



Informe Monitorización Ambiente

FRANCO Y NAVARRO

1. Introducción

El presente informe tiene por objeto la **descripción de las mediciones que se están llevando a cabo en el cebadero de corderos de Franco y Navarro S.L.** en La Joyosa (Zaragoza, Anexo 1), así como la comparativa con los resultados de mortalidad obtenidos, la sistemática de la monitorización llevada a cabo y sus conclusiones.

A título de introducción, es necesario realizar los siguientes comentarios:

- ▶ Se utilizan unos **dispositivos de medición de temperatura**, humedad relativa, CO₂ y amoníaco.
- ▶ En la nave donde están ubicados los sensores existen unos **ventiladores** para remover el aire en verano y bajar así la sensación térmica (Fotos 1 y 2).
- ▶ Aunque existe una aplicación para el móvil, en este informe **se presentan los datos recibidos en una aplicación de Microsoft Power BI** diseñada específicamente para esta granja a partir de los registros enviados periódicamente por ZEUS.
- ▶ Hasta la fecha (mitad de julio de 2023) **se han recibido 2.441 registros** de estos parámetros, desde septiembre de 2021 (aunque faltan datos de algunos meses).
- ▶ Se pone el foco en los valores medios, máximos y mínimos de cada parámetro, en la evolución semanal y mensual, en las horas de máximo y mínimo registro, analizado por meses o por años, así como en la relación de los parámetros con la mortalidad obtenida, analizado todo de forma semanal y/o mensual.
- ▶ Cuando se habla de valores máximos y mínimos de cada parámetro tenemos que distinguir dos tipos de valores: en el primer caso, hablamos de los promedios semanales o mensuales de dichas temperaturas máximas o mínimas. En el segundo caso, nos referimos a los registros máximos o mínimos obtenidos que, lógicamente, se alejan de dichos valores promedio.

- ▶ Los datos de mortalidad obtenidos se refieren al conjunto de la granja (3 edificios con animales) y no en exclusividad a los que se han producido en la nave donde se encuentran los sensores. No obstante, ese edificio es donde se ubican la enfermería y los animales más pequeños y, por consiguiente, donde más bajas se producen. Por lo tanto, la mortalidad obtenida en el estudio se correlaciona perfectamente con la mortalidad de la nave objeto de la toma de datos medioambientales.
- ▶ La información obtenida generalmente se analiza en el contexto de un año natural.
- ▶ Los datos que vamos a mostrar en este informe, a modo de ejemplo, corresponden al año 2022.
- ▶ En el Anexo 1 se detallan algunos aspectos de la granja, como localización, información de las horas de sol en verano e invierno (solsticios) así como información de los vientos (velocidad, dirección y rosas de los vientos).

Foto 1

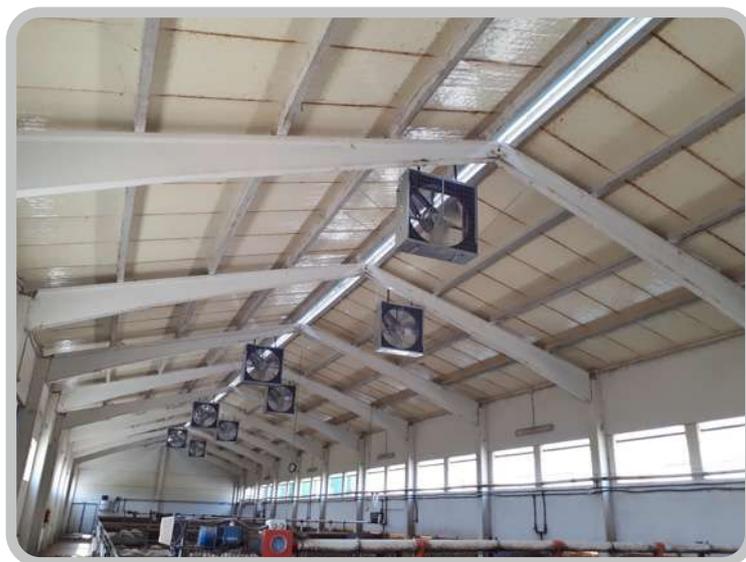


Foto 2

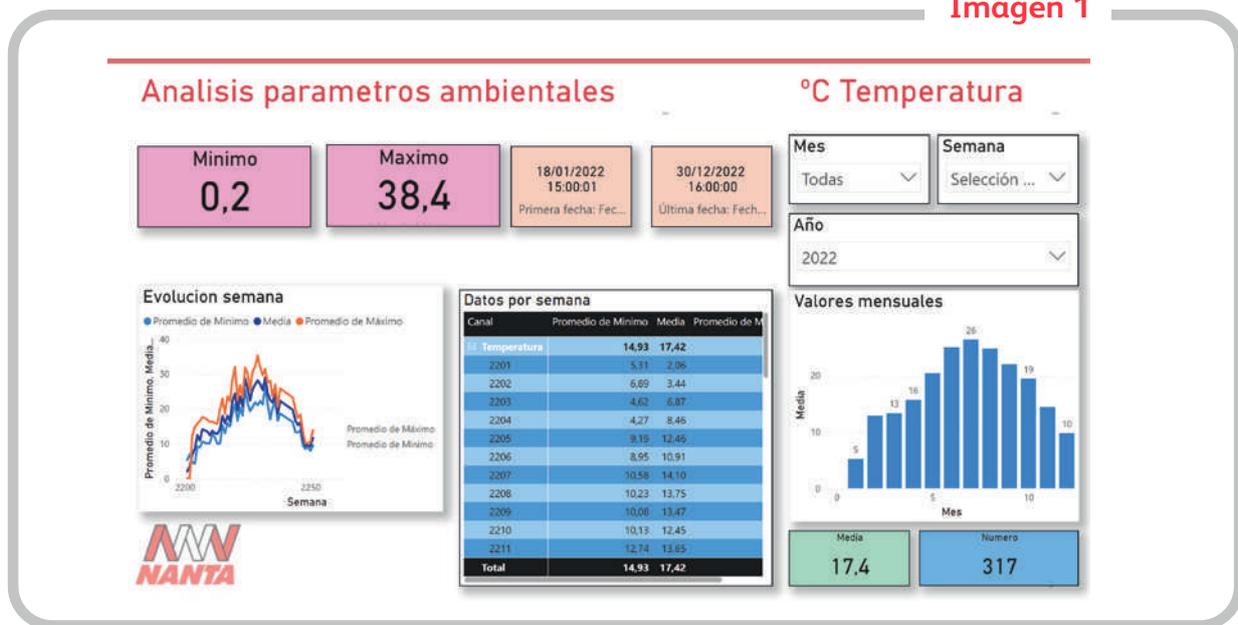


2. Temperatura

2.1. Temperatura. Valores máximos y mínimos

En la Imagen 1 se observa un informe de PBI con los resultados medios de 2022. La media de temperatura es de 17,4 °C, siendo la mínima 0 °C y la máxima 38,4 °C. El rango de fechas está entre el 18 de enero y el 31 de diciembre, aunque hubo algunas semanas sin datos.

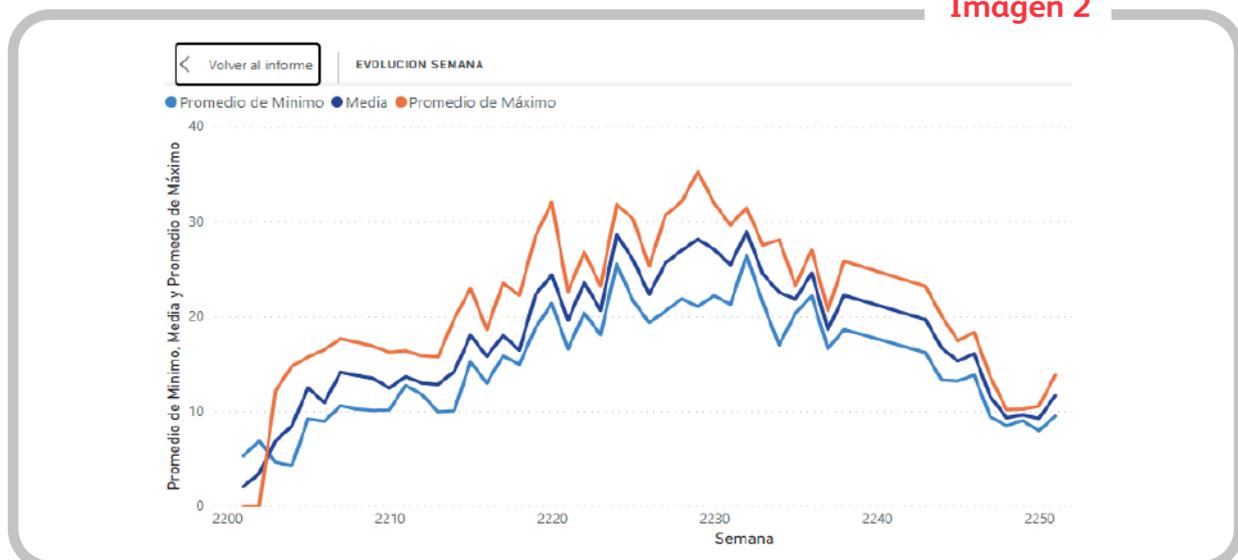
Imagen 1



2.2. Temperatura. Evolución semanal y mensual

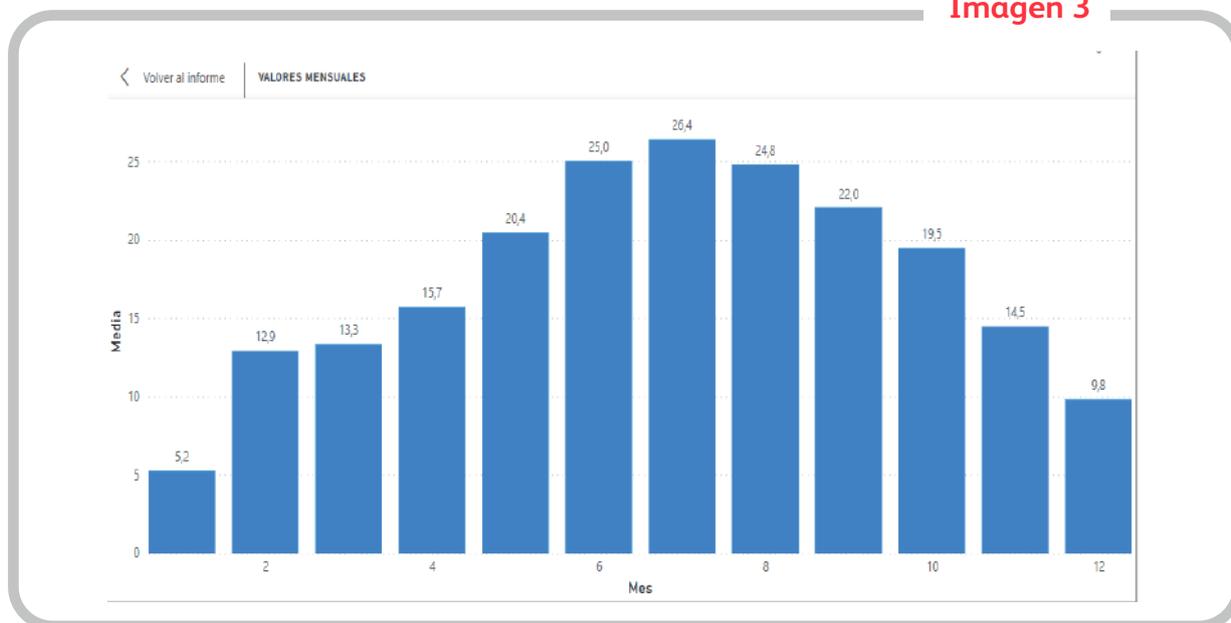
En la Imagen 2 se observa la evolución semanal de las temperaturas media, máxima y mínima (consideradas como los promedios de las tres categorías). Curvas paralelas, lógicamente, con temperaturas más altas en los meses centrales del año. Desde la semana 15 a la 44 del año 2022, las temperaturas máximas (consideradas como las medias de las máximas de cada semana) son más altas que las recomendadas como temperaturas ideales.

Imagen 2



En el caso de las medias mensuales de temperatura (Imagen 3), como ya hemos apuntado, casi la mitad del año se alcanzan temperaturas superiores a los 20 °C de media, considerada como la temperatura máxima admisible dentro del rango de temperaturas recomendadas en cebo de corderos.

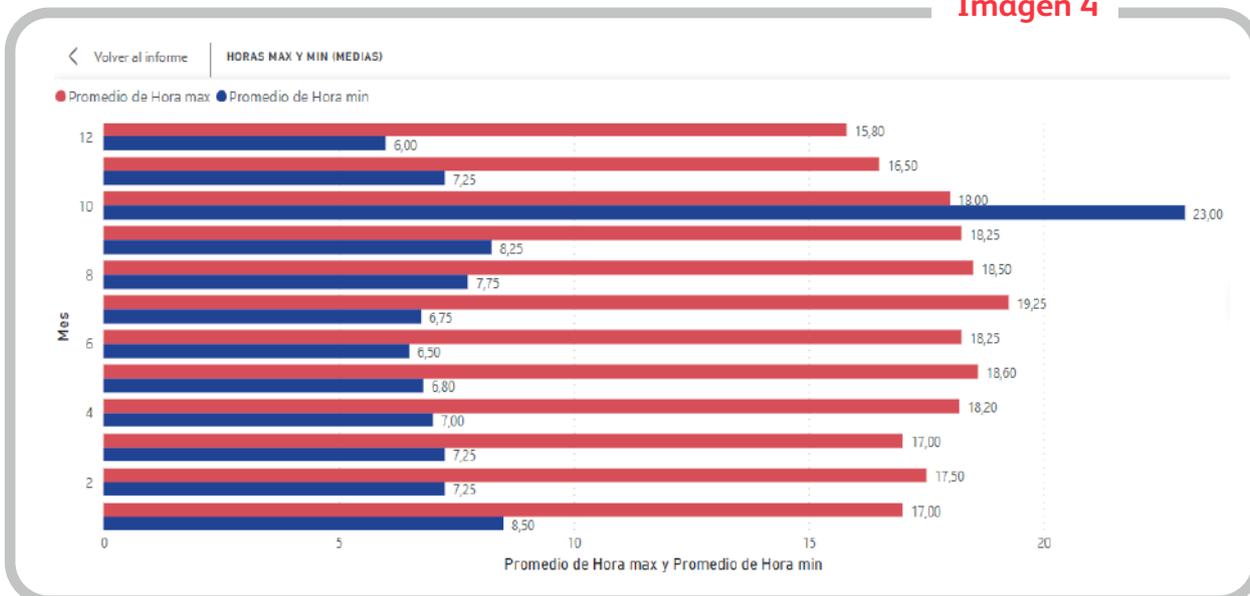
Imagen 3



2.3. Temperatura. Horas de máximos y mínimos registros

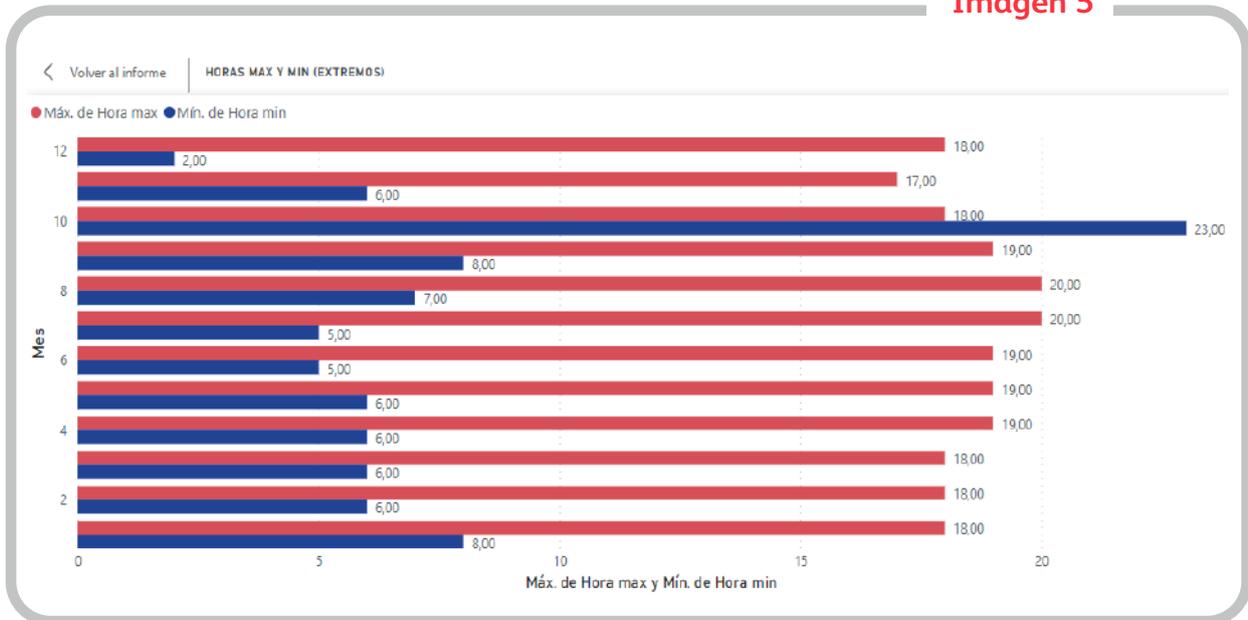
En la Imagen 4 se detallan las horas a las que se registran las temperaturas máximas y mínimas de cada mes (consideradas como temperaturas promedio de las máximas y las mínimas). Las horas de temperaturas promedio mínimas se parecen bastante en casi todos los meses. En los meses más calurosos, la temperatura media máxima se aleja cada vez más, aumentando el periodo de horas de calor o el intervalo entre las horas de máxima y mínima temperatura. Un caso curioso es el del mes de octubre, donde la temperatura mínima se va a las horas cercanas a la medianoche, si bien es precisamente en ese momento del año donde faltan registros.

Imagen 4



Similar lectura puede hacerse en el caso de las horas de máxima y mínima temperaturas (Imagen 5), consideradas en este caso como registros más extremos. En este caso las horas de mayor temperatura dentro de la nave no coinciden con las del exterior, debido, seguramente a la acumulación de calor a lo largo del día y a la poca ventilación de la nave a falta de dispositivos mecánicos de extracción de aire (solo para movimiento de este).

Imagen 5

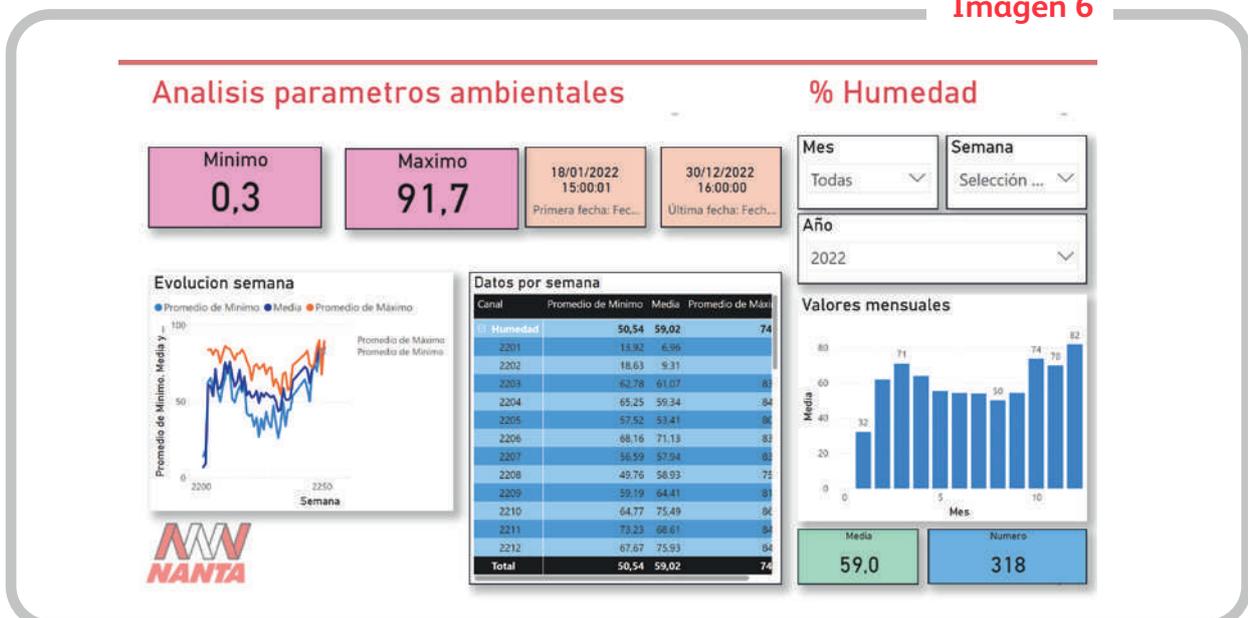


3. Humedad relativa

3.1. Humedad relativa. Valores máximos y mínimos

En la Imagen 6 se observa un informe de PBI con los resultados medios de 2022. La media de humedad relativa es de 59 % HR, siendo la mínima 0,3 % HR y la máxima 91,7 % HR El rango de fechas está entre el 18 de enero y el 31 de diciembre, aunque hubo algunas semanas sin datos.

Imagen 6



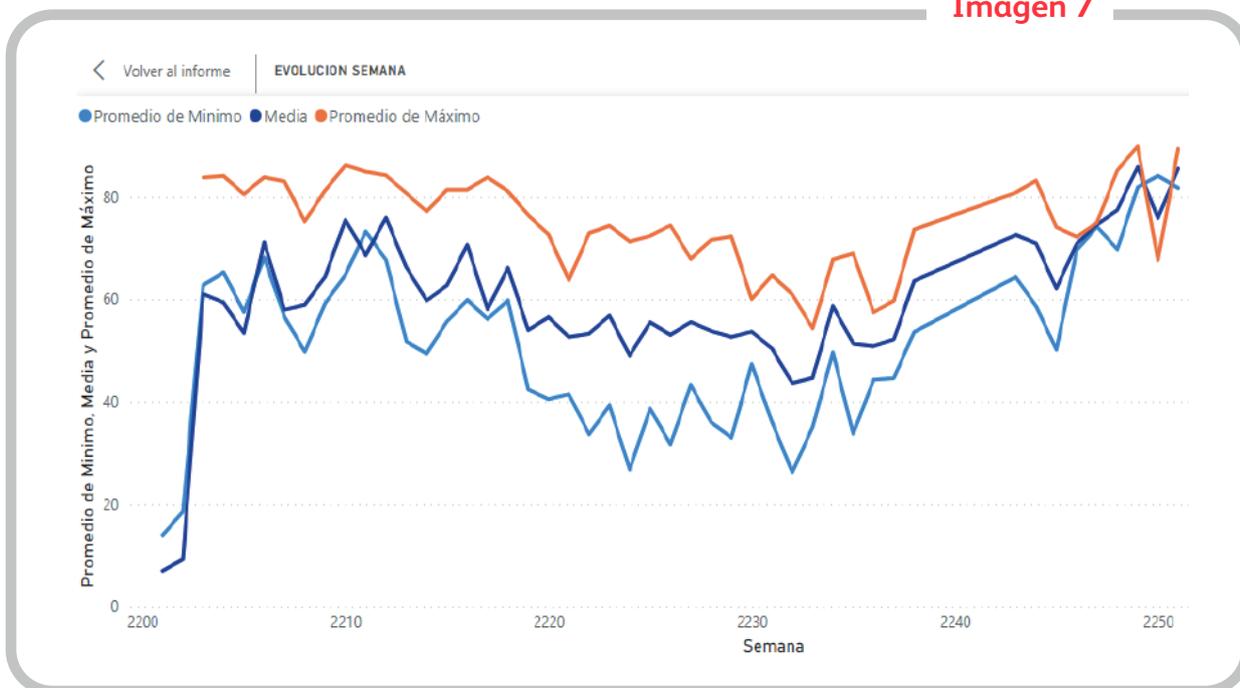
Según Rodríguez et al (2016) la media de humedad relativa se encuentra dentro del rango de humedades relativas óptimas para cebo de corderos (70 % HR a 80 % HR).

Como es sabido, la temperatura y la humedad relativa están fuertemente ligadas ya que la segunda depende de la primera, de forma que, a temperaturas más altas, el aire es capaz de absorber más humedad. Por otra parte, la humedad también es bastante dependiente de otros meteoros como la pluviometría y la velocidad del aire. Todo ello explica las grandes variaciones de este parámetro, tanto en valores máximos y mínimos como en su evolución, como se verá a continuación.

3.2. Humedad relativa. Evolución semanal y mensual

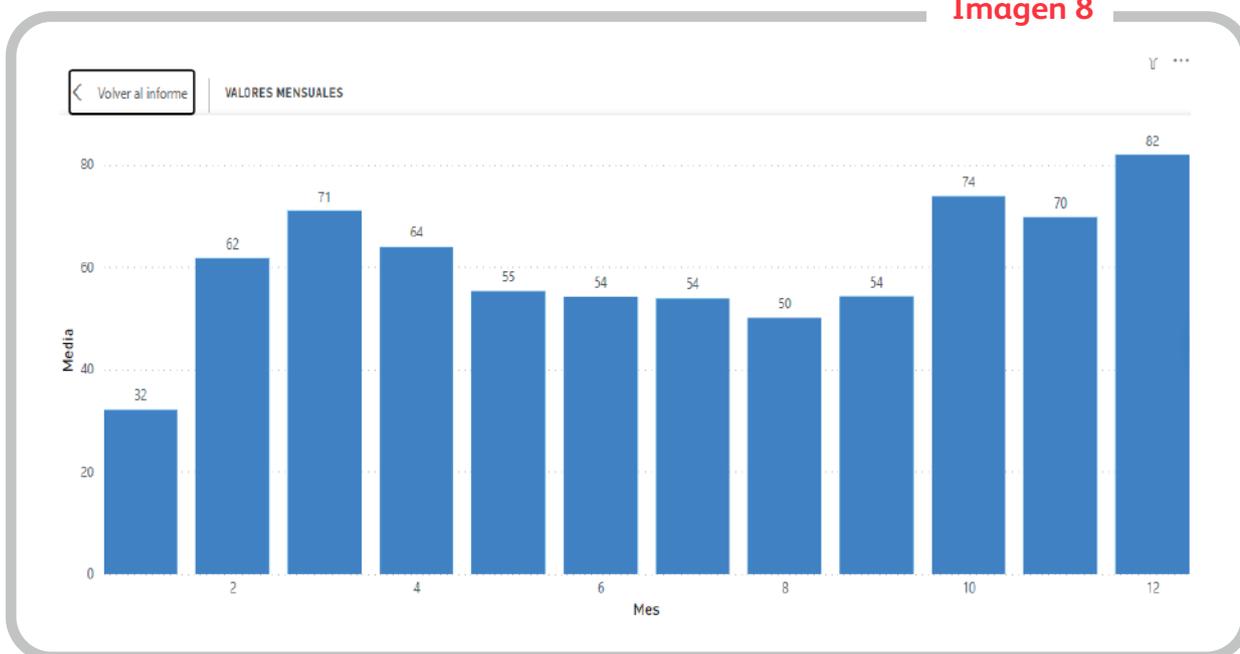
Según la Imagen 7, la evolución de la humedad relativa a lo largo de las semanas es bastante variable. Solamente de las semanas 10 a la 16 y de la 44 a la 50, es decir, en primavera y otoño, los valores medios alcanzan niveles dentro del rango de recomendaciones para cebo de corderos. Las humedades relativas mínimas (consideradas como valores promedio de las mínimas semanales) están a lo largo de todo el año bastante por debajo de los niveles óptimos, siendo las humedades relativas máximas las que más tiempo están dentro de esos niveles de confort ambiental. La ubicación del cebadero, en el Valle del Ebro y en el corredor del cierzo, hace que los valores habituales de este meteoro sean, habitualmente, bastante bajos (ver Anexo 1).

Imagen 7



Solamente en marzo, octubre y noviembre, las humedades relativas alcanzan los niveles medios de confort (Imagen 8) (considerados como valores promedio), estando el resto del año por debajo y solamente en diciembre ligeramente por encima.

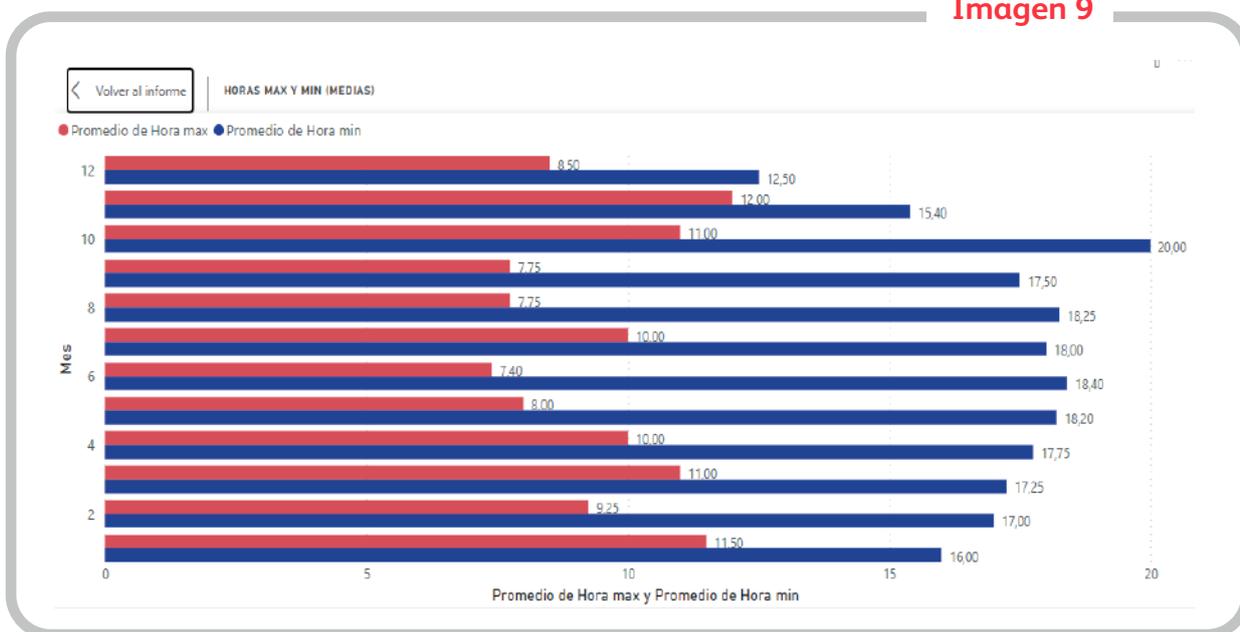
Imagen 8



3.3. Humedad relativa. Horas de máximos y mínimos registros

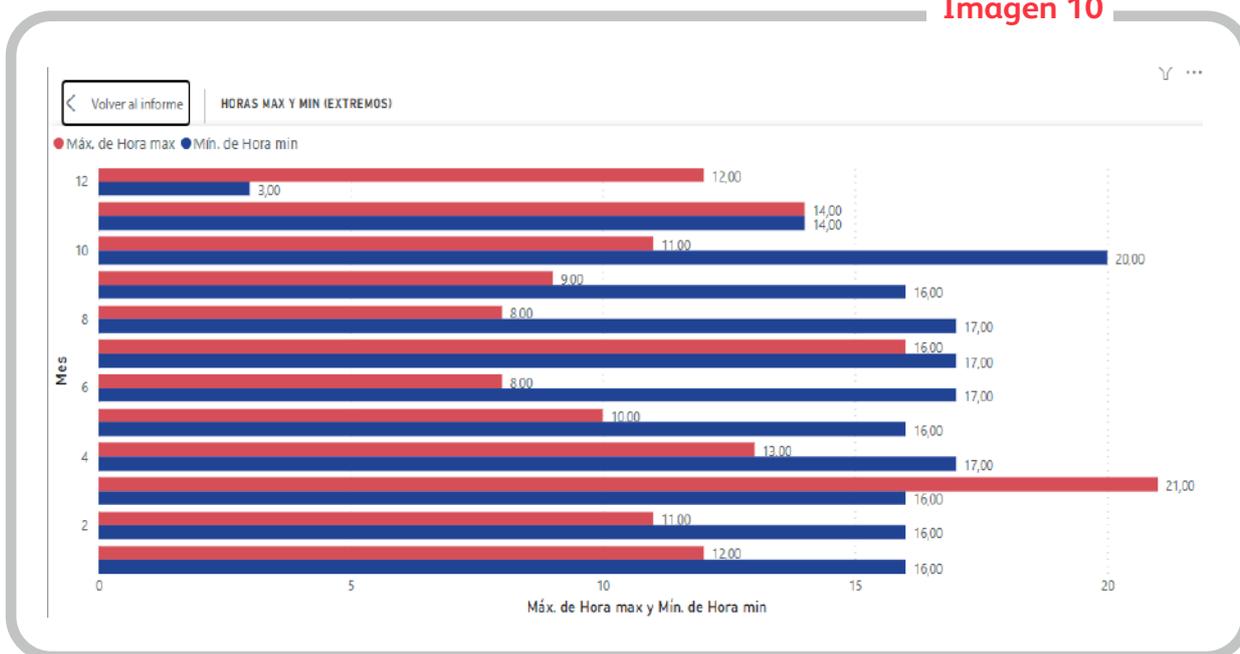
Como es de esperar, las horas de mínima humedad relativa coincide con los de las horas de las temperaturas máximas (Imagen 9, consideradas como valores promedios de humedades relativas máximas y mínimas) pero con cierta variación respecto a los valores obtenidos en la temperatura. Asimismo, las horas de máxima humedad relativa se retrasan de 2 a 3 horas respecto a las horas de temperaturas mínimas.

Imagen 9



En el caso de las horas donde alcanzan valores máximos y mínimos (considerados como registros extremos, Imagen 10), los intervalos se acortan respecto a los observados en el caso de la temperatura, sin duda debido a la dependencia de los otros meteoros ya comentados, de forma que hay más variabilidad y cambios en el caso de la humedad relativa. Destacan los casos de marzo (donde las horas máximas y mínimas se invierten) y de noviembre (donde las horas se igualan). A falta de comprobación de posibles errores en la toma de los datos o en su transcripción a la base de datos, la lectura que debe hacerse, a nuestro entender, es el acento en la gran variabilidad de este parámetro.

Imagen 10



4. Amoniaco

4.1. Amoniaco. Valores máximos y mínimos

En la Imagen 11 se observa un informe de PBI con los resultados medios de 2022. La media de concentración de amoníaco (ppm) es de 0.298 ppm, siendo la mínima 0 ppm y la máxima 1.760 ppm. El rango de fechas está entre el 18 de enero y el 31 de diciembre, aunque hubo algunas semanas sin datos.

Lo cierto es que todos los valores están muy por debajo de las referencias que marcan los máximos admisibles (15 ppm, Rodríguez et al., 2016).

Imagen 11



4.2. Amoniaco. Evolución semanal y mensual

En la Imagen 12 se detalla la evolución semanal de la concentración de amoníaco media, máxima y mínima (tomando los promedios de dichos valores). Como es de esperar, se dan valores más elevados en las semanas de verano, coincidiendo con mayores temperaturas, salvo en diciembre, teniendo en cuenta que no coincide este mes con la mayor densidad de ganado. En cualquier caso, ni las densidades fueron comprometedoramente altas durante el periodo estudiado, ni lo han sido las concentraciones de amoníaco obtenidas.

Un comentario muy similar puede hacerse en lo relacionado con las concentraciones medias mensuales (Imagen 13), alcanzando mayores cotas en los meses de diciembre y en verano, sin que en ningún momento se acerquen, ni de lejos, a valores nocivos de referencia.



Imagen 12

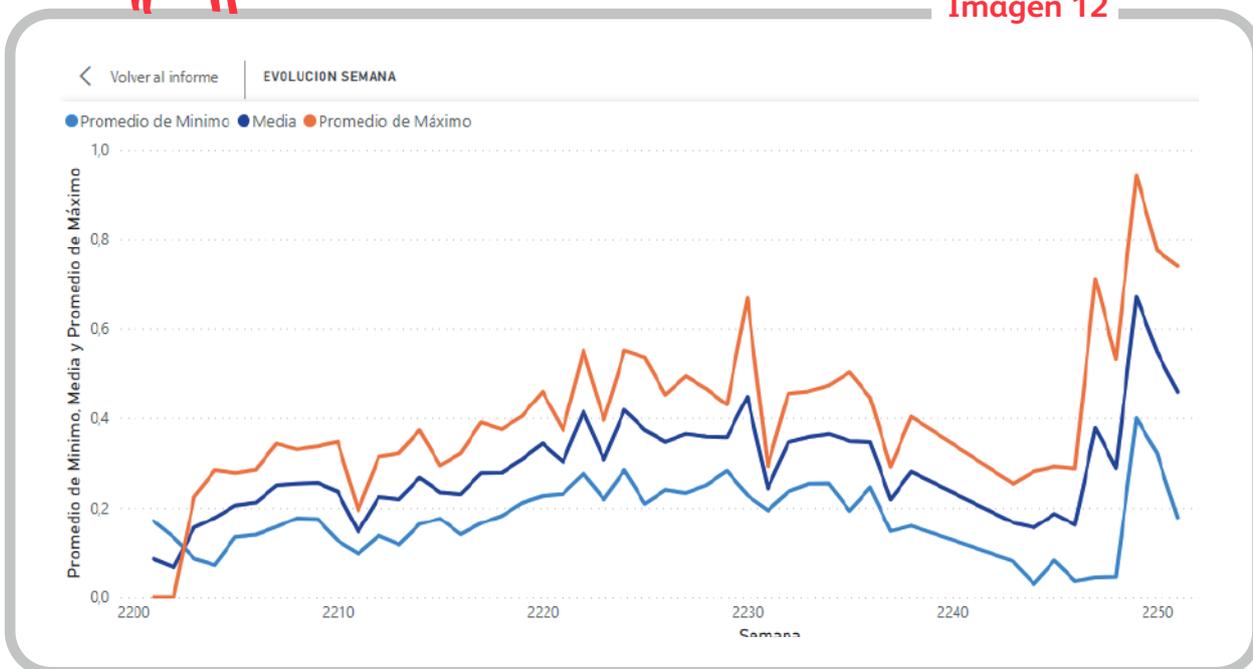
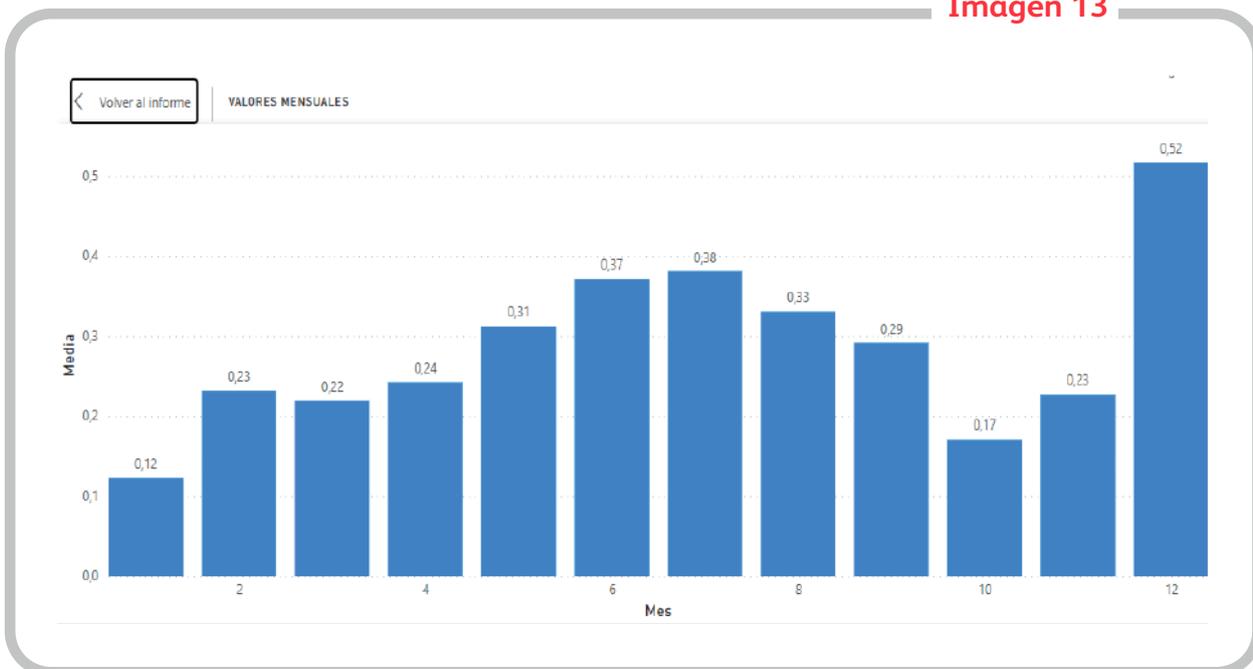


Imagen 13



4.3. Amoniaco. Horas de máximos y mínimos registros

En cuanto a las horas de máximas y mínimas concentraciones de amoníaco (ppm), las gráficas obtenidas (Imágenes 14 y 15) coinciden bastante con las de la temperatura. Destaca el mes de julio, donde, aparte de ser el mes con mayor cota de amoníaco registrada (tras diciembre) las horas de máxima y mínima concentración se acercan si consideramos los valores máximos y mínimos promedio, y se alejan si consideramos los valores extremos. Lo mismo pasa en diciembre. La interpretación que podemos dar a este hecho es que, en todo momento las concentraciones son más altas en ambos meses, alcanzando cotas más extremas coincidiendo con los momentos de mayor temperatura.

Imagen 14

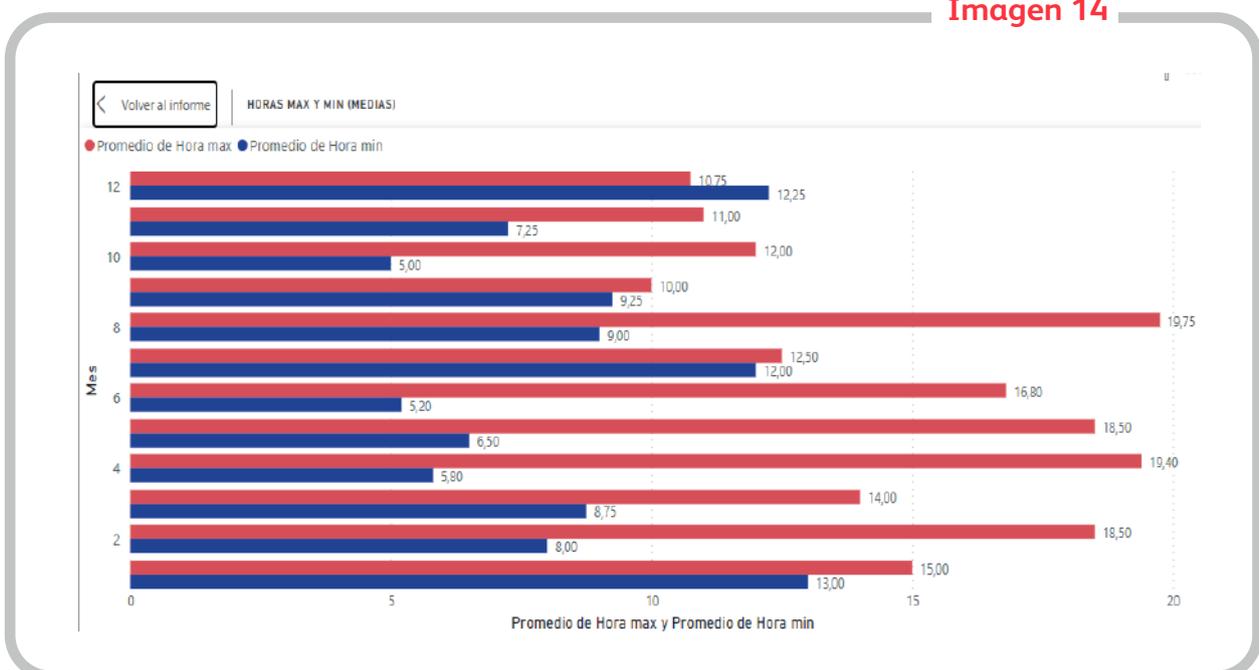
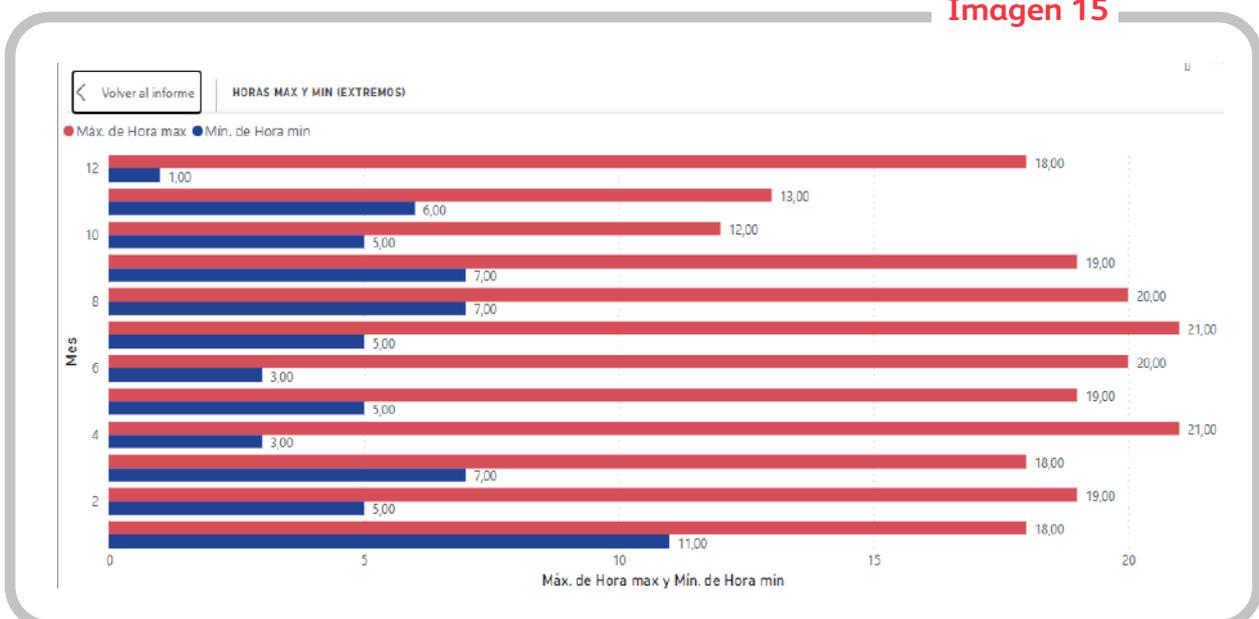


Imagen 15



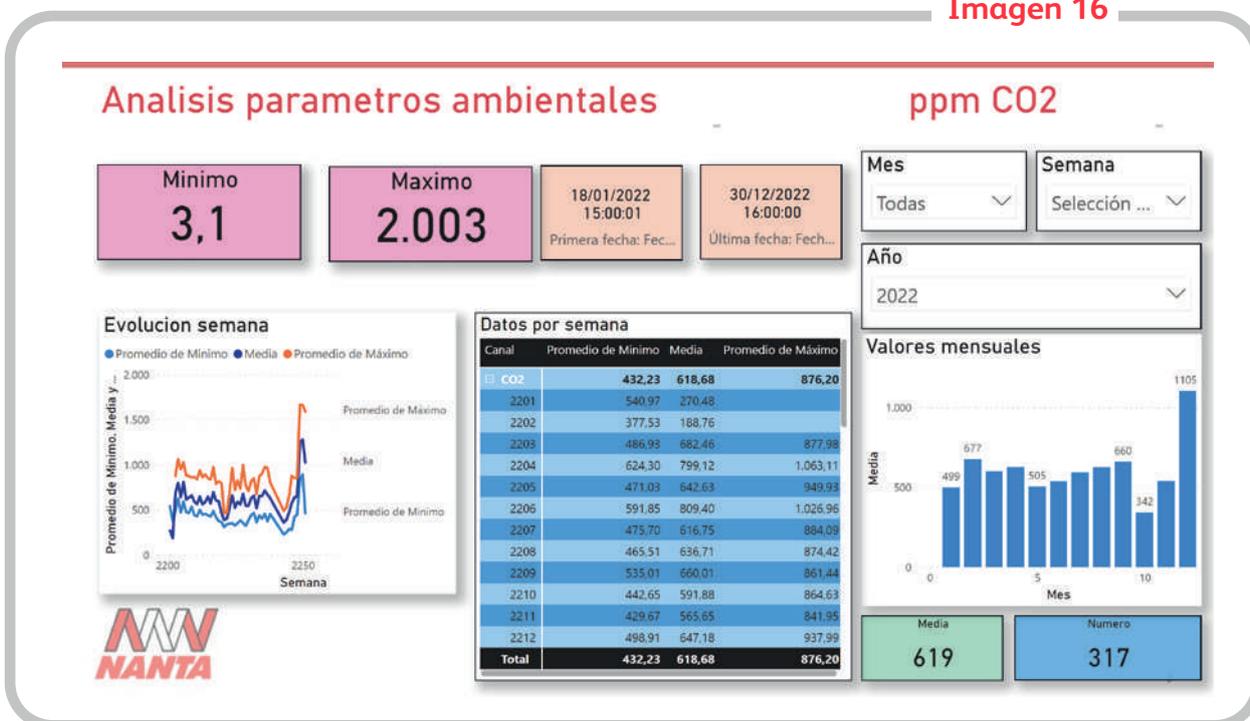
5. Anhídrido carbónico (CO₂)

5.1. Anhídrido carbónico (CO₂). Valores máximos y mínimos

En la Imagen 16 se observa un informe de PBI con los resultados medios de 2022. La media de concentración de CO₂ (ppm) es de 619 ppm, siendo la mínima 3.1 ppm y la máxima 2003 ppm. El rango de fechas está entre el 18 de enero y el 31 de diciembre, aunque hubo algunas semanas sin datos.

Lo cierto es que todos los valores están muy por debajo de las referencias que marcan los máximos admisibles (3000 ppm, Callejo A., Frisona Española 2013).

Imagen 16



5.2. Anhídrido carbónico (CO₂). Evolución semanal y mensual

Los valores máximos, mínimos y medios siguen una distribución bastante plana (Imagen 17), con dientes de sierra pero que no destacan sus curvas en ninguna época del año, salvo en diciembre. Se obtienen valores muy bajos, lo que revela un ambiente bastante saludable en el interior de la granja, en cuanto a gases posiblemente nocivos se refiere (a la vista de los valores obtenidos con el amoníaco y el CO₂).

Un comentario similar merece la gráfica de los valores medios de concentración de CO₂ (ppm) a lo largo de los doce meses de 2022 (Imagen 18).

Imagen 17

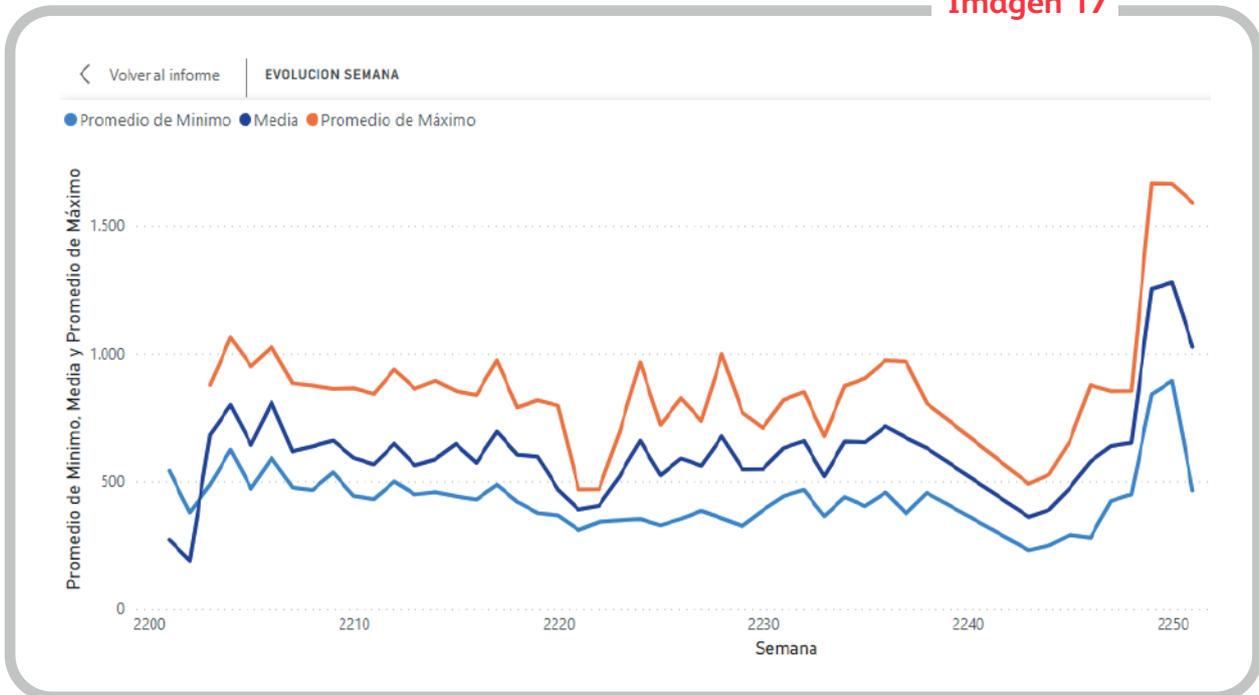
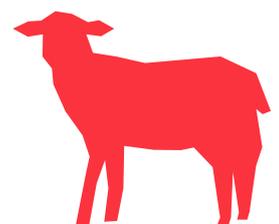
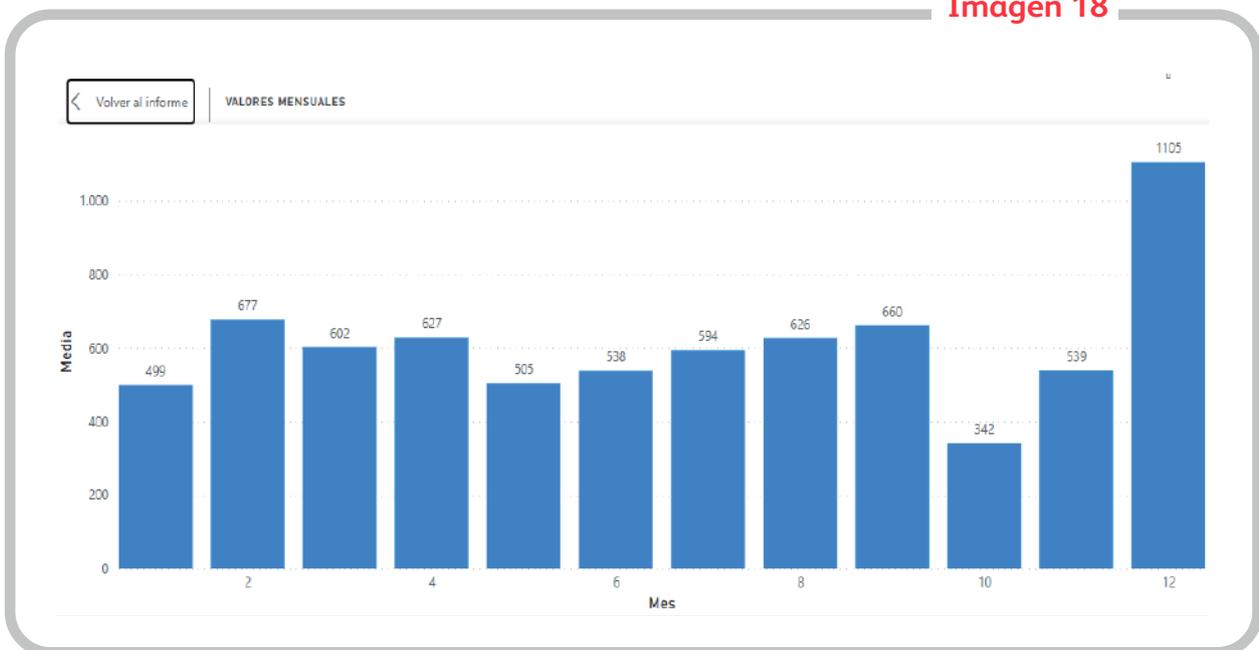


Imagen 18



5.3. Anhídrido carbónico (CO₂).

Horas de máximos y mínimos registros

En la Imagen 19 se observan las horas de máximas y mínimas concentraciones de CO₂ (ppm) considerando estos valores como los promedios de los valores máximos y mínimos y no sus extremos. Se observa que, en los meses de verano, las concentraciones máximas se dan por la tarde, mientras que en los meses más fríos se dan por la mañana. En los meses templados, las diferencias horarias son menores.

Considerando las horas de más extremos valores de concentración (tanto máximas como mínimas, Imagen 20) en todos los meses, salvo en septiembre, los valores máximos se dan a las horas más crepusculares, ya entrada la tarde. En la mayoría de los casos, además, las diferencias horarias son menores que en otros meteoros.

Imagen 19

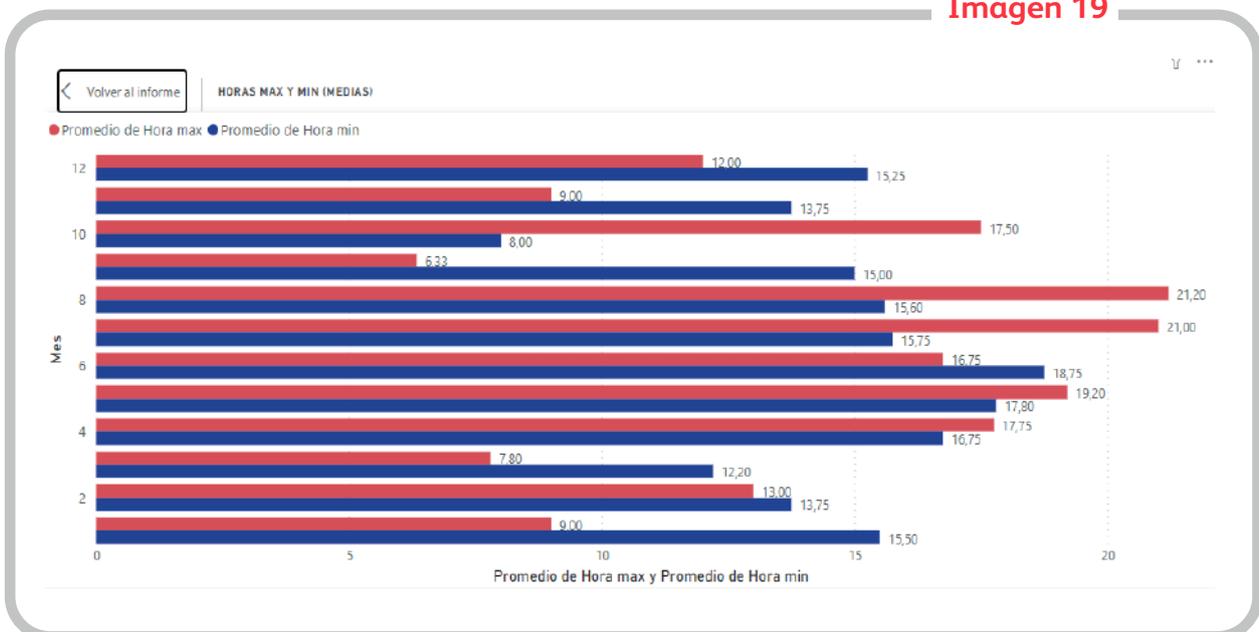
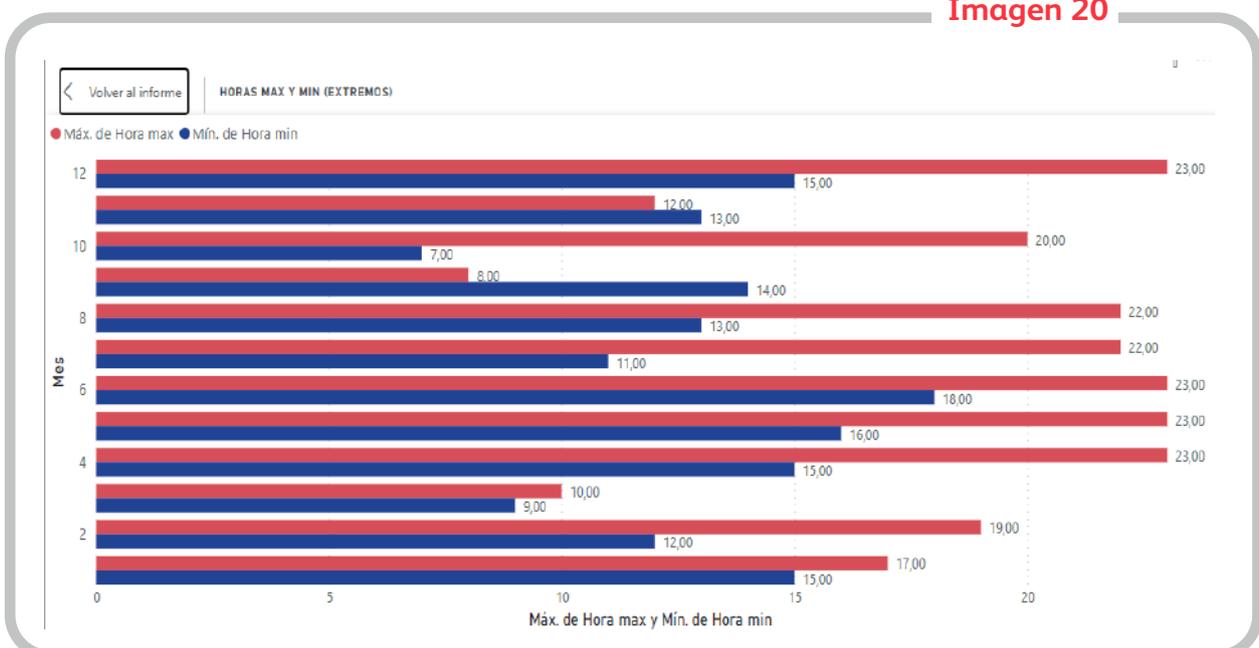


Imagen 20



6. Relación mortalidad-valores ambientales

Se intenta establecer una relación entre mortalidad y valores ambientales o sus variaciones, a nivel mensual, ya que son los datos de los que disponemos.

A modo esquemático se van a abordar los siguientes aspectos:

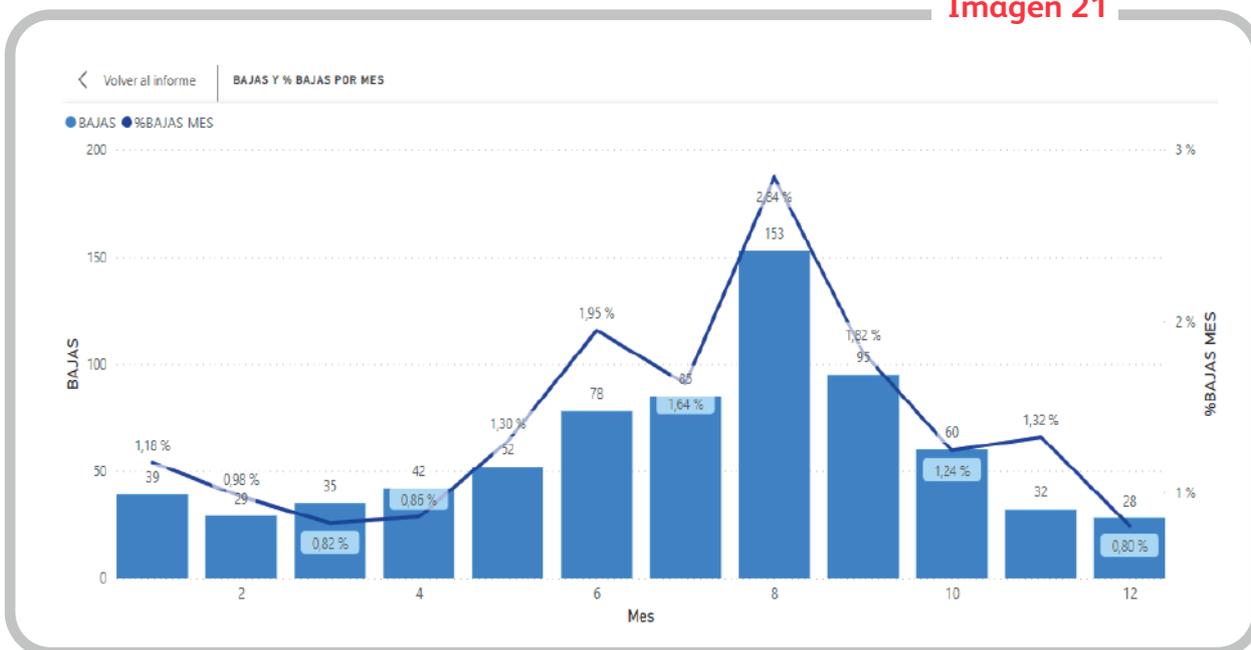
- ▶ Curva de mortalidad, comparando bajas y porcentaje de mortalidad mensual sobre animales presentes.
- ▶ Estudio comparativo de la mortalidad por meses.
- ▶ Relación entre bajas diarias y valores ambientales en los cuatro parámetros.
- ▶ Curva mensual de mortalidad y valores medios, máximos y mínimos de los cuatro parámetros.
- ▶ Estudio estadístico sobre la relación entre mortalidad y valores ambientales registrados (realizado por meses, con 22 registros entre septiembre de 2021 y junio de 2023).

6.1. Curva de mortalidad y distribución por meses

Como se aprecia en la INAGEN 21 la curva de bajas en valor absoluto y el porcentaje de mortalidad son claramente paralelas, llegando éste a un 2,84 % en el mes de agosto de 2022 y a un 1,95 % en junio.

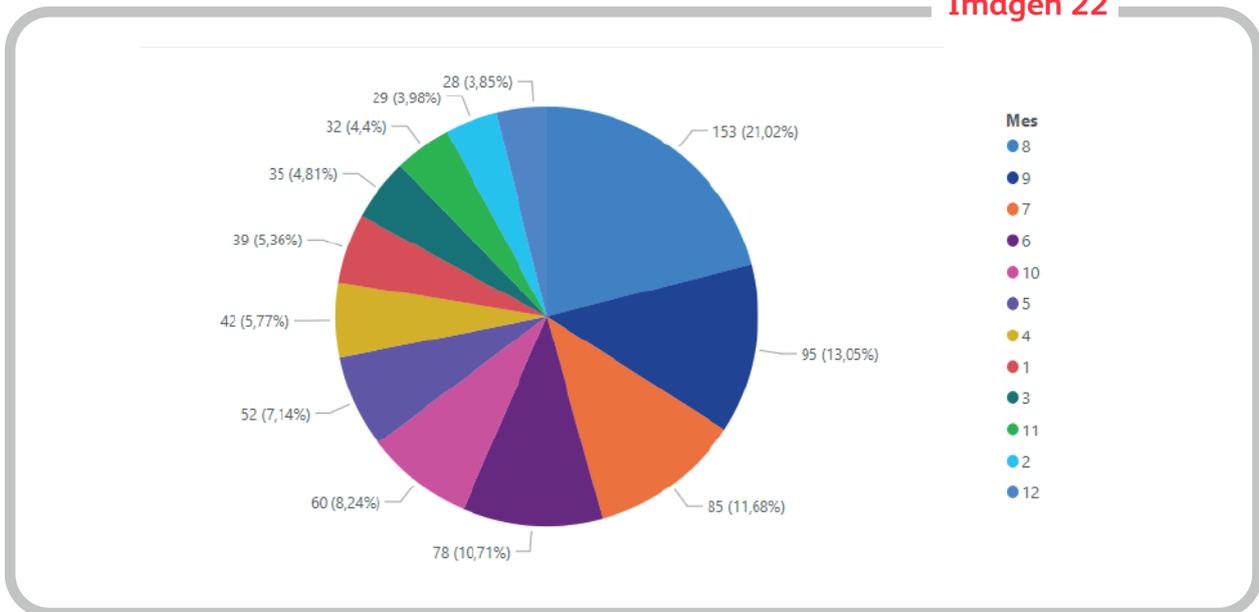
Por otra parte, la curva sigue los estándares habituales de mortalidad en cebaderos, con valores máximos en los meses de verano.

Imagen 21



En la Imagen 22 se describe, en un gráfico de sectores, la importancia de cada uno de los meses en la mortalidad total (valor absoluto), ordenados de mayor a menor. En este caso, el 56,45 % de la mortalidad ha tenido lugar solo en los 4 meses de verano (de junio a septiembre, ambos inclusive).

Imagen 22

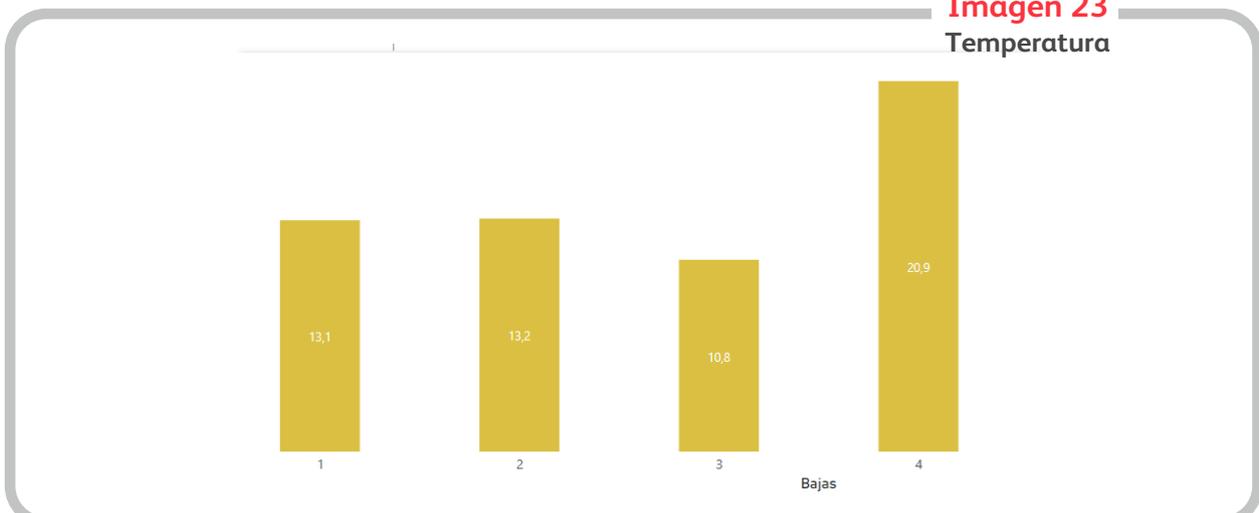


6.2. Relación entre bajas diarias y valores ambientales

Según los resultados obtenidos, en ninguna de las cuatro variables ambientales estudiadas se observa una clara conclusión sobre el hecho de que se obtiene más mortalidad (número de bajas diarias) los días en los que los parámetros están más altos o bajos.

En el caso de la temperatura (Imagen 23), hay una tendencia poco clara al aumento de temperatura en los días de más mortalidad, aunque los valores medios (en las barras de la gráfica) no son en absoluto temperaturas excesivamente altas.

Imagen 23
Temperatura



La humedad relativa presenta valores muy similares en todos los casos en el que se registran diferentes números de bajas diarias (Imagen 24) sin que se observe tampoco ninguna tendencia.

Similar comentario al de la temperatura merece el caso del amoníaco (Imagen 25) con valores registrados nada extremos y sin que se observe correlación clara entre mortalidad diaria y concentración de amoníaco.

Por último, en el caso del CO₂ (Imagen 26), los valores son muy similares e independientes de la mortalidad diaria obtenida, y como ya se ha comentado en el informe, con valores nada extremos.

Imagen 24

Humedad relativa

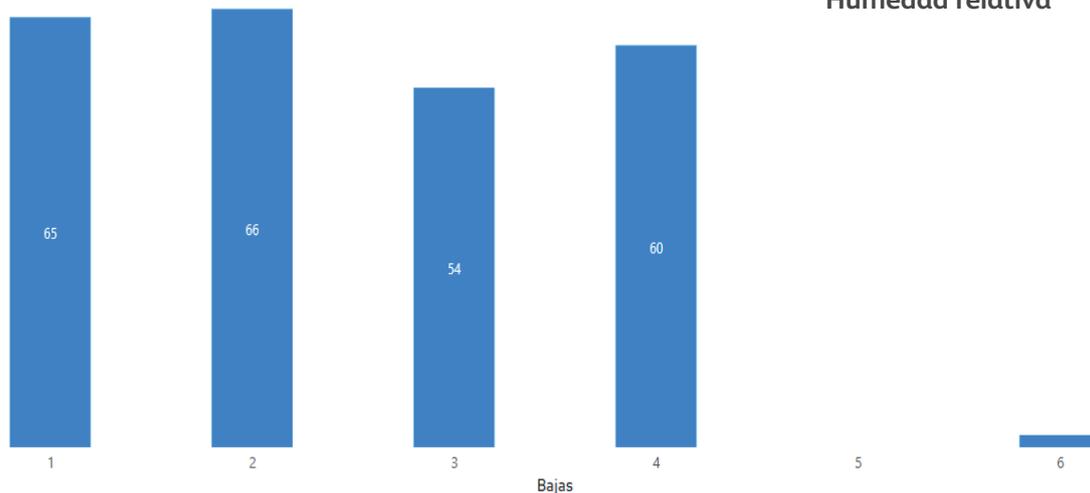
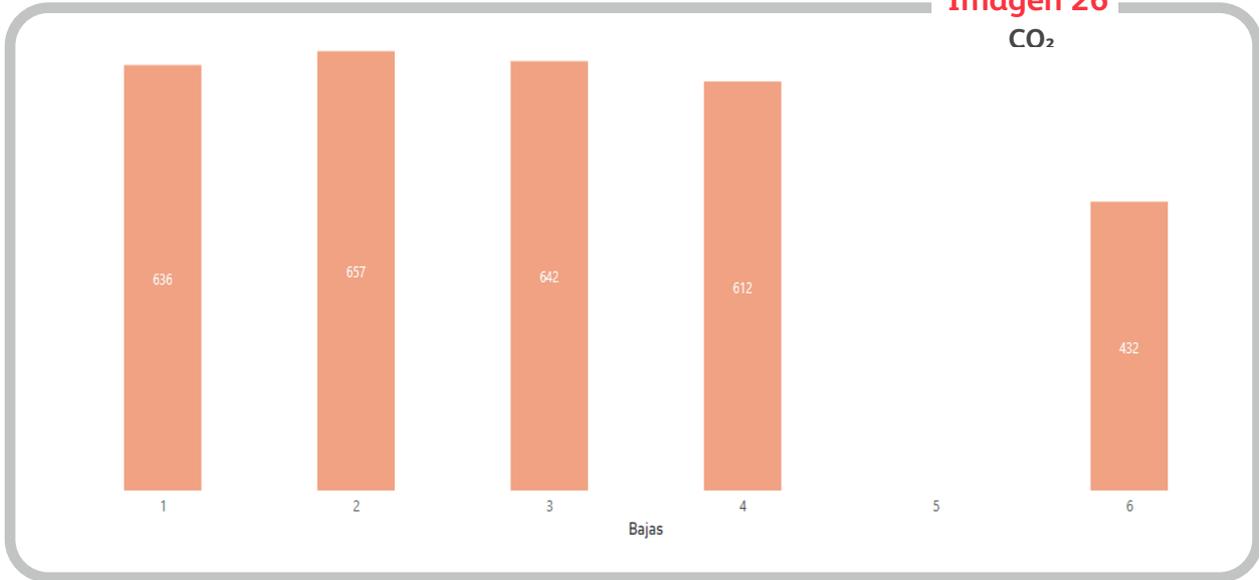


Imagen 25

Amoniaco



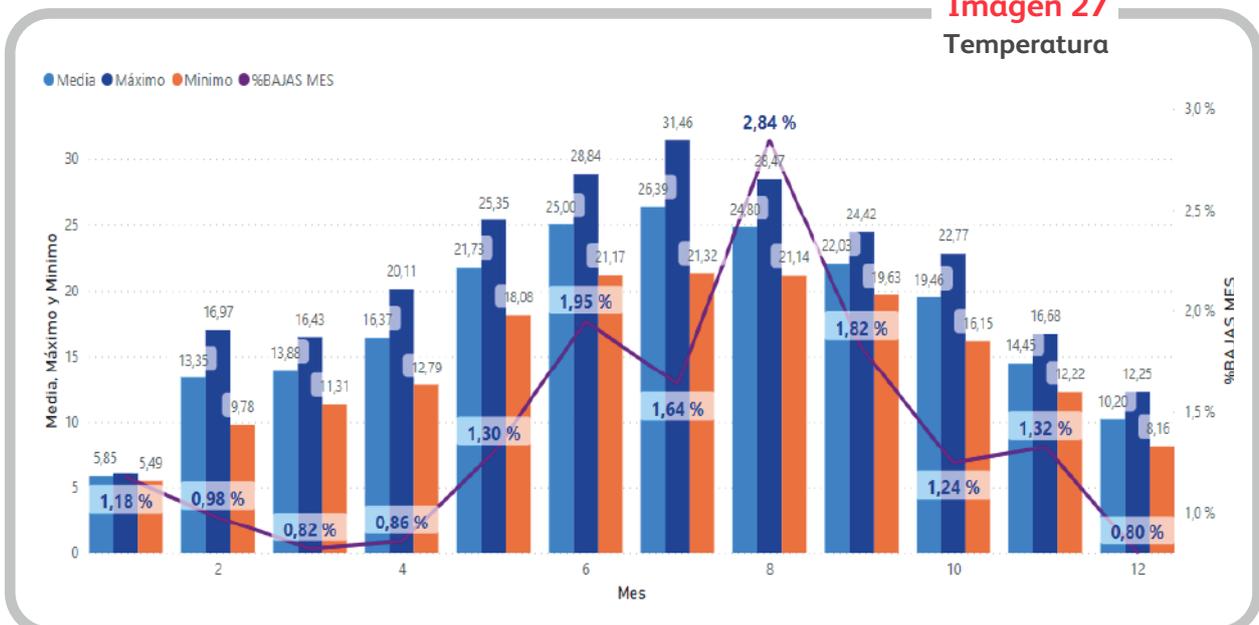
Imagen 26



6.3. Curva mensual de mortalidad y valores mínimos, medios y máximo

En la Imagen 27 se detallan en un mismo gráfico, las curvas de mortalidad mensual (en porcentaje sobre existencias) y valores promedio de temperaturas medias, máximas y mínimas. Se observa un paralelismo entre las curvas como era de esperar. No obstante, parece haber más relación entre mortalidad y valores mínimos que con los máximos en cada uno de los meses, que podría relacionarse con más horas de calor al día. También se observa cierto paralelismo entre la mortalidad y las temperaturas máximas del mes anterior.

Imagen 27



En el caso de la humedad relativa (Imagen 28) se observa una relación inversa entre la mortalidad y la humedad relativa mínima (lógicamente muy relacionado con lo anterior ya que son meteoros dependientes entre ellos).

Por otra parte, ni en el caso del amoníaco (Imagen 29) ni del CO₂ (Imagen 30) se observan paralelismos entre las respectivas curvas.

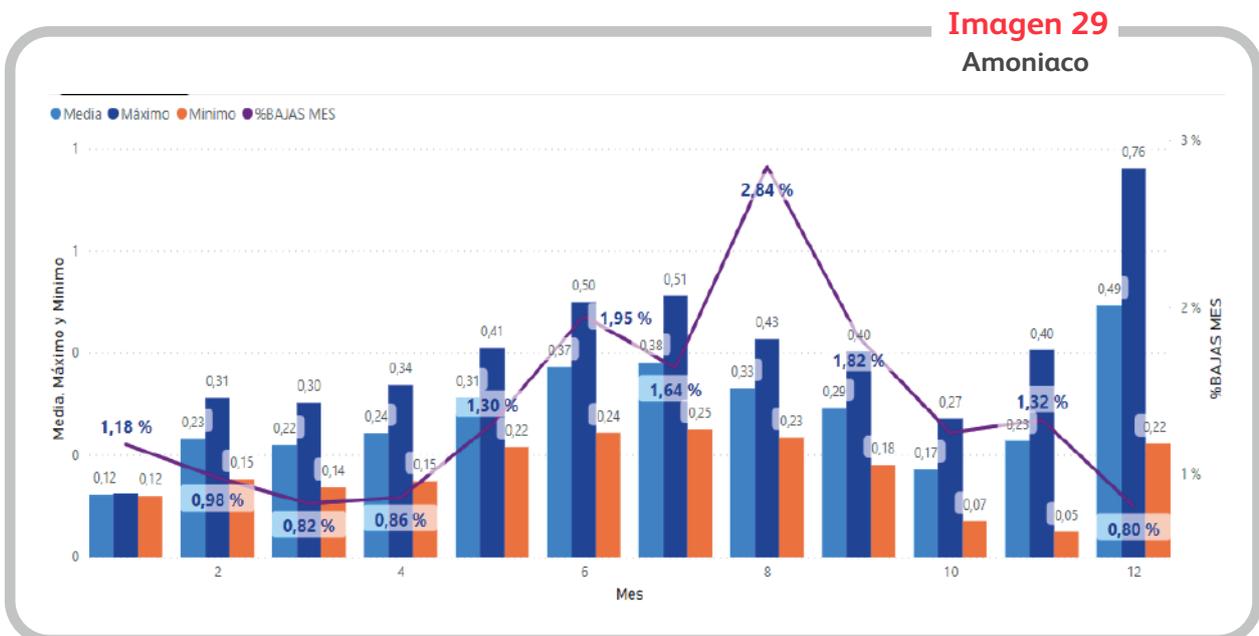
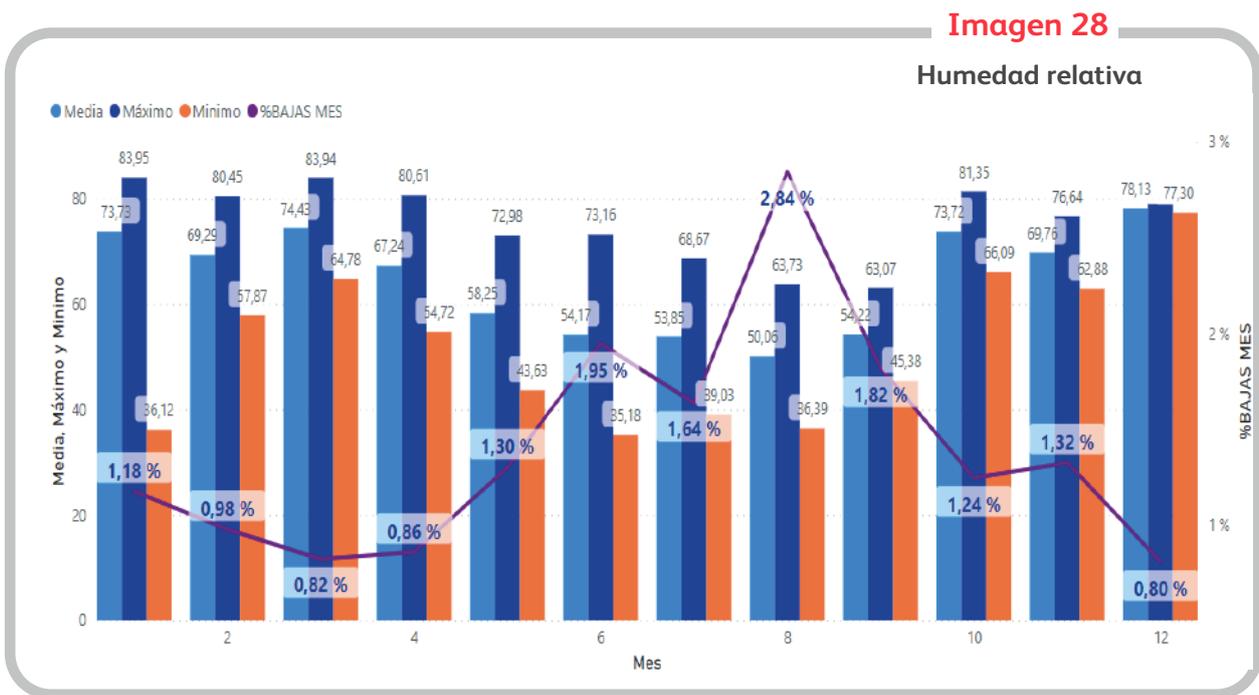
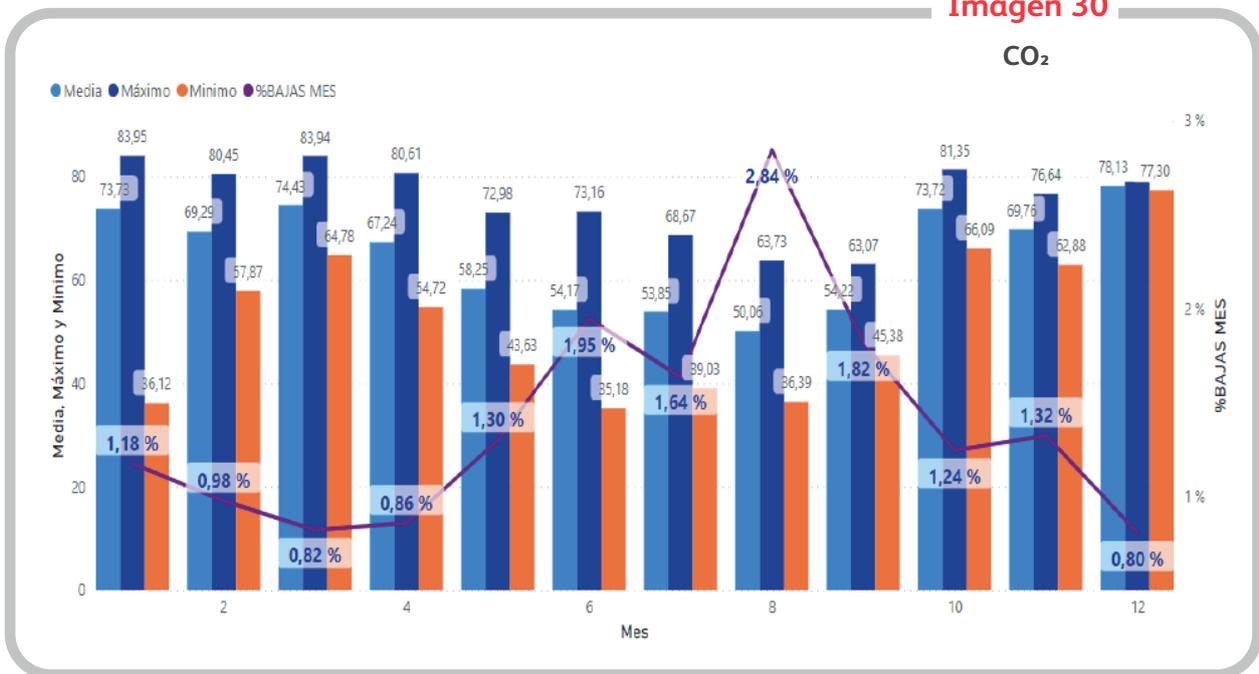


Imagen 30



6.4. Estudio estadístico

En el ANEXO 2 se facilitan algunos análisis estadísticos descriptivos y de relación estadística entre mortalidad y valores ambientales registrados. En ningún caso hay relaciones significativas.

Hay que subrayar que el estudio se ha realizado sobre valores mensuales ya que son los datos de los que disponemos. No se descarta la posibilidad de la existencia de relaciones estadísticas significativas en análisis semanales, diarios o jugando con más parámetros ambientales (valores extremos, diferencias diarias etc.).

7. Resumen y conclusiones

De todo lo comentado en este informe, se pueden extraer, a modo de resumen, las siguientes conclusiones:

- ▶ En la granja de referencia se están monitorizando datos de temperatura, humedad relativa (%), concentración de amoníaco y concentración de CO₂ durante 22 meses.
- ▶ Los datos son procesados para su seguimiento semanal mediante un informe de Microsoft Power BI diseñado por NANTA S.A.U.
- ▶ Se realiza un estudio de los valores obtenidos por meses (solamente se detallan los resultados y tendencias del 2022), así como su posible relación con la mortalidad (estudio realizado durante todo el periodo de monitorización, 22 meses).
- ▶ Los datos de temperatura arrojan información sobre un caudal de ventilación insuficiente en los meses de verano, por lo tanto, los ventiladores juegan un papel fundamental.
- ▶ La humedad relativa sufre una gran variabilidad a lo largo de los meses e incluso e las semanas, con la mayor parte del año con valores inferiores a los considerados dentro del rango de confort ambiental.
- ▶ En el caso del amoníaco y del CO₂, los valores obtenidos en todos los casos están muy lejos de los valores de referencia considerados como nocivos, de forma que los animales están continuamente en un ambiente saludable en lo referente a ambos parámetros.
- ▶ No se observan relaciones significativas entre los valores ambientales obtenidos (analizados por meses) y la mortalidad, si bien hay ciertos paralelismos en las curvas entre mortalidad, temperatura mínima, temperatura máxima del mes anterior y humedad relativa mínima.
- ▶ En caso de disponer de datos suficientes para realizar análisis semanales o diarios, no se descartan posibles relaciones significativas entre las variables estudiadas.
- ▶ Es interesante la monitorización de estos parámetros en cualquier granja, dada su estrecha conexión con la mortalidad, máxime en un escenario de reducción antibiótica.

8. Referencias

Callejo, A. (2013). Ventilación de alojamientos de vacas de leche. Funciones y diseño. Frisona Española nº 197, pág. 106-116.

Rodríguez, M., et al. "Housing: A major success factor in feedlot lambs". Small Ruminant Research, 142 (2016): 72-77.

Anexo 1

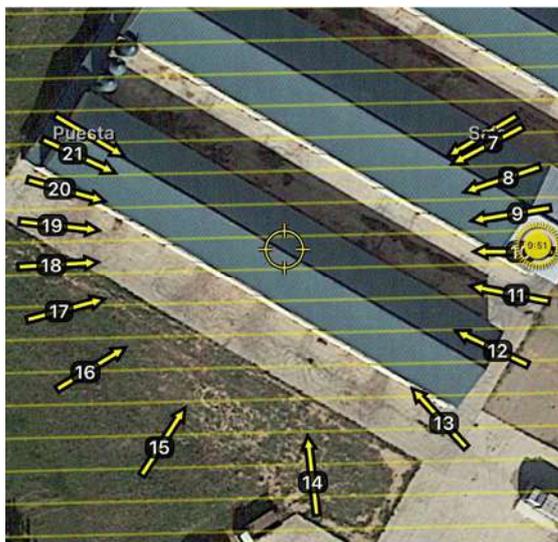
Localización



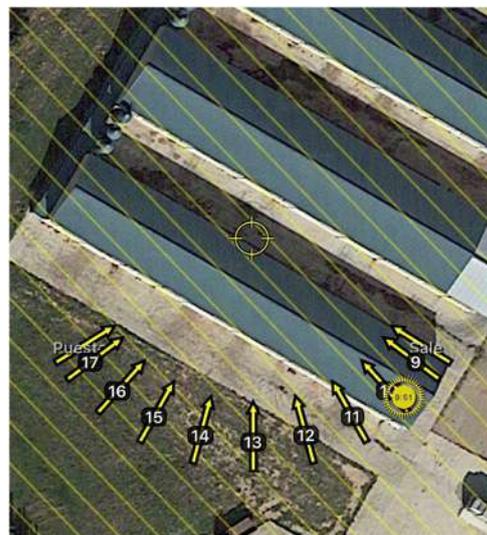
Horas de sol



VERANO



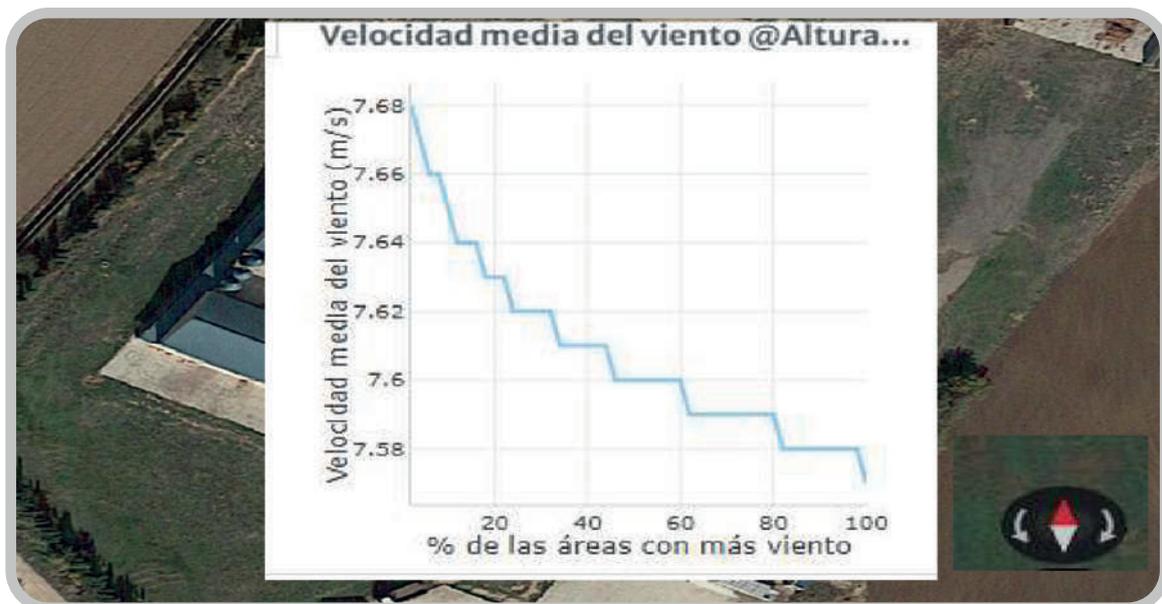
INVIERNO



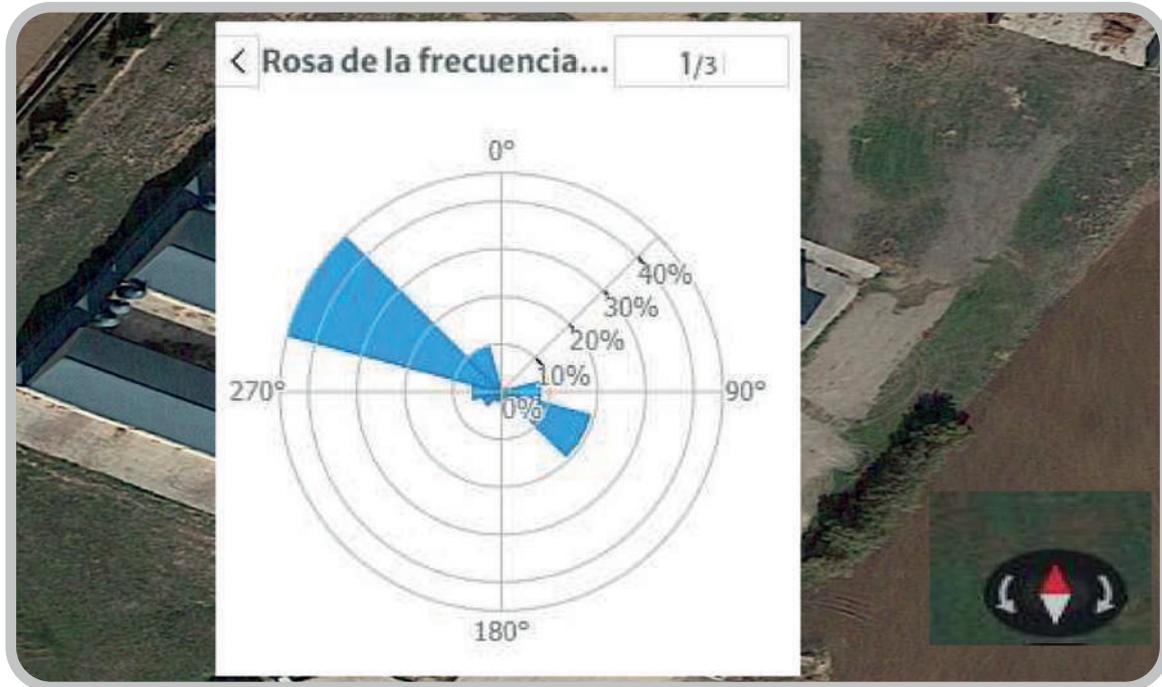
Rosa de los vientos



Información vientos



Rosa de los vientos



Información vientos



Anexo 2

DESCRIPTIVES

```

/VARIABLES= VAR006 VAR007 VAR008 VAR009 VAR010 VAR011 VAR012 VAR013 VAR014 VAR015
VAR016 VAR017 VAR018
/STATISTICS=MEAN STDDEV.

```

Estadísticos Descriptivos

	N	Media	Desv Std
% MORT	22	.01	.01
T MIN	22	14.12	5.32
T MAX	22	20.99	6.79
T MED	22	18.01	6.89
HR MIN	22	51.71	11.48
HR MAX	22	75.25	5.94
HR MED	22	64.10	7.84
NH3 MIN	21	.18	.22
NH3 MAX	21	.51	.40
NH3 MED	21	.34	.30
CO2 MIN	22	398.18	91.77
CO2 MIN	22	839.45	197.22
CO2 MED	22	619.14	136.80
N Válido (listwise)	22		
N perdido (listwise)	1		

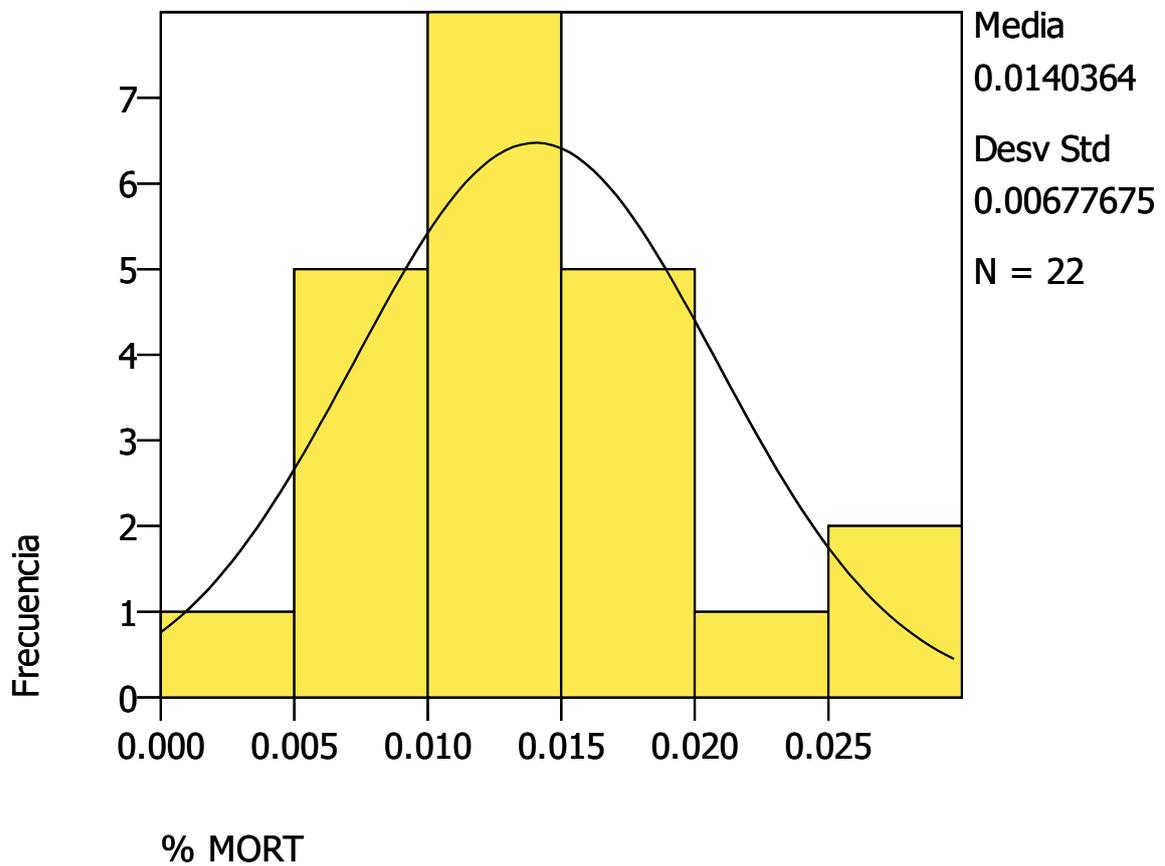
```

FRECUENCIAS
/VARIABLES= VAR006
/FORMAT=AVALUE NOTABLE
/STATISTICS=MEAN STDDEV SEMEAN
/HISTOGRAM=NORMAL.
  
```

Estadísticas

		% MORT
N	Válido	22
	Perdidos	0
Media		.01
Err.Est.Media		.00
Desv Std		.01

HISTOGRAM



ONEWAY /VARIABLES= VAR005 VAR007 VAR008 VAR009 VAR010 VAR011 VAR012 VAR013 VAR014
VAR015 VAR016 VAR017 VAR018 BY VAR006.

ANOVA

		Suma de Cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sign.
EXISTENCIAS	Entre Grupos	25739503	20	1286975	38.67	.126
	Intra Grupos	33282.00	1	33282.00		
	Total	25772785	21			
T MIN	Entre Grupos	564.77	20	28.24	.95	.682
	Intra Grupos	29.64	1	29.64		
	Total	594.41	21			
T MAX	Entre Grupos	833.49	20	41.67	.31	.912
	Intra Grupos	134.48	1	134.48		
	Total	967.97	21			
T MED	Entre Grupos	926.05	20	46.30	.65	.769
	Intra Grupos	70.80	1	70.80		
	Total	996.86	21			
HR MIN	Entre Grupos	2710.16	20	135.51	2.32	.481
	Intra Grupos	58.32	1	58.32		
	Total	2768.48	21			
HR MAX	Entre Grupos	641.77	20	32.09	.33	.904
	Intra Grupos	98.00	1	98.00		
	Total	739.77	21			
HR MED	Entre Grupos	1176.41	20	58.82	.51	.824
	Intra Grupos	115.52	1	115.52		
	Total	1291.93	21			
NH3 MIN	Entre Grupos	.99	19	.05	142.98	.066
	Intra Grupos	.00	1	.00		
	Total	.99	20			
NH3 MAX	Entre Grupos	3.20	19	.17	4.91	.343
	Intra Grupos	.03	1	.03		
	Total	3.24	20			
NH3 MED	Entre Grupos	1.83	19	.10	13.82	.209
	Intra Grupos	.01	1	.01		
	Total	1.84	20			
CO2 MIN	Entre Grupos	167877.3	20	8393.86	.93	.687
	Intra Grupos	8978.00	1	8978.00		
	Total	176855.3	21			
CO2 MIN	Entre Grupos	803559.0	20	40177.95	3.02	.428
	Intra Grupos	13284.50	1	13284.50		
	Total	816843.5	21			
CO2 MED	Entre Grupos	380532.6	20	19026.63	1.52	.573
	Intra Grupos	12482.00	1	12482.00		
	Total	393014.6	21			