

Análisis bioclimático para el desarrollo de instalaciones cunícolas en el campus Amazcala de la Universidad Autónoma de Querétaro

Bioclimatic analysis for the development of rabbit breeding facilities at the Amazcala campus of the Universidad Autónoma de Querétaro

Froylán Correa Martínez¹
Genaro Martín Soto Zarazúa²

¹Ingeniero en Automatización con especialidad en Mecatrónica, Universidad Autónoma de Querétaro, f.correa@uaq.mx

²Doctor en Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, soto_zarazua@yahoo.com.mx

RESUMEN

La cría de conejo, actividad clave de la cunicultura, requiere de instalaciones pecuarias adecuadas que mantengan condiciones ambientales específicas a lo largo de todo el año a pesar de las variaciones climatológicas estacionales y prescindiendo en la medida de lo posible de sistemas mecánicos de climatización que aumentan los costos de producción por su implementación y mantenimiento. La arquitectura bioclimática propone una metodología lineal que permite hacer un análisis bioclimático, que consiste en el análisis de la información climática del lugar, la ubicación y la información de los ocupantes mediante distintas herramientas para obtener un diagnóstico y una tabla de isorequerimientos, que permiten proponer una serie de estrategias de climatización pasiva específicas para el desarrollo de la actividad cunícola en la zona de estudio. Estas recomendaciones se utilizarán para generar los documentos constructivos de instalaciones cunícolas en el campus Amazcala de la Universidad Autónoma de Querétaro.

PALABRAS CLAVE

Cunicultura, infraestructura, análisis bioclimático

ABSTRACT

Rabbit husbandry, a key activity of rabbit breeding, requires adequate facilities that maintain specific environmental conditions throughout the year despite seasonal climatic variations and, as far as possible, mechanical air conditioning systems that increase the costs of production for its implementation and maintenance. The bioclimatic architecture proposes a linear methodology that allows to make a bioclimatic analysis, which consists in the analysis of the climatic information of the place, the location and the information of the occupants through different tools to obtain a diagnosis and a table of requirements that allow to propose specific passive climatization strategies for the development of the rabbit breeding activity in the study area. These recommendations will be used to generate the construction documents of rabbit breeding facilities in the Amazcala campus of the Universidad Autónoma de Querétaro.

KEY WORDS

Rabbit breeding, infrastructure, bioclimatic analysis



Figura 1. Diversos tipos de ambientes protegidos para cunicultura en granjas semitecnificadas: Vietnam (a) y Argentina (b); y en granjas tecnificadas: China (c y d). (Imágenes extraídas de la conferencia: "Rabbit producción in the world, with special reference to Western Europe" impartida por J. Lebas, Kasan, Rusia, 30 de Octubre de 2009)

INTRODUCCIÓN

Desde la prehistoria, el ser humano domesticó especies animales, sobre todo a las ovinas, porcinas, bovinas y aves. El conejo a diferencia de otras especies fue domesticado totalmente hasta finales de la Edad Media (Siglo XVI), que es cuando se tienen registros de las primeras razas, señal de una cría controlada (Lebas, 1996) dando origen así a la cunicultura, que es el proceso de reproducción, cría y engorda de los conejos en forma económica para obtener el máximo beneficio en la venta de sus productos y subproductos (Ferrer & A., 1985).

Las inclemencias del clima, la inseguridad del entorno y la necesidad de estar consigo mismo han llevado al hombre a construir un refugio (Morillón & Edeza, 2014). Con la aparición de asentamientos humanos dedicados a la agricultura y la domesticación animales, surge la extensión del refugio hacia estos últimos que precisan igualmente de seguridad y resguardo, dando origen a las instalaciones pecuarias.

La cría del conejo requiere de instalaciones con un ambiente con condiciones ideales para mantener con vida a los animales y lograr su reproducción. Las variables que determinan estas condiciones son la velocidad del viento y temperatura y humedad del ambiente. Con el fin de controlar estas variables, es necesario contar con una barrera que mantenga un ambiente estable y confortable al interior a pesar del clima exterior. A lo largo del tiempo, los seres humanos han explorado distintas configuraciones de estas barreras para instalaciones cunícolas (Figura 1).

La implementación de aspectos bioclimáticos en el diseño y modificación de instalaciones cunícolas podría mantener las condiciones ideales mientras evita el uso de elementos de calefacción reduciendo el mantenimiento y el consumo, y con ellos, los costos de producción.

A pesar de la importancia de considerar todos los aspectos bioclimáticos, los textos técnicos solo hacen recomendaciones generales tales como orientar la nave hacia el noreste para las latitudes del territorio mexicano (González, 2016) que las ventanas sean de menor tamaño en el lado de los vientos dominantes y que la granja se aíse térmicamente lo más posible del exterior.

MARCO TEÓRICO

El conejo se distingue de otras especies de mamíferos domésticos por su gran capacidad de transformación alimentaria, su elevada prolificidad, ciclos cortos de gestación y relativa facilidad en el manejo de la especie (Lebas, 1996).

Como actividad productiva en México, la cunicultura ha tomado impulso en la última década y a la fecha se ha consolidado como una alternativa pecuaria con importantes posibilidades de desarrollarse y abatir el índice de pobreza de los sectores más vulnerables de la población, derivadas de un mercado que demanda alternativas de productos alimenticios de alta calidad y con aporte nutrimental adecuado (Sala de prensa SAGARPA, 2015). Algunos factores que determinan la productividad de una granja son la reproducción de los animales y su ganancia de peso diario, que dependen en gran medida del ambiente del que se encuentran provistos.

Tipos de edificación para cunicultura

Se distinguen 3 tipos de cunicultura, clasificada según las instalaciones y el manejo de los animales:

Traspatio: Las instalaciones más rústicas están compuestas por un orificio en la tierra de aproximadamente un metro cuadrado y 40 cm de profundidad cubierto por malla a nivel del suelo y con una techumbre improvisada donde es liberado el pie de cría y los conejos son libres de hacer sus madrigueras y reproducirse. En instalaciones un poco más avanzadas los animales se encuentran en jaulas hechas por los mismos cunicultores bajo una techumbre hecha con materiales locales. Se alimenta a los animales mayormente con granos y forrajes, y en menor medida con alimento pelletizado. Se usan materiales desecantes (Aserrín o viruta) para

controlar el exceso de orina y se limpia constantemente, si las jaulas son elevadas las deyecciones se limpian periódicamente del suelo. El conejo producido bajo este sistema no se recomienda para su venta al público ya que no se puede controlar la calidad de la carne, pero es muy usado para autoconsumo.

Semitecnificada: Son granjas emplazadas con construcciones más permanentes, los animales se encuentran alojados en jaulas comerciales que pueden ser polivalentes, facilitando un manejo por bandas; o estar adaptadas a cada etapa, dividiendo el espacio en área de reproducción y área de engorda. La alimentación tiende a ser a base de pelletizado y el abreviamiento se facilita a los animales por medio de un chupón unido a un sistema de distribución de agua y un depósito. El manejo de residuos se hace por medio de fosas limpiadas periódicamente ubicadas bajo las jaulas. El conejo producido bajo este sistema es apto para su venta al público.

Tecnificada: Son granjas fijas compuestas por cuatro paredes y un techo fabricados de un material aislante, con ventanas dispuestas en los laterales; por lo general son instalaciones que emplazan más de 200 hembras por lo que requiere del uso de sistemas activos de calefacción para mantener un ambiente confortable al interior, el sistema de reproducción es por bandas, generalmente por medio de inseminación artificial con las implicaciones de infraestructura propias de la técnica. La alimentación se realiza por medio de un tornillo sinfín acoplado a una tolva. Estas instalaciones son más rentables pero consumen una cantidad mayor de energía.

Dado que el consumo de energía y el costo y mantenimiento de los equipos repercute en la rentabilidad de la granja, especialmente en la cunicultura de traspatio, resulta importante utilizar estrategias que simplifiquen el mantener las condiciones ambientales ideales al interior de la granja.

Aspectos ambientales de la cunicultura

Para alcanzar el máximo potencial de una explotación cunícola se requiere mantener un control sobre los estímulos que reciben los animales, estos estímulos pueden provenir del manejo del cunicultor y/o de las condiciones ambientales; las primeras tienen que ver con la capacitación y experiencia del cunicultor y las segundas con el control de la temperatura, humedad y velocidad del viento.

La temperatura ejerce un peso importante en la cunicultura. El conejo resiste bastante bien las bajas temperaturas (Hasta 5 °C) a diferencia de las altas temperaturas, pues sus glándulas sudoríparas no funcionan (Lebas, 1996), entonces el animal regula su temperatura corporal variando su comportamiento; así ante bajas temperaturas (Menores a 10 °C) aumenta el consumo de alimento, disminuye su consumo de agua y adopta una posición encogida similar a una bola; mientras que a altas temperaturas (Superior a 25 °C) disminuye la ingesta de alimento, aumenta el consumo de agua, aumenta la respiración y el animal adopta una posición estirada. A temperaturas superiores de 30°C se disminuye el libido en conejas (Contreras, 2013), a 33°C disminuye el volumen y la concentración de las eyaculaciones del macho (Contreras, 2015), a 35 °C los animales no pueden regular su temperatura y padecen hipertermia (Lebas, 1996), y a temperaturas mayores de 40 °C el animal muere por shock térmico (Marzoni & Mori, 1992). La temperatura de cría ideal se encuentra entre los 12 °C y los 18 °C (Gómez & Ramirez, 2016)

Para el buen funcionamiento del sistema respiratorio del conejo se requiere una humedad no menor al 50% (Pérez, 1992), humedades superiores al 70% producen enfermedades en las vías respiratorias y aparición de hongos en orejas y piel (Marzoni & Mori, 1992). La humedad idónea se encuentra entre el 60% y 70% (SENASICA - SAGARPA, 2015).

La velocidad del viento es un factor que afecta en gran medida al confort, ya que la renovación continua del aire que rodea un cuerpo provoca una sensación de frío descargando el calor del cuerpo hacia el aire en movimiento, los conejos son muy susceptibles a estos cambios en la velocidad del viento debido a que regularmente se encuentran en jaulas elevadas que provocan que prácticamente todo el cuerpo del conejo se encuentre en contacto con las ráfagas de viento; por otra parte, la ventilación derivada de la velocidad del viento y la disposición de las aberturas determinará la concentración de gases derivados de la descomposición de las deyecciones. En todo caso la velocidad del viento no deberá superar nunca los 0.6 m/s (SENASICA - SAGARPA, 2015).

Si una explotación cunícola busca producir conejo durante todo el año, debe mantenerse dentro de los rangos ambientales ya mencionados, independientemente de las variaciones estacionales del clima (Escobar, 2012), esto ocasiona que el cunicultor deba de valerse de medios o artificios para este fin.

Arquitectura bioclimática

La arquitectura bioclimática consiste en proyectar o construir un refugio considerando la interacción de los elementos meteorológicos con la construcción, a fin de que sea esta misma la que regule los intercambios de materia y energía con el medio ambiente, y propicie las condiciones que determinan la sensación de bienestar térmico en el interior (Morillón & Edeza, 2014).

La meteorología considera las condiciones ambientales en un lugar e instante determinado, estas manifestaciones a lo largo del tiempo en un lugar cualquiera determinan su clima característico. El clima por otro lado, representa el comportamiento estadístico de las condiciones ambientales a lo largo de un periodo de tiempo. Los elementos del clima que son de interés para el diseño arquitectónico son: Temperatura, humedad, radiación solar y viento.

Sistemas de climatización

Los sistemas de climatización se pueden clasificar según los recursos que utilizan para operar, Morillón & Edeza (2014) propone dividirlo en tres tipos como muestra la tabla 1.

Sistema de climatización	Características
Pasivos	Usan únicamente el medio ambiente como recurso y aprovechan algunos fenómenos físicos tales como la inercia térmica de los materiales o el cambio de densidad del aire en relación a la temperatura para mantener las condiciones de confort.
Activos	Cuándo no es posible mantener las condiciones de confort con el uso de sistemas pasivos se requiere del apoyo de sistemas mecánicos y de calefacción que aumente y/o redirija el flujo de energía en la cantidad y el momento necesarios y solo se justifica su empleo cuando produzcan un mejor funcionamiento del sistema a pesar de su costo y energía de operación.
Híbridos	Es la combinación de sistemas activos y pasivos, y se emplea en climas extremos donde los sistemas pasivos por sí solos no pueden mantener el confort térmico.

Tabla 1. Clasificación de los sistemas de clasificación según los recursos que utilizan

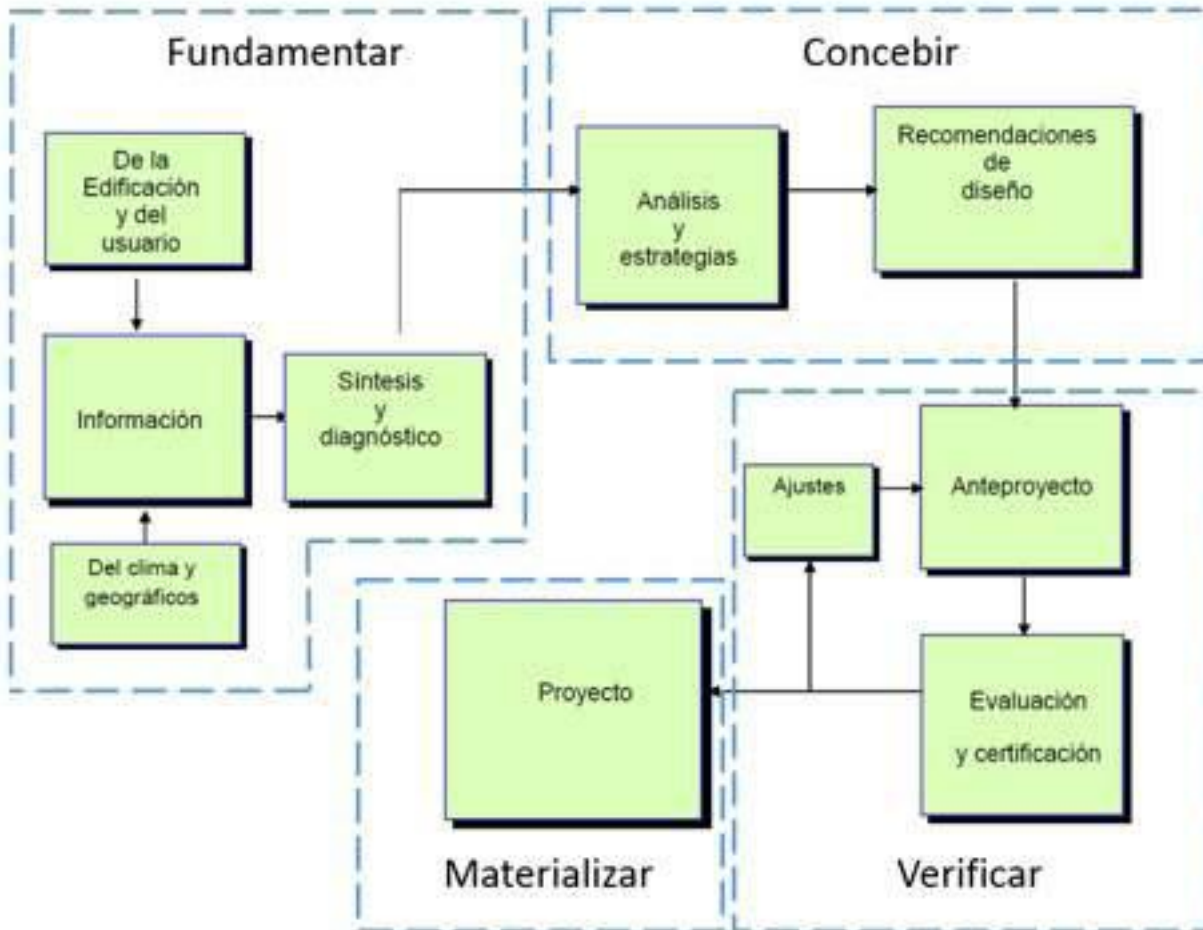
Algunas de las estrategias de climatización pasiva son entre otros: planear o modificar la orientación de las fachadas, el uso de sombreadores y la inercia térmica de los materiales, el efecto invernadero, el emplazamiento de cuerpos de agua o vegetación, la construcción de dobles muros, entre otros; además el efecto que tiene la forma misma de la envolvente en el mantenimiento del clima interior para sus ocupantes (Araujo, 2012).

Es altamente recomendable contemplar el uso de sistemas pasivos puesto que usan elementos de la edificación misma, requieren un mínimo de mantenimiento, pero tienen la desventaja de requerir un análisis exhaustivo del clima y ubicación del lugar, además de conocer las actividades a las cuales será destinada la construcción.

METODOLOGÍA

Entre las metodologías para diseño bioclimático se tienen principalmente las de Olgyay (1963), Givoni (1976), y Tudela (1982) que aportan una serie de diagramas que mucho más tarde adapta Morillón (1996, 1999, 2000, 2010) a una metodología considerando de manera lineal los pasos a seguir y hace hincapié en algunas recomendaciones para pasar del cúmulo de datos climáticos a gráficos más fáciles de interpretar.

El proceso de diseño para Morillón & Edeza (2014) se compone de 4 etapas que se pueden observar en la figura 2 y que describe de la siguiente manera: a) Fundamental: como una actividad que categoriza como epistémica e implica investigar, organizar, inquirir, organizar, diagnosticar, entre otras; b) Concebir: como una actividad decididamente poética en la que se involucra la creatividad del mismo diseñador; c) Verificar: con una actitud científica y d) Materializar: como una actividad eminentemente tecnológica.



El análisis bioclimático comprende las etapas de "Fundamental" y "Concebir". A continuación se presentan de manera lineal los pasos para llevar a cabo el análisis bioclimático como lo describen Morillón & Edeza (2014).

Figura 2. Metodología para el diseño climático de edificios (Tomado de: Morillón, 2014. Modificado por Correa, 2016).

Información General

En la figura 3 podemos observar los datos que se deben de obtener con el fin de contar con toda la información general para poder realizar la síntesis y diagnóstico.

- Sobre la edificación y el usuario

En la actividad cunícola se pueden percibir dos usuarios: el conejo y el cunicultor. Para conocer de primera mano las necesidades de ambos el 21 de junio de 2016 se implementó un pequeño módulo cunícola en campus Amazcala de la facultad de ingeniería. El objetivo de esta implementación obtener experiencia en la cría de los animales y las actividades propias de una granja desde el punto de vista del cunicultor. El módulo está compuesto por un módulo multipropósito Ecus con reposa-patas marca Extrona, 2 módulos de jaulas innova 1500/6 M y una jaula tipo americana, estas últimos de la marca Comprovet; todo equipado con recolección de residuos mediante charola, comederos tipo tolva y abreviamiento por chupón. Se mantuvieron 7 hembras y un macho raza Nueva Zelanda, donación del módulo cunícola de la facultad de Ciencias Naturales; y un macho semental raza Chinchilla proveniente del Centro Nacional de Cunicultura, en Irapuato, Gto. Los animales fueron alimentados con pelletizado "Conejo Ganador" de Malta Cleyton.

El módulo cunícola sigue funcionando en condiciones normales hasta la fecha de redacción de este artículo.

Esta experiencia permite comprender los retos prácticos de la cunicultura y conjuntarlos con la investigación teórica para definir los aspectos sobre la edificación y el usuario que Morillón & Edeza (2014) proponen para la fase de "Información general":



Figura 3. Información general

(Tomado de: Morillón & Edeza, 2014. Modificado por Correa, 2016).

Actividad de los ocupantes: Los ocupantes son los animales y el cunicultor. En cuanto a los animales, se encuentran confinados en sus jaulas, la mayor parte del tiempo se encuentran echados de lado o mordiendo la jaula, sus actividades se limitan únicamente a comer alimento pelletizado de las tolvas, beber agua de los chupones dispuestos en la jaula y durante las mañanas, realizar la cecotofia. El cunicultor por su parte realiza la inspección general, recolección y manejo de residuos, distribución de alimento y agua, el manejo reproductivo y mantenimiento general de los equipos.



Figura 4. Ubicación del predio para granja cunícola dentro de la Universidad.

Tipo y horario de uso de la edificación: La edificación será usada en todo momento por los animales y por el cunicultor durante una hora aproximadamente por las mañanas y durante una hora por la tarde, ocasionalmente hará visitas para inspeccionar el estado de los animales y equipos.

Ubicación y topografía del predio: El predio se ubica en el extremo noroeste de la facultad de ingeniería del campus Amazcala de la universidad Autónoma de Querétaro (Figura 4).

- Del clima del lugar

Morillón & Edeza (2014) recomiendan usar las mediciones de todo un año de temperatura del aire, radiación solar, humedad relativa del aire, dirección y velocidad del viento del lugar donde se planea construir. Estos datos se obtuvieron de una estación meteorológica instalada en el campus Amazcala desde hace algunos años, logrando recuperar los datos históricos de 2013, 2014 y 2015. Únicamente no se lograron recuperar las mediciones de radiación solar para 2015 ya que el sensor sufrió un daño por lo que en lo consecuente se omitirá lo relativo a este parámetro.

- Localización geográfica
 Latitud: 20.75° Norte
 Longitud: 100.26 Oeste
 Altitud: aprox. 2550 msnm

Síntesis y diagnóstico

En esta fase Morillón & Edeza (2014) mencionan la importancia de interpretar los datos de una manera gráfica, ya que se debe construir un archivo de condiciones climáticas horarias del lugar. El archivo se organiza en 12 columnas correspondientes a los meses y 24 filas, en las que cada valor corresponde a la temperatura/humedad/velocidad del viento promedio de cada hora, desde la 1:00 hasta las 24:00 horas. Estas tablas forman parte de las cartas bioclimáticas que entre otras herramientas nos permitirán emitir un diagnóstico.

El análisis y ordenamiento de los datos se realizó en una hoja de cálculo de Excel, donde además se agregaron colores a las celdas mediante formato condicional para así observar de manera gráfica dónde se encuentran los periodos donde los valores alcanzan su máximo y mínimo y así tener una idea más clara del comportamiento del clima en el lugar.

	<u>Ene</u>	Feb	Mar	<u>Abr</u>	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	<u>Dic</u>
0	10.36	11.20	12.43	17.52	17.06	17.19	16.25	17.97	17.28	15.90	14.25	10.44
1	9.39	10.03	11.70	16.06	16.31	16.58	15.83	17.31	16.75	15.25	13.68	9.59
2	8.64	9.05	10.96	14.66	15.55	16.03	15.35	16.56	16.24	14.61	13.24	9.06
3	7.95	8.38	10.37	13.45	14.95	15.63	14.84	15.94	15.72	14.04	12.77	8.70
4	7.45	7.63	9.66	12.63	14.31	15.14	14.51	15.24	15.40	13.48	12.28	8.39
5	6.86	6.98	9.25	12.07	13.68	14.58	14.13	14.64	15.14	12.93	11.69	8.10
6	6.21	6.59	8.97	11.62	13.24	14.07	13.86	14.01	14.74	12.49	11.42	7.63
7	5.80	6.25	8.94	11.16	12.89	13.73	13.80	13.59	14.40	12.21	11.50	7.45
8	7.15	8.19	11.32	12.17	14.21	14.98	15.24	13.38	14.67	12.36	12.92	8.26
9	10.77	12.54	14.58	15.98	17.33	17.21	17.14	13.52	16.53	14.51	14.98	10.80
10	14.08	15.60	17.12	19.22	20.03	18.98	19.12	14.91	18.55	16.90	17.19	13.96
11	16.66	17.83	18.83	21.59	22.22	20.73	20.91	17.43	20.45	18.75	19.29	16.32
12	18.53	19.52	20.21	23.32	24.00	22.29	22.28	19.67	21.90	20.21	21.26	18.22
13	19.84	20.81	21.39	24.73	25.38	23.62	23.32	21.41	23.19	21.45	22.77	19.76
14	20.60	21.76	21.89	25.93	26.27	24.73	24.09	22.71	24.34	22.53	23.64	20.90
15	21.09	22.27	21.98	26.73	26.91	25.45	24.89	23.99	24.79	23.27	24.14	21.46
16	21.03	22.19	21.52	27.07	26.29	25.60	24.79	24.96	24.90	23.74	23.78	21.13
17	20.37	21.53	21.01	26.67	25.78	25.04	24.22	25.27	24.84	23.67	22.57	20.06
18	18.35	19.96	19.51	26.16	25.32	24.03	22.68	24.86	24.40	22.72	20.35	17.85
19	16.12	17.78	17.50	24.83	23.60	22.48	20.73	23.93	22.68	21.32	18.50	15.83
20	14.84	16.26	15.99	22.65	21.53	20.91	18.75	22.64	20.92	19.43	17.36	14.45
21	13.74	14.79	15.04	20.78	19.94	19.40	17.90	21.20	19.76	18.61	16.39	13.21
22	12.57	13.53	14.19	19.76	18.71	18.51	17.53	19.73	18.91	18.00	15.57	12.10
23	11.36	12.58	13.31	18.78	17.80	17.81	16.87	18.59	18.09	16.89	14.83	11.20

Tabla 2. Temperatura promedio por hora a lo largo de un año en el campus Amazcala de la Universidad Autónoma de Querétaro.

En la tabla 2 podemos observar el comportamiento de la temperatura a lo largo del año. Tomando en cuenta el bienestar del conejo las celdas en rojo representan incomodidad por altas temperaturas y las celdas azules incomodidad por bajas temperaturas, las celdas en color verde indican las zonas donde existe bienestar.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0	74.21	69.36	78.67	64.69	78.01	80.40	82.71	74.78	81.58	74.21	83.89	79.42
1	77.51	73.44	80.78	70.48	81.05	82.72	84.14	77.48	82.82	77.51	84.59	81.23
2	80.23	76.39	82.86	75.36	83.39	84.80	85.03	79.74	84.02	80.23	84.51	82.11
3	81.93	77.89	84.41	79.33	85.27	86.03	85.16	81.61	84.59	81.93	84.49	82.82
4	83.30	79.85	85.68	81.88	86.69	86.84	84.91	82.93	84.47	83.30	83.98	83.45
5	84.31	81.70	86.71	82.96	87.39	87.73	84.86	83.60	83.99	84.31	82.97	84.04
6	85.41	83.75	87.06	84.07	87.70	88.19	84.42	83.96	83.60	85.41	81.18	84.39
7	86.05	84.58	87.06	85.20	87.82	88.36	83.49	83.88	82.89	86.05	79.26	83.98
8	84.93	82.15	83.97	85.35	86.76	87.22	82.16	83.30	81.46	84.93	76.98	82.25
9	77.36	69.88	74.31	75.51	80.88	80.98	79.90	83.17	81.31	77.36	78.93	80.11
10	67.11	59.33	64.75	64.08	70.27	74.40	76.48	79.80	79.51	67.11	77.09	74.34
11	58.04	51.27	57.69	54.52	60.77	67.50	70.00	78.10	72.09	58.04	69.98	67.56
12	51.27	44.59	51.96	47.76	52.06	60.18	64.27	71.24	65.08	51.27	61.28	59.60
13	45.84	40.40	47.21	42.58	45.78	53.97	59.12	63.18	59.11	45.84	53.77	52.64
14	42.39	35.61	44.76	38.07	41.24	50.11	55.80	57.46	54.25	42.39	49.54	48.34
15	39.71	33.54	44.46	34.94	38.56	47.12	52.49	52.27	52.17	39.71	46.42	45.97
16	38.97	33.94	46.09	33.74	40.82	46.58	51.19	48.21	51.10	38.97	46.74	45.90
17	40.03	35.58	47.83	34.00	43.01	48.10	52.54	47.37	51.61	40.03	50.38	48.67
18	45.98	39.36	52.13	34.58	44.77	52.67	58.07	48.48	53.21	45.98	58.21	55.06
19	53.10	46.55	58.61	37.75	51.07	58.81	65.37	51.76	58.97	53.10	66.32	60.81
20	57.98	52.59	64.51	45.53	60.22	64.33	73.50	56.63	65.71	57.98	72.13	65.17
21	62.32	57.01	69.16	52.55	65.95	71.15	75.85	62.60	71.69	62.32	76.29	69.17
22	66.57	61.52	73.55	56.22	71.19	75.64	77.33	68.89	75.75	66.57	79.05	73.69
23	70.47	65.08	76.82	60.26	74.59	78.46	79.49	72.36	79.05	70.47	81.20	77.15

Tabla 3. Humedad promedio por hora a lo largo de un año en el campus Amazcala de la Universidad Autónoma de Querétaro.

En la tabla 3 podemos observar el comportamiento de la humedad a lo largo del año. Tomando en cuenta el bienestar del conejo las celdas en azul representan incomodidad por baja humedad y las celdas verdes incomodidad por alta humedad, las celdas en color amarillo indican las zonas donde existe bienestar.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0	0.51	0.24	0.37	0.49	0.60	0.79	0.53	1.19	0.37	0.84	0.52	0.22
1	0.57	0.29	0.26	0.27	0.35	0.46	0.46	0.79	0.25	0.59	0.46	0.31
2	0.57	0.20	0.22	0.25	0.26	0.32	0.39	0.55	0.18	0.43	0.54	0.36
3	0.45	0.12	0.17	0.13	0.20	0.17	0.24	0.39	0.14	0.36	0.46	0.26
4	0.38	0.14	0.18	0.08	0.10	0.13	0.19	0.21	0.09	0.17	0.37	0.11
5	0.44	0.14	0.22	0.10	0.03	0.09	0.25	0.10	0.06	0.16	0.41	0.28
6	0.43	0.28	0.21	0.11	0.06	0.12	0.26	0.10	0.07	0.21	0.45	0.51
7	0.44	0.24	0.22	0.08	0.02	0.03	0.23	0.16	0.09	0.27	0.44	0.50
8	0.49	0.20	0.33	0.17	0.05	0.08	0.39	0.19	0.11	0.24	0.54	0.48
9	0.79	0.77	0.61	0.42	0.19	0.36	0.49	0.13	0.35	0.64	1.06	0.53
10	1.08	1.54	1.24	0.83	0.60	0.80	0.64	0.22	0.84	1.09	1.41	0.78
11	1.76	2.21	1.70	1.17	1.03	0.91	0.91	0.73	0.93	1.35	1.48	1.06
12	1.98	2.41	2.13	1.59	1.24	0.96	0.92	0.90	1.15	1.63	1.45	1.42
13	2.30	2.44	2.39	1.81	1.47	1.11	1.08	1.25	1.23	1.83	1.67	1.65
14	2.30	2.47	2.47	2.03	1.60	1.22	1.24	1.42	1.30	1.85	1.59	1.79
15	2.15	2.30	2.56	2.13	1.67	1.36	1.44	1.35	1.45	1.83	1.80	1.95
16	2.05	2.32	2.65	2.23	1.96	1.54	1.76	1.51	1.56	1.93	1.96	2.09
17	1.94	2.38	2.47	2.38	1.85	1.91	1.89	1.73	1.63	2.19	2.04	1.86
18	1.55	1.96	2.23	2.39	1.64	2.47	2.20	2.00	1.84	2.34	1.92	1.35
19	1.53	1.63	1.88	2.03	1.97	2.60	2.42	2.21	1.81	2.30	1.92	1.06
20	1.24	1.57	1.22	1.37	1.70	2.49	1.98	2.50	1.86	2.18	1.72	0.82
21	0.83	1.00	0.96	1.14	1.27	2.13	1.32	2.50	1.88	1.72	1.13	0.67
22	0.68	0.59	0.80	0.95	0.92	1.69	1.02	2.09	1.21	1.34	0.56	0.57
23	0.59	0.40	0.80	0.68	0.73	1.09	0.90	1.64	0.71	1.15	0.54	0.37

Tabla 4. Velocidad del viento promedio por hora a lo largo de un año en el campus Amazcala de la Universidad Autónoma de Querétaro.

En la tabla 4 podemos observar el comportamiento de la velocidad del viento a lo largo del año. Tomando en cuenta el bienestar del conejo las celdas en rojo representan riesgo de afectaciones a las vías respiratorias de los animales y las celdas verdes una velocidad del viento aceptable.

En la figura 5 se puede observar la dirección dominante de los vientos a lo largo del año.

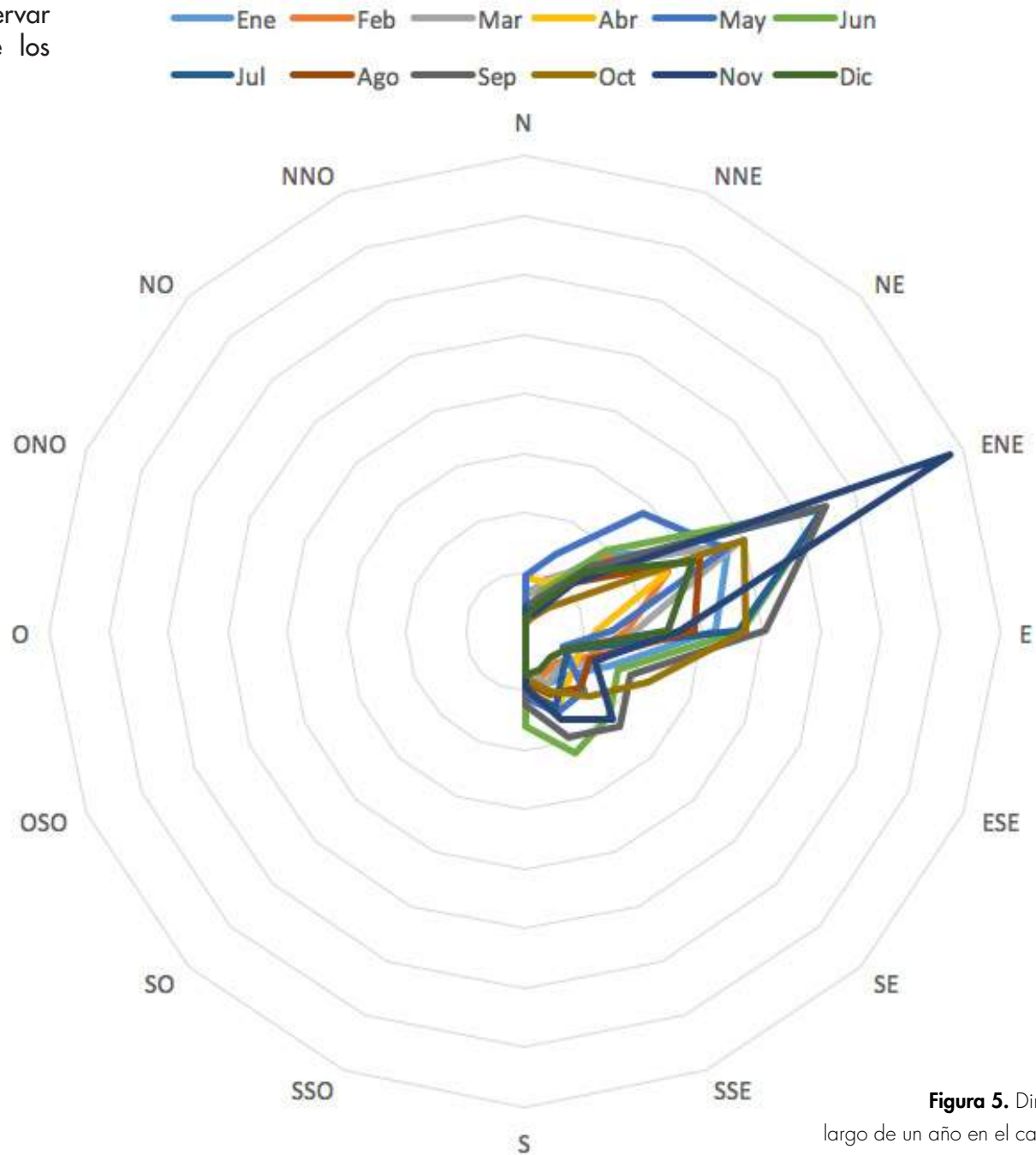


Figura 5. Dirección del viento a lo largo de un año en el campus Amazcala de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Diagrama bioclimático de Givoni

El diagrama bioclimático de Givoni (Figura 6) nos permite ubicar mediante los parámetros de humedad y temperatura dónde se encuentra una determinada hora respecto al confort térmico y propone además una estrategia de climatización pasiva que ayuda a emitir un diagnóstico.

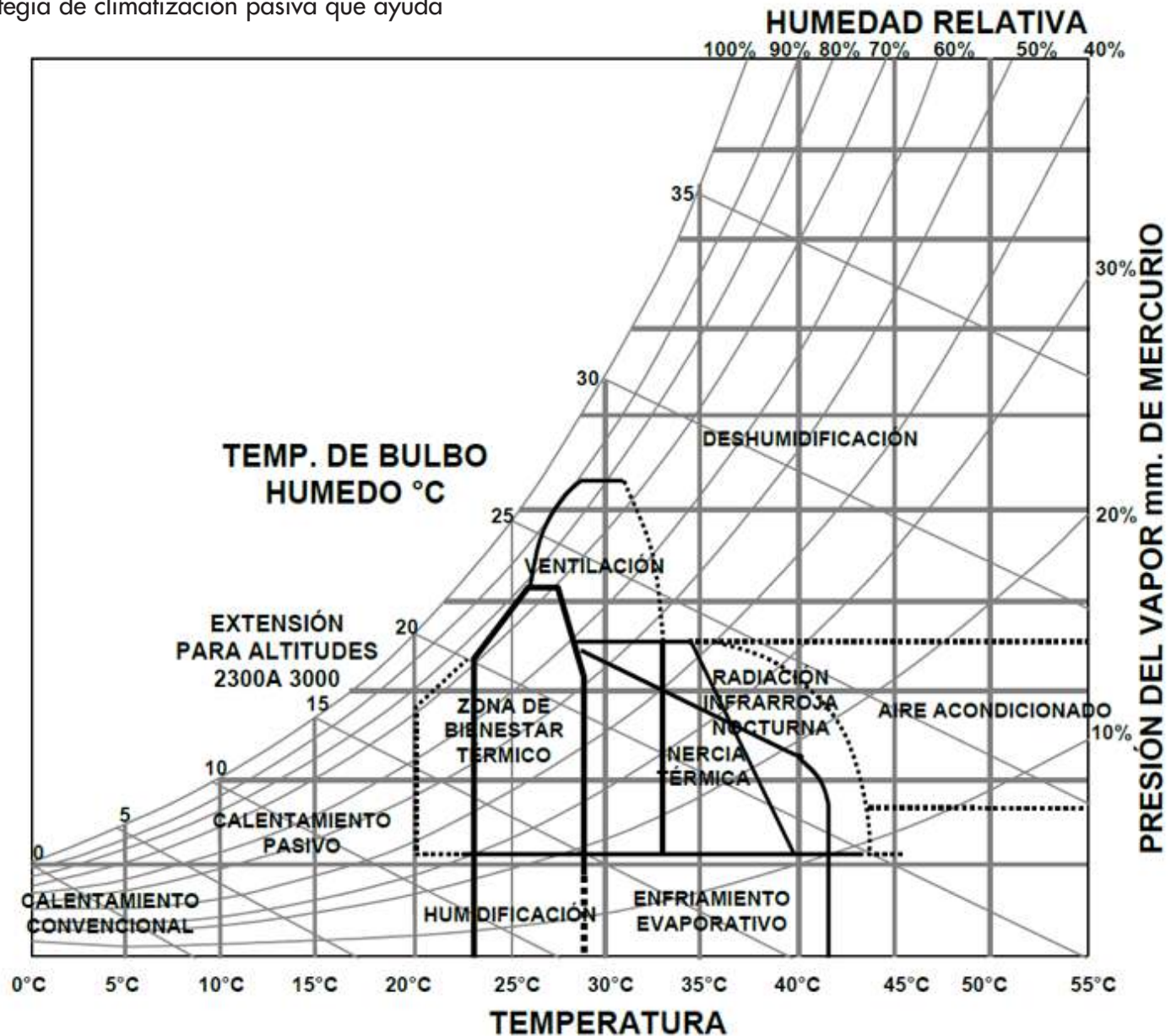


Figura 6. Diagrama bioclimático de Givoni

(Tomado de Morillón, 2014)

Para aplicar la herramienta basta con ubicar todos los puntos de las diferentes horas de un mes en el diagrama y observar cuál es la recomendación emitida por la herramienta. En la figura 7 se muestra el análisis para el mes de abril para el campus Amazcala de la Universidad Autónoma de Querétaro.

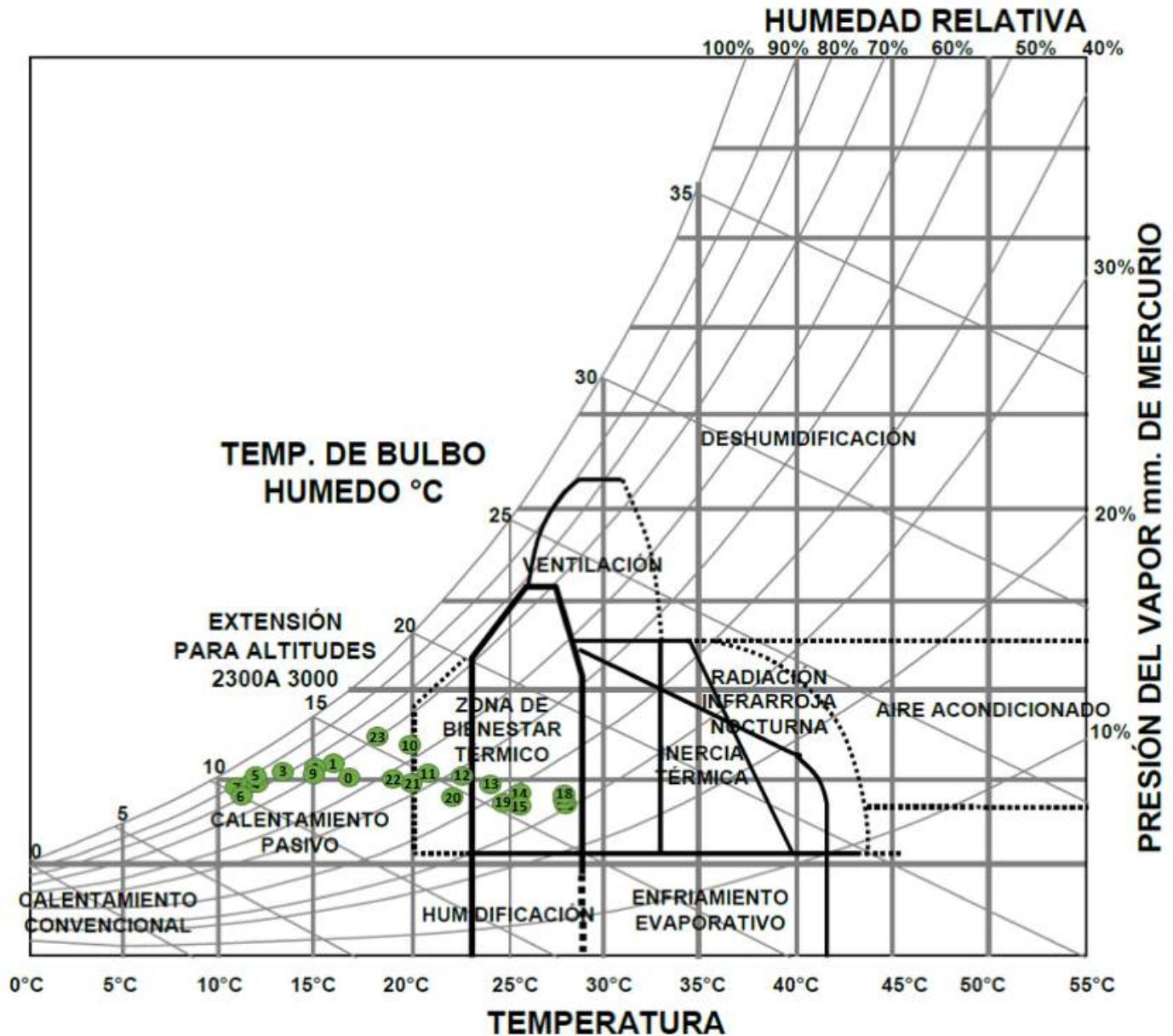


Figura 7. Diagrama bioclimático de Givoni para el mes de abril en el campus Amazcala de la Universidad Autónoma de Querétaro.

RESULTADOS

Una vez obtenidas las cartas bioclimáticas y los diagramas bioclimáticos de Givoni para todos los meses se realiza una tabla de isorequerimientos (Tabla 5 y 6) en la cual se toma como base las condiciones de confort del conejo, en conjunto con los análisis de temperatura, velocidad del viento y humedad se establece un diagnóstico para cada zona y se propone una estrategia de climatización. Morillón & Edesa (2014) proponen algunas estrategias que pueden servir de guía para emitir un diagnóstico posterior más específico.

<u>Resultado</u>	<u>Estrategia pasiva de climatización</u>
<u>Confort</u>	<u>Zona de confort térmico</u>
<u>Frío</u>	<u>Calentamiento pasivo</u>
<u>Frío intenso</u>	<u>Minimizar pérdida de calor</u>
<u>Calor intenso</u>	<u>Ventilación natural</u>
<u>Calor intenso</u>	<u>Zona de ventilación o aislamiento</u>

Tabla 5. Algunas estrategias pasivas de climatización

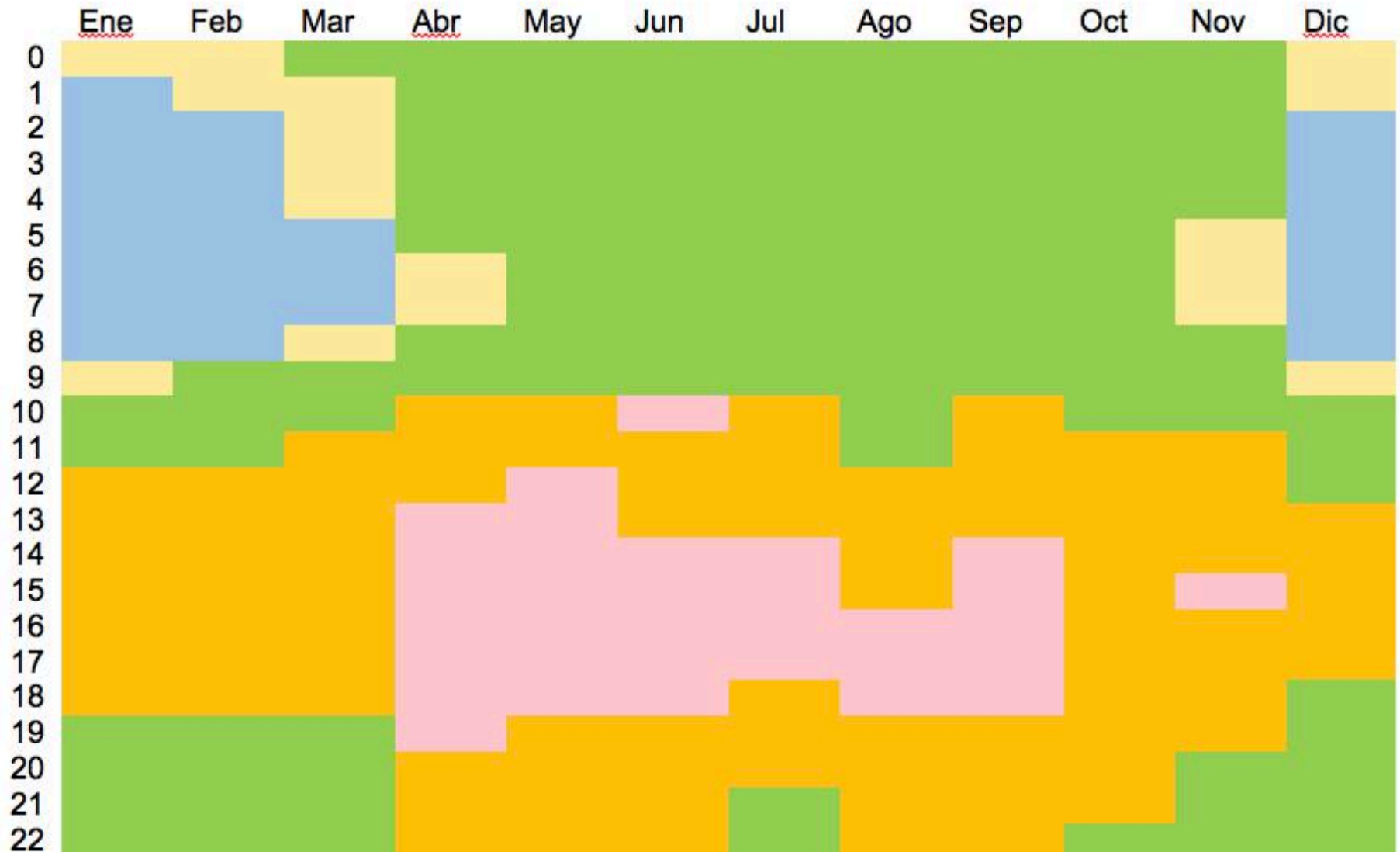


Tabla 6. Tabla de isorequerimientos.

Para facilitar el análisis de la información se propone un código de colores con el fin de observar de manera clara el cambio de condiciones de confort según el mes y la hora del día.



Figura 5. Orientación de la granja en base a la recomendación de González (2016).

Se toma como base la recomendación de González (2016) de emplazar la granja con dirección noreste. En la figura 9 se puede observar un diagrama de cómo quedaría orientada la granja.

Analizando las cartas bioclimáticas y la tabla de isorequerimientos es posible deducir que diciembre, enero y febrero son los meses más fríos, de abril a julio son los meses los más calurosos y de abril a noviembre desde las 22:00 hasta las 9:00 am las condiciones de ambientales son ideales para la cunicultura por lo que se puede usar una envolvente ligera que únicamente proteja a los animales de los depredadores y mantener las ventanas abiertas para propiciar la renovación del aire y evitar la concentración de gases.

De diciembre a febrero solo antes de las 8:00 am las bajas temperaturas y las humedades altas producen una sensación

de frío intenso, para mitigar esto se proponen dos estrategias, determinadas por la presencia de los rayos solares:

1) Minimizar la pérdida de calor y aumentar inercia térmica: Durante las últimas horas de los días de estos meses mantener al mínimo la ventilación (Sin permitir la acumulación excesiva de gases) para evitar la pérdida de calor por la renovación del aire y se recomienda el uso de materiales con elevada inercia térmica en la fachada suroeste, una solución adoptada regularmente consiste en la construcción de jardineras altas o muros gruesos, en este caso se pueden usar los desechos de los animales colocados en recipientes y expuestos a los rayos solares dispuestos a lo largo de esta fachada.

2) Calentamiento pasivo: Consistiría en captar los rayos solares durante las primeras horas del día, incluso aprovechando el efecto invernadero. Aprovechando el bajo ángulo solar propio de estos meses. La implementación consistiría en no interponer barreras opacas entre los rayos solares y el interior en las ventanas de la fachada sureste.

Igualmente en estos meses fríos las temperaturas entre las 8:00 y las 20:00 no son preocupantemente altas.

Desde abril hasta septiembre entre las 13:00 y las 18:00 hay altas temperaturas combinadas con bajas humedades lo que produce una sensación de calor intenso por lo que mantener las ventilaciones abiertas al máximo es indispensable, y se recomienda el uso de una ventana cenital para favorecer la renovación del aire; además se deberá colocar un escudo térmico en la fachada y sección del techo noroeste, este escudo térmico consiste en la colocación de un material que aisle térmicamente el interior del exterior, evitando el sobrecalentamiento del aire que se encuentra en contacto con el interior de la envolvente.

La dirección del viento es determinante para el diseño de las ventanas laterales y cenitales. Dado que la dirección predominante del viento es la Noreste - Este y la función de la ventana cenital es extraer el calor del interior se coloca de manera que el viento no incida directamente en ella, por lo que se recomienda colocarla en dirección a la fachada sureste. En el caso de las ventanas laterales, se colocaran de manera longitudinal y en ambos lados de la estructura, con la consideración de que la ventana de la fachada noroeste sea de menor dimensión que la sureste para impedir que entren ráfagas de viento provenientes del oeste.

CONCLUSIONES

Para la cunicultura, el confort térmico de los animales juega un rol vital puesto que se encuentra estrechamente ligado a la salud de los mismos y su comportamiento reproductivo y alimenticio. Este hecho es ampliamente conocido, pero los textos sobre cunicultura se limitan únicamente a mencionarlos y dar recomendaciones generales para la construcción de la granja; por esto el análisis bioclimático en conjunto con su metodología es una herramienta valiosa para los actuales y futuros cunicultores

Para la instalación de una explotación cunícola con su correspondiente análisis bioclimático es indispensable contar con los datos históricos del clima de la región específica donde se emplazará la granja. En caso de no contar con estos datos, la implementación de cualquier emprendimiento cunícola debe anticiparse al menos un año, e iniciar con la instalación de una estación meteorológica en la zona.

Por otra parte, la aplicación de la metodología y el análisis de los datos climáticos por medio de hojas de cálculo de Excel, permite usar los mismos archivos con diferentes datos de entrada para obtener análisis particulares de distintas zonas.

REFERENCIAS

- Araújo, M. & Peterson, A. (2012). Uses and misuses of bioclimatic envelope modeling. *Ecology*, 93(7), 1527-1539. <http://dx.doi.org/10.1890/11-1930.1>
- Contreras, M. (2013). Factores en el manejo de los conejos reproductores que inciden sobre la producción. In: IX Encuentro nacional de cunicultura. México, México.
- Contreras, M. (2015). Factores en el manejo de conejos reproductores que inciden sobre la reproducción. In XII Encuentro nacional de cunicultura. Querétaro, Querétaro.
- Escobar, L. (2012). Costos de producción y capital de trabajo. In X Congreso nacional de cunicultura. Oaxaca de Juárez, Oaxaca.
- Ferrer, P. & A., J. (1985). *El arte de criar conejos y otros animales* (1st ed.). España: Aedos.
- Givoni, B. (1969). *Man, climate, and architecture* (1st ed.). Amsterdam: Elsevier.
- Gómez, G. & Ramirez, D. (2016). *Manual de cunicultura básica*. Querétaro: Fundación produce Querétaro A.C.
- González, D. (2016). Visita al centro nacional de Cunicultura. Centro Nacional de Cunicultura, Irapuato, Gto.
- Lebas, F. (1996). *El conejo* (1st ed.). Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Marzoni, M. & Mori, B. (1992). Factores estresantes y comportamiento del conejo. (*Conigliocultura*, 29(2), 19 - 23. Retrieved from https://ddd.uab.cat/pub/cunicultura/cunicultura_a1992m4v17n96/cunicultura_a1992m4v17n96p95.pdf
- Morillón, D. (1996). Diseño bioclimático, una arquitectura adecuada al clima. *Enlace*, 7.
- Morillón, D. (1999). Arquitectura bioclimática en México. *Revista Del Taller Internacional De Arquitectura Bioclimática*.
- Morillón, D. (2000). Metodología para diseño bioclimático. In *Millenium forum solar*. México: International Solar Energy Society y ANES.
- Morillón, D. & Edeza, C. (2014). Arquitectura bioclimática. In *XXXVIII Semana nacional de energía solar*. Querétaro: Instituto de ingeniería UNAM.
- Olgay, V. (1963). *Design with climate* (1st ed.). Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- Pérez, J. (1992). Aspectos bioclimatológicos en la explotación de conejo. *Nuestra Cabaña*, 3, 12 -17.
- Sala de prensa SAGARPA,. (2015). *SAGARPA impulsa la cunicultura como alternativa alimentaria y generadora de empleos en el campo*. Retrieved from <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/2012/Paginas/2015B026.aspx>
- SENASICA - SAGARPA (2015). *Manual de buenas prácticas de producción de carne de conejo*. Querétaro: SENASICA - SAGARPA.
- Tudela, F. (1982). *Ecodiseño* (1st ed.). México: UAM, Unidad Xochimilco.