presents an alternative classification of risks by area or sector determined from the combination of the variables by fuzzy logic (Fuzzy Logic). The data to be used are information from the Meteorological Service National and local INTA office and rural data collection.

The application of fuzzy logic, with a Mandani method, will allow to determine the risk conditions for milk production. The development of the classification of the areas and conditions for the activity, can be determined in a geographical sector or an agricultural sector, bounded for each sample and determine the level of risk associated with each selected sample.

Keywords: Variables – Soils – Analysis – Risks – Fuzzy Logic –

1. INTRODUCCIÓN.

Determinar los riesgos asociados a los distintos procesos que realizan las Empresas locales o Zonales, se relaciona directamente a la entrada y salida de los recursos e insumos que intervienen en cada muestra y la naturaleza de cada actividad. Es necesario evaluar con un mismo sistema difuso, para optimizar cada una de las variables en estudio.

1.1. Objetivo principal

Determinar el tipo variables que optimicen la economía sustentable de una empresa y los riesgos asociados a las condiciones en cada proceso, aplicando técnicas de lógica difusa.

1.2. Objetivos complementarios

Determinar la metodología adecuada para cada muestra en estudio.

2.-. METODOLOGIA:

Agrupar las variables, de acuerdo a su proceso y uso de recursos que influyen en la optimización, para su objetivo principal la producción de leche bovina.

Asignar magnitudes escalares, para encuadrar a cada muestra en estudio.

Modificar escalas o adaptar las magnitudes escalares, dentro de zonas difusas, para ver en qué proporción se muestra de forma más óptima.

CRONOGRAMA:

1era. Etapa: Etapa descriptiva, asignando a las distintas necesidades de aplicación:

2da. Etapa: determinar las variables en estudio y definir las para cada proceso, su composición física y las características que la componen.

Tabular las variables y comparar con los valores de referencia que dan las tabulaciones de las entidades oficiales autorizadas.

3ra. Etapa: Seleccionar una herramienta aplicando lógica difusa, para determinar con métodos no lineales, los valores óptimos, para promediar las distintas variables en estudio.

4ta. Etapa: Evaluar cada proceso productivo en estudio y asignar los valores, para medir y determinar la comparación observada en cada muestra con la normativa aplicada.

5ta. etapa: Tabular y registrar las conclusiones observadas.

Comparar con la norma de sustentabilidad elegida y ordenar de acuerdo a los resultados, el orden y prioridad de aplicación de las distintas muestras, y las variables en estudio con sus factores y recursos utilizados en cada proceso.

2.1. Metodología de análisis de las variables:

Elegimos variables que influyen en forma directa, para poder clasificar y ponderar la optimización y uso posterior.

2.2 ANIMALES/HECTAREA: Utilizados para entrar a diferentes procesos de producción de leche bovina, definidos como insumos o materias primas de acuerdo a su uso o transformación posterior. Los recursos son clasificados para su aplicación con anterioridad.

Medir el uso de los distintos tipos de recursos aplicados; físicos, biológicos, tecnológicos, económicos, financieros, humanos, etc.

2.3. GENÉTICA: Se relaciona directamente a la genética del animal, relacionada a calidad de producción previa clasificación y análisis de su naturaleza o clasificación posterior.

2.4. SANIDAD: Es la cantidad de vacas con enfermedad, mastitis, aftosa u otra que afecte directamente al animal, indirectamente puede mejorarse con el manejo del rodeo y la alimentación.

2.5. PRODUCCION/EFICIENCIA: La producción de leche es proporcional a la eficiencia, las variables que modifican esta es la genética, las pariciones del animal y futura producción.

2.6. FORRAJE: Se relaciona a la cantidad de animales por hectárea y el forraje que puede variar de 7000 a 8000 kg/hectárea. La calidad del pasto y los factores edafológicos del suelo.

3. SISTEMAS DE LÓGICA DIFUSA:

Un Sistema de Lógica Difusa (FLS) maneja datos numéricos y lingüísticos a la vez. Este sistema es un mapeo no lineal de un vector de datos de entrada en un escalar de salida. En el caso de un vector de salida, este puede descomponerse en una colección independiente de sistemas “múltiple entrada / simple salida”.

La aplicación de lógica difusa consiste en que hay numerosas posibilidades de manejar lotes de mapeos diferentes. Esto requiere una comprensión cuidadosa de los componentes de un sistema de lógica difusa.

Un sistema de control difuso mapea entradas crisp en salidas crisp. Contiene cuatro componentes: reglas, fusificador, motor de inferencia y defusificador. Una vez que las reglas han sido establecidas, un FLS puede ser visto como un mapeo que puede ser expresado cuantitativamente como

$$Y=f(X). \quad (1) \text{ función de } X.$$

Las reglas pueden ser provistas por expertos o extraídas de datos numéricos. En todo caso, son expresadas como una colección de sentencias IF-THEN. De las reglas se debe conocer:

- Variables lingüísticas en contraposición a los valores numéricos de una variable (muy cálido vs. 36 grados centígrados).
- Mixtas: Son las reglas que utilizan los conectivos “AND” y “OR” en forma conjunta. Pueden ser descompuestas usando las técnicas estándar de lógica crisp.
- Estados Difusos: Estas reglas no tienen antecedentes. Ej. $v \text{ is } G^l$. Puede completarse de la misma forma que los IF incompletos.
- Comparativas: Son del tipo “*el menor de u, el mayor de v*”. Se pueden reformular estas reglas al formato estándar. En este caso: IF $u \text{ is } S$ THEN $v \text{ is } B$, donde S representa el conjunto difuso “el menor” y B representa al conjunto difuso “el mayor”.

Con excepción: Algunas reglas usan el conectivo “al menos que” y son llevadas al formato estándar por medio de las operaciones lógicas, incluyendo las leyes de Morgan. Ej: v El fusificador mapea un punto crisp $x=(x_1, \dots, x_n) \in U$ en un conjunto difuso A^* en U . Cuando el conjunto difuso A^* contiene un solo elemento, la operación suprema en la composición sup-star desaparece.

3.1. Defusificación

El proceso de defusificación toma el conjunto difuso que es la salida del bloque de inferencia y produce una salida crisp, mapea conjuntos difusos en puntos crisp. Muchos defusificadores, han sido propuestos en la literatura, sin embargo, no hay bases científicas (ninguno de ellos ha sido derivado de un principio tal como “la maximización de la información difusa” o “la entropía”) consecuentemente para algunos autores, la defusificación es más un arte que una ciencia. Existen diferentes tipos de defusificadores, entre los más importantes se encuentran:

Defusificador Centroide (Centroid)

Determina el centro de gravedad \bar{Y} de B , conjunto difuso mayor y usa ese valor como salida del Sistema de Lógica Difusa. Del cálculo se obtiene:

$$Y = \frac{\int_S y \mu_B(y) dy}{\int_S \mu_B(y) dy} \quad (2) \quad Y = \text{Conjunto difuso mayor}$$

dónde S denota el soporte de conjunto difuso menor de $\mu_B(y)$: S es discreto, así que \int puede ser aproximado con la siguiente fórmula:

$$Y = \frac{\sum_S y \mu_B(y)}{\sum_S \mu_B(y)} \quad (3) \quad Y = \text{Conjunto difuso menor}$$

El centroide posibilita determinar la salida menor, para ponderar la optimización de variables, con el mínimo valor de salida, determina, que tipo de composición y valor tiene cada variable en estudio.

Modelo Difuso de Mamdani

La configuración del modelo difuso de *Mamdani* se muestra en la Figura 1. En esta clase de modelos difusos, las reglas difusas *IF-THEN* son de la forma:

$$R^i : \text{IF } x_1 \text{ is } A_1^i \text{ and } x_2 \text{ is } A_2^i \text{ and } \dots \text{ and } x_n \text{ is } A_n^i \text{ THEN } y \text{ is } B^i = 0 \quad (4) \text{ Regla difusa}$$

Las principales ventajas del modelo difuso de *Mamdani* se especifican a continuación. Primero, su simplicidad en la representación de las reglas difusas, tanto las premisas como los consecuentes tienen forma de conjunto difuso lo que facilita su interpretación. Segundo, su flexibilidad en la materialización debido a la posibilidad de seleccionar las operaciones del motor de inferencia, del fusificador o defusificador.

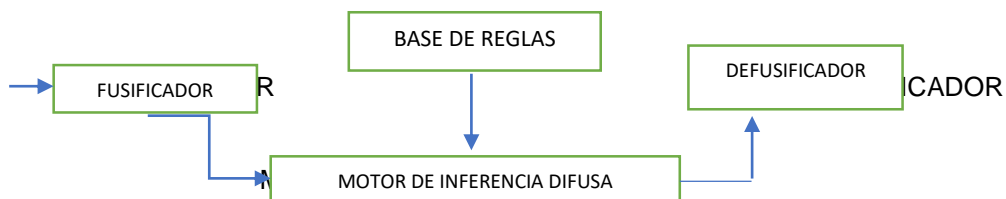


Figura 1. Modelo Difuso de Mamdani.

La principal desventaja de este modelo difuso es que para sistemas complejos no lineales usualmente se requieren muchas reglas difusas *IF-THEN*, lo cual hace más compleja su materialización.

1. Los conectores lógicos para variables lingüísticas (*and, or...*).
2. Las implicaciones (*IF a THEN b*).
3. Cómo combinar un conjunto de reglas.

El justificador mapea valores numéricos crisp en conjuntos difusos. Es necesario para activar reglas, que están en términos de variables lingüísticas y tienen asociados conjuntos difusos.

El motor de inferencia difusa (FLS) mapea conjuntos difusos, mediante la combinación de reglas "IF-THEN". Como los humanos usan distintos tipos de procesos de inferencia, para entender cosas o tomar decisiones, puede usar distintos procedimientos de inferencia difusa. El defusificador mapea conjuntos de salida difusos en números crisp. En aplicaciones de control, tales números corresponden a las acciones de control a tomar.

Las formas de las funciones de pertenencia más comúnmente usadas son: triangular, trapezoidal, lineal por segmentos y Gaussiana. Dichas formas son seleccionadas por el usuario arbitrariamente, basado en su conocimiento y experticia. Se obtiene mayor resolución usando funciones de pertenencia sujeta al costo de un aumento en la complejidad de cálculo. Las funciones de

pertenencia no tienen que solaparse, pero una de las ventajas de Lógica Difusa es que tales funciones pueden ser diseñadas para solaparse, de tal forma que por ejemplo pueda expresarse que “*una ventana está parcialmente abierta o parcialmente cerrada al mismo tiempo*”. Así, es posible distribuir decisiones sobre más de una clase de entrada, lo cual ayuda a construir Sistemas de Lógica Difusa robustos.

La elección de una herramienta de uso general y de conocimiento en su aplicación, hace que el MATLAB, sea la herramienta para agrupar y ponderar las variables en estudio.

3.2. Matriz

La matriz para justificar las reglas a aplicar en si “and” si “and” si “and” then: “entonces”.

Tabla 1 Matriz N° 1 de armado de reglas

ENTRADA				SALIDA	
ANIMALES/HA.	GENETICA	SANIDAD	PRODUCCION EFICIENCIA	FORRAJE	COEFICIENTE DE SALIDA
ALTO	BAJO	BAJO	BAJO	ALTO	ALTO
ALTO	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
ALTO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
ALTO	MEDIO	MEDIO	ALTO	BAJO	BAJO
MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	BAJO	MUY BAJO
MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	BAJO
MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO
BAJO	ALTO	ALTO	ALTO	BAJO	MUY BAJO
ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	BAJO	MUY BAJO
ALTO	BAJO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO
ALTO	MEDIO	ALTO	BAJO	ALTO	ALTO
ALTO	MEDIO	MEDIO	BAJO	MEDIO	ALTO
ALTO	MEDIO	ALTO	BAJO	MEDIO	ALTO
ALTO	ALTO	BAJO	ALTO	BAJO	BAJO
BAJO	ALTO	ALTO	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	ALTO	ALTO	BAJO	ALTO	ALTO
BAJO	ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
NO TIENE	NO TIENE	BAJO	BAJO	ALTO	MUY ALTO
NO TIENE	NO TIENE	MEDIO	BAJO	MEDIO	MUY ALTO

NO TIENE	NO TIENE	ALTO	BAJO	MEDIO	MUY ALTO
BAJO	NO TIENE	BAJO	BAJO	ALTO	MUY ALTO
MEDIO	NO TIENE	NO TIENE	MEDIO	MEDIO	MEDIO
MEDIO	NO TIENE	BAJO	BAJO	ALTO	MUY ALTO
MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	ALTO	MUY ALTO
MEDIO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
MEDIO	ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO	BAJO
MEDIO	ALTO	BAJO	MEDIO	ALTO	MEDIO
MEDIO	ALTO	MEDIO	ALTO	BAJO	BAJO
MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	BAJO	MUY BAJO
BAJO	ALTO	ALTO	ALTO	BAJO	MUY BAJO

4. TABULACION PARA LA MUESTRA:

ANIMALES/HA.: Tabulamos en porcentajes para aplicar el método del centroide, para cada muestra en estudio, de acuerdo a la estructura de cada muestra se toman la muestra de 1 animal a 4 animales por hectárea.

Baja: {1; 2} = {1; 10; 20 y 30%} Optima

Media: {2, 3} = {30; 40; 50 y 60%}

Alto: {3; 4} = {60; 70; 80; 90 y 100%}

GENETICA: Tabulamos para aplicar el método del centroide calidad animal, genética, enfermedades como aftosa o mastitis, manejo de lactancia, etc. Por cada muestra:

Baja: {20; 30 Y 40%}

Media: {40; 50 60%} Optima

Alta: {60; 70 Y 80%}

SANIDAD: Para aplicar el porcentaje para este estudio tomamos la producción /vacas s/enfermedades como mastitis, aftosa, estrés animal, temperatura ambiente, bienestar animal, etc. Tabulamos en porcentaje:

Baja; {30; 40; 50 y 60%}

Media: {50; 60 y 70%} Optimo

Alta: {70; 80; 90 y 100%}

PRODUCCION/EFICIENCIA: Tabulamos para aplicar el método del centroide, en porcentajes estimados en litros de leche/kg de materia seca que consume el animal, nivel de proteína y manejo del rodeo, equipamiento, cantidad de ordeño diario, etc.

Baja: {30; 40 y 50 %}

Media: {50; 60; y 65 %} Estable

Alta: {60; 70 y 80%} Optima

FORRAJE: Tabulamos para aplicar el método del centroide en porcentajes estimados: [5000 a 12.000 kg de materia seca]

Baja: {40, 50 y 60%}

Media: {50; 60; y 70%} Optima - estable

Alta: {70; 80; 90 y 100%}

La muestra elegida para la aplicación de esta herramienta, utilizando las ponderaciones de cada una de las variables elegidas: ANIMALES/HA, GENETICA, SANIDAD, PRODUCCION-EFICIENCIA Y FORRAJE, en la elección de cada muestra, condicionada a los factores climáticos. Y edafológicos de cada muestra en estudio.

5. ANALIS DE LAS MUESTRAS

Si tomamos la 1ra. muestra para valores promedios con salida óptima en 6,46 resulta el 64,60 % con valores:

ANIMALES/HA.: 50%

GENETICA: 50%

SANIDAD: 51% media

PRODUCCION/EFICIENCIA: 50 %

FORRAJE: 50%

El resultado obtenido de la conjunción y ponderación para la aplicación óptima, para una muestra de estas características: (Se muestra en gráfico de superficie). Ponderación óptima 6,46.-

La utilización de MATLAB permite, relacionar las variables, con sus escalas de ponderación, independientes en cada muestra de cereal, mostrando los valores difusos y la optimización de cada variable, de características y naturaleza distinta en su composición biológica y minerales, en estudio. El gráfico de superficie muestra la relación de las variables en estudio aplicando el método del centroide, con la tabulación de cada regla y permite analizar cada muestra de suelo y asignar la aplicación correcta para cada cultivo. Variando las combinaciones de las variables, por ejemplo, si tomamos las reglas comunes, y las variables que modifican en mayor o menor valor, la elección del tipo de cereal. Las reglas se arman de la forma IF-AND-THEN-y la variable de salida y la prioridad es con salida: "Muy alta, Alta, Media, Baja o Muy Baja".

Armado de reglas difusas:

If ANIMALES/HA MEDIA "and" GENETICA MEDIA "and" SANIDAD MEDIA "and" PRODUCCION/EFICIENCIA MEDIA "and" FORRAJE MEDIA "then" SALIDA MEDIA ALTA

5.1.a) If {50 a 55% ; 49 a 52% ; 51 a 52% ; 50 a 51% ; 50 a 51%; 50 a 60%} = 6,46

5.1.b) If {36 a 37% ; 55 a 61% ; 70 a 72% ; 55 a 57% ; 51 a 52%} = 5,00

5.1.c) If {46 a 47% ; 55 a 56% ; 70 a 72%; 51 a 52% ; 53 a 63% } = 5,05

5.1.d) If {37 a 38% ; 52 a 54% ; 68 a 69%; 51 a 53% ; 51 a 52% } = 5,00

5.1.e) If {50 a 52% ; 50 a 51% ; 48 a 55%; 65 a 80% ; 60 a 70% } = 5,20

Promedio 6,45 con salida en baja óptimo 5,05

Regla 5.1.a) Variación en baja de promedio en centroide bajando de 6,45 (64,50%) a 5,00 (50%)
 regla 5.1.b) en baja por mediar solamente ANIMALES/HA aumentando la SANIDAD y GENETICA con media alta aumento 52 a 70% en 18% y en FORRAJE, con variación de 13,50 % regla 4.1.b) y regla 4.1.c) con 14,45% aumentando ANIMALES/HA de 2 a 3 manteniendo GENETICA y SANIDAD y aumentando 11 % el FORRAJE estable variación 10%, salida en 5.

En regla 5.1.C) Si se toman ANIMALES/HA estable bajando a 55 a 50 iguales valores en GENETICA y baja SANIDAD aumenta 10% manteniendo PRODUCCION/EFICIENCIA y FORRAJE en suba 10 en aumento, con salida 5,05.

En regla 5.1.d) Si se toman ANIMALES/HA estable bajando a 38 a 37%0 iguales valores en GENETICA 2% y media SANIDAD aumenta 3% manteniendo PRODUCCION/EFICIENCIA y bajando solamente 54 a 54%% FORRAJE para optimización de promedio.

En regla 5.1.e) Si se toman ANIMALES/HA estable bajando a 50 a 52% iguales valores en GENETICA y baja SANIDAD 3% manteniendo PRODUCCION/EFICIENCIA aumenta hasta 29% y bajando solamente 54 a 54%% FORRAJE para optimización de promedio de salida 5,20.

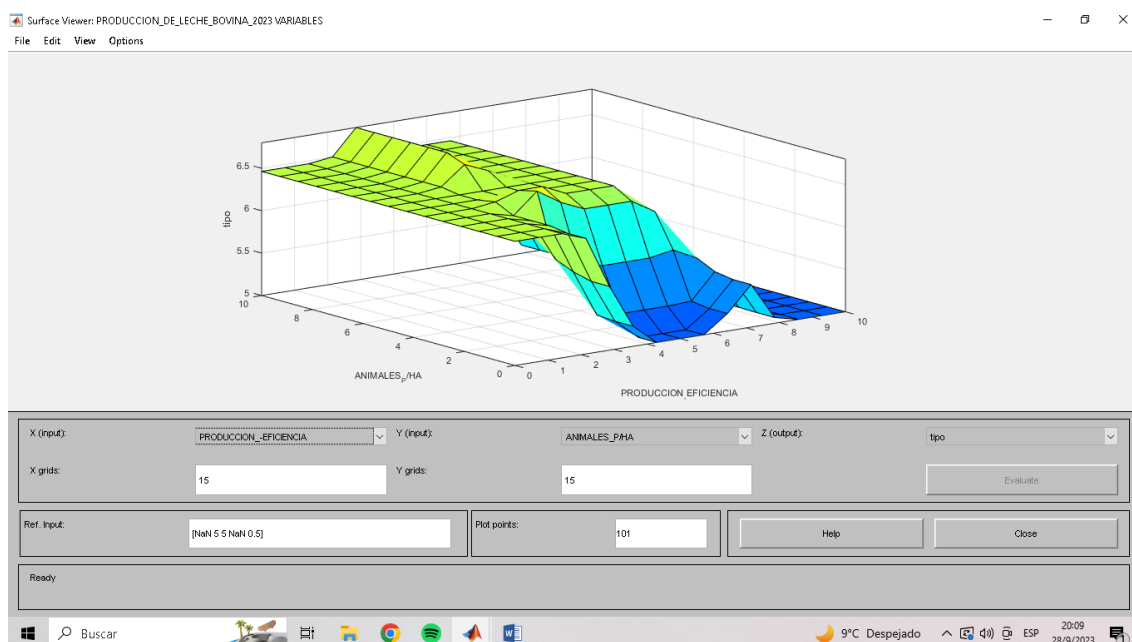


Figura 2 Diagrama de superficie con las 4 variables.

5.2 CONCLUSIONES: MUESTRA NRO.1

La variable ANIMALES/HA. incide con los porcentajes 50 % que componen la muestra.

GENETICA presenta forma homogénea valor 50 a 53%

SANIDAD: Muestra la presencia entre medio y alto 50 a 60% libre aftosa, mastitis y peso metabólico para mantenerse energéticamente el animal.

PRODUCCION/EFICIENCIA: Medimos la productividad y eficiencia en litros/hectárea/año y la producción individual por animal, dependiendo del fator humano para el ordeño.

FORRAJE: Depende de la cantidad de individuos por hectárea, pastoreo, tomando directamente relación con la variable ANIMALES/HA.

No presenta ANEGAMIENTO en superficie.

Las reglas óptimas dan como valor promedio de aplicación **6,46** y se da en las siguientes combinaciones de variables:

ANIMALES/HA: {5,0; 5,2 y 5,5} = 50% media (2 animales/ha.)

GENETICA: {4,6; 5,0 y 5,5} = 52% media

SANIDAD: {5,0; 5,5 y 5,9} = 51% media

PRODUCCION/EFICIENCIA: {4,8; 5,00; 5,05; 5,10} = 51 % media

FORRAJE: {4,5; 5,00; 5,55; 6,00} = media 7500 kg/materia seca

Las reglas óptimas dan como valor promedio de aplicación 5 y se da en las siguientes combinaciones de variables, como la variable ANIMALES/HA baja 30 % GENETICA baja 38 a 40%, SANIDAD 62% media, PRODUCCION-EFICIENCIA 52% media y FORRAJE 50% media, teniendo en cuenta la variación de animales por hectárea, productividad directamente con eficiencia y alimentación, que varían en forma directa y podemos modificar en valor promedio:

Regla óptima: Si ANIMALES/HA media 50% “y” GENETICA media 51% “y” SANIDAD media 52% “y” PRODUCCION-EFICIENCIA media 50% FORRAJE media 51% “entonces” salida media. Valor 5 en aumento 6,46 promedio en aumento a 64,6% y si aumenta la variable ANIMALES/HA de media a alta de 3 a 4 animales por hectárea, aumenta el consumo de forraje y materia seca.

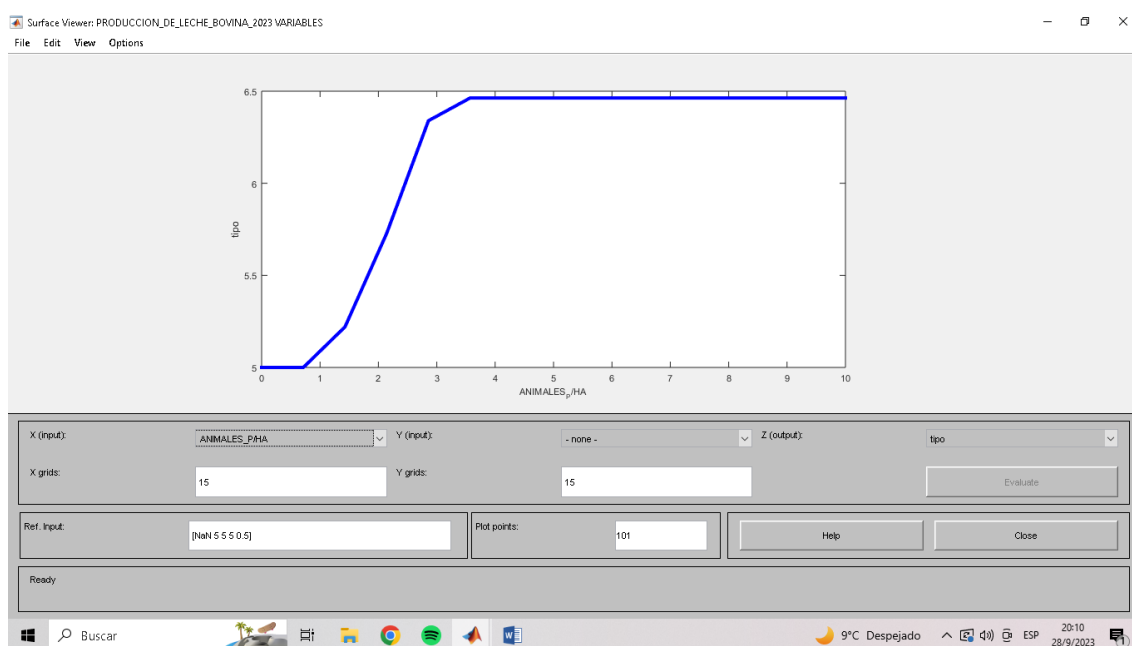


Figura 2: Gráfico muestra nro.2

5.3. CONCLUSIONES MUESTRA NRO.2

La muestra de ANIMALES/HA, se muestra sensible las variaciones de PRODUCCION-EFICIENCIA como variable más importante, en aumento respecto a la muestra nro. 1 de 50% a 62,50 %, estable, modificando el promedio de salida de 6,46 a 5, varía el promedio óptimo de coeficiente de salida de un 14,6%, en la muestra nro.1, tomando menor riesgo y composición de cada variable.

En segundo lugar se ubica la variable SANIDAD inciden directamente en salida óptima 5, pasan de valor 51 % A 72,5%, relacionado al bienestar animal, alimentación y manejo del rodeo en cada ordeño.

En tercer lugar la variable PRODUCCION-EFICIENCIA mantiene valores de 50 a 54% en equipamiento y cantidad de ordeño, promedio manteniendo de 7000 a 9000 kg/materia seca, inciden las variables anteriores para bajar el promedio de riesgo asociado.

En cuarto GENETICA mantiene su valor entre 50 a 61%, se mantiene aumentando el 11%, para mantener salida óptima en 5.

Se mantiene FORRAJE constante con un valor 5,05 y aumenta el porcentaje, para optimizar la muestra, que baja a 5,41. El método del centroide muestra los valores mínimos del conjunto de las variables en estudio y su punto óptimo de salida, de la tabulación de la matriz utilizada.

Si aumenta el número de animales por hectárea, se alimentan menos, consumiendo mayor cantidad de forraje, para mantener el peso y de acuerdo al ciclo de lactancia o número de parto de 1er. a 4to parto, mayor eficiencia y productividad en el 2do al 4to.coeficiente de salida a 5 estable.

5.4. CONCLUSIONES DE RIESGO ASOCIADO:

. La herramienta lógica difusa permite relacionar variables de diferente naturaleza, y en escalas distintas de cuantificación, que pueden modificarse por condiciones climáticas, por exceso o falta de lluvias y las variaciones estacionales de la temperatura, estimadas por registros propios factores edafológicos proporcionados por entes oficiales o privados.

. Hace posible definir en forma escalar las ponderaciones de cada variable, a fin de ponderar y maximizar los valores alcanzados en zonas difusas, definiendo su conjunto de pertenencia o grupo, como se observa la muestra nro.2, con ponderación óptima 5,00

. Para las muestras escogidas para análisis de los distintos tipos de producción de leche bovina, reflejan la sensibilidad de cada variable y los componentes, que incide para optimizar su uso o decisión.

. Las variaciones ambientales, manejo del rodeo, pastoreo, producción y eficiencia, ciclo de alimentación, sanidad, genética y bienestar animal son componentes y los períodos de tiempo escogidos para cada análisis, son independientes de los resultados obtenidos.

. La defusificación de zonas difusas, que interactúan en la composición del suelo, es independiente de los resultados ponderados, pudiendo modificarse su composición original o los períodos estacionales, tomados en cada muestra. Cada medición está relacionada con los factores que componen la muestra de cereal en estudio, aplicar las técnicas óptimas, para selección y uso de cada resultado obtenido.

Cada muestra de cereal analizada, tiene una definición de variables y componentes definidos y estables, para su posterior utilización.

. La metodología y técnicas de estudio aplicadas, abre oportunidades para nuevos estudios o análisis de diversas variables, que modifican la aplicación para usos y aplicación en producción de leche bovina, que se relacionan en forma directa con las condiciones de cada productor y períodos de tiempo elegidos en cada muestra.

. Si comparamos los resultados obtenidos en la muestra nro.2 con valor promedio óptimo de baja de 6,46 a 5,00. Un porcentaje que muestra la importancia del número de animales por hectárea, producción y eficiencia, que el productor tiene que agregar alimentos que proporcionen proteínas, que faciliten el rumen y no produzca dificultad gástrica o baja en la producción de leche, para sustituir y aumentar el contenido, para llegar al período de lactancia de las vacas de ordeño, para evitar la merma.

. La humedad del suelo, el ciclo de pasturas relacionado al ciclo estacional de lluvias y la concentración de sales, produce anegamiento y falta de piso para realizar laboreo agrícola, genera un riesgo económico, que se puede prevenir con la elección del suelo adecuado, evitando pérdidas de inversión significativas.

6. REFERENCIAS:

[1] Tomas Arredondo Vidal.2014. “Introducción a la lógica difusa” 04/2014.pdf

[2] Lázari, Luisa L. Machado, Emilio A.M. y Perez Rodolfo H. 1999."Teoría de la decisión Fuzzy". Edic. Macchi Bs.As.03/1999-

[3] Bonilla, Raúl M. 2010. "Gestión de sostenibilidad utilizando Lógica Borrosa". Universidad complutense Madrid.2010-2011.

[4] INTA Análisis y composición de los suelos. 2022. Informes del INTA Composición de suelos agrícolas 2022.

[5] INTA. 2022 y 2023. Registros del clima y Tipos de suelos.

[6] Informes del Servicio Meteorológico Local.2022-2023.

Agradecimiento: Los autores de este trabajo agradecen al Depto. De Ingeniería Industrial Facultad Regional Trenque Lauquen–UTN.

A la colaboración y asesoramiento del Observatorio agropecuario del Departamento de la Licenciatura en Administración Rural de la Facultad Regional Trenque Lauquen- UTN.