

Análisis de condiciones higrotérmicas para las gallinas de postura en el estado de Oaxaca

Luis Ángel Rosario Díaz^{1§}
Rafael Alavéz Ramírez¹
Magdaleno Caballero Caballero¹
Fernando Chiñas Castillo²
José Luis Montes Bernabé¹
María Eugenia Silva Rivera¹

¹Instituto Politécnico Nacional- CIIDIR Unidad Oaxaca, Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, Municipio de Santa Cruz Xoxocotlán CP. 71230, Oaxaca. Tel: (951) 517 0610 Ext. 82700. (arrafael@yahoo.com.mx; mcaballero@gmail.com; mbernabejoseluis@yahoo.com.mx, marusr@yahoo.com). ²Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Oaxaca, Departamento de Ingeniería Mecánica, Calz Tecnológico No. 125, CP. 68030, Oaxaca, Oaxaca. Tel. (951) 50 15016. (fernandochinas@gmail.com).

§Autor para correspondencia: ing.luisangelrosariodiaz@gmail.com.

Resumen

Para el diseño pasivo y la ubicación de una granja avícola se requiere conocer el régimen térmico del ambiente y el de las gallinas de postura. Las condiciones extremas pueden ocasionar la muerte por estrés calórico a las aves además de una importante baja en la producción. El objetivo de este trabajo fue elaborar el análisis estadístico del polígono de confort horario de las gallinas de postura con base a el índice de temperatura y humedad (ITH), para los 9 bioclimas en el estado de Oaxaca. Inicialmente se recabaron datos bibliográficos para determinar la zona de confort térmico y los ITH óptimos. Posteriormente, se determinó que se cumple con los rangos propuestos por todos los autores para una mejor producción con los valores de temperatura de confort para las gallinas, en el rango entre 18 °C - 22 °C y humedad relativa entre 60% - 70%. Después se realizó un análisis horario de las condiciones higrotérmicas en las que se encuentra el ave mediante el cálculo del ITH horario. Los resultados muestran que las gallinas de postura presentan una condición higrotérmica de emergencia y de peligro durante el año en la siguiente proporción: bioclima cálido 20.14% en condición de emergencia y 32.99% en condición de peligro; bioclima cálido húmedo 4.86% en condición de emergencia y 38.54% en condición de peligro; bioclima cálido seco en 1.74% en condición de emergencia y 18.75% en condición de peligro.

Palabras clave: condiciones higrotérmicas de confort de las gallinas de postura, estrés calórico, índice de temperatura y humedad (ITH) de las gallinas de postura.

Recibido: abril de 2018

Aceptado: julio de 2018

Introducción

En cualquier tipo de explotación avícola, ya sea de pollos de engorda, ponedoras de huevos comerciales, reproductoras, o cualquiera en donde se trabaje con aves vivas, los factores ambientales que tienen influencia determinante son la temperatura, la humedad relativa, la ventilación y la iluminación (Vaca, 2003). La temperatura y humedad son los factores más influyentes (Sedat *et al.*, 2007; Ajakaiye *et al.*, 2011; Guevara *et al.*, 2013). Contar con los requerimientos ambientales adecuados permitirá el crecimiento del ave, reducción del estrés, producción de huevo, mejoramiento de la fertilidad y la eficiente transformación del alimento (Weaver, 2002b). Las gallinas de postura no se adaptan bien a las temperaturas extremas y es muy importante que permanezcan dentro de su zona termo-neutral de confort (Weaver, 2002a) ya que, en climas fríos, el ave requerirá mayor energía que cuando el clima es caluroso, el consumo de alimento se verá reducido en un porcentaje menor, por cada grado centígrado de aumento en la temperatura Craig (2002).

El ITH es uno de los indicadores más difundido para conocer el régimen térmico que presenta un ambiente. El conocimiento del régimen térmico del ambiente, junto con el requerimiento térmico de las gallinas de postura, es una herramienta útil para la toma de decisiones en cuanto al diseño de la infraestructura. Por lo que el objetivo de este trabajo fue desarrollar un análisis del polígono de confort horario de las gallinas de postura con base en el ITH para los 9 bioclimas presentes en el estado de Oaxaca.

Materiales y métodos

Para determinar la zona de confort térmico de las gallinas de postura, se recabaron datos bibliográficos de la mejor producción de huevo bajo condiciones higrotérmicas (Cuadro 2), así como referencias de los ITH en donde también se obtuvo la mejor producción de huevo (Cuadro 3). Una vez obtenidos estos dos parámetros, se realizó una tabla de valores de ITH para limitar la zona de confort del ave y llevar a cabo el análisis climático y paramétrico del sitio (Figura 1).

	59%	60%	61%	62%	63%	64%	65%	66%	67%	68%	69%	70%	71%	72%
14 °C	57.5608	57.552	57.5432	57.5344	57.5256	57.5168	57.508	57.4992	57.4904	57.4816	57.4728	57.464	57.4552	57.4464
15 °C	58.9549	58.956	58.9571	58.9582	58.9593	58.9604	58.9615	58.9626	58.9637	58.9648	58.9659	58.967	58.9681	58.9692
16 °C	60.349	60.36	60.371	60.382	60.393	60.404	60.415	60.426	60.437	60.448	60.459	60.47	60.481	60.492
17 °C	61.7431	61.764	61.7849	61.8058	61.8267	61.8476	61.8685	61.8894	61.9103	61.9312	61.9521	61.973	61.9939	62.0148
18 °C	63.1372	63.168	63.1988	63.2296	63.2604	63.2912	63.322	63.3528	63.3836	63.4144	63.4452	63.476	63.5068	63.5376
19 °C	64.5313	64.572	64.6127	64.6534	64.6941	64.7348	64.7755	64.8162	64.8569	64.8976	64.9383	64.979	65.0197	65.0604
20 °C	65.9254	65.976	66.0266	66.0772	66.1278	66.1784	66.229	66.2796	66.3302	66.3808	66.4314	66.482	66.5326	66.5832
21 °C	67.3195	67.38	67.4405	67.501	67.5615	67.622	67.6825	67.743	67.8035	67.864	67.9245	67.985	68.0455	68.106
22 °C	68.7136	68.784	68.8544	68.9248	68.9952	69.0656	69.136	69.2064	69.2768	69.3472	69.4176	69.488	69.5584	69.6288
23 °C	70.1077	70.188	70.2683	70.3486	70.4289	70.5092	70.5895	70.6698	70.7501	70.8304	70.9107	70.991	71.0713	71.1516
24 °C	71.5018	71.592	71.6822	71.7724	71.8626	71.9528	72.043	72.1332	72.2234	72.3136	72.4038	72.494	72.5842	72.6744
25 °C	72.8959	72.996	73.0961	73.1962	73.2963	73.3964	73.4965	73.5966	73.6967	73.7968	73.8969	73.997	74.0971	74.1972
26 °C	74.29	74.4	74.51	74.62	74.73	74.84	74.95	75.06	75.17	75.28	75.39	75.5	75.61	75.72
27 °C	75.6841	75.804	75.9239	76.0438	76.1637	76.2836	76.4035	76.5234	76.6433	76.7632	76.8831	77.003	77.1229	77.2428
28 °C	77.0782	77.208	77.3378	77.4676	77.5974	77.7272	77.857	77.9868	78.1166	78.2464	78.3762	78.506	78.6358	78.7656

Figura 1. Valores de ITH obtenidos de la ecuación 1.

Obtención de las condiciones higrotérmicas óptimas para la producción de las gallinas de postura

De acuerdo a lo señalado por la World Meteorological Organization (1989) (Cuadro 1) se muestran 4 diferentes valores de ITH para animales en producción que definen su condición higrotérmica los cuales son: normal, alerta, peligro y emergencia.

Cuadro 1. Valores de ITH referenciales para animales en producción.

ITH	Condición
< 70	Normal
71 - 79	Alerta
80 - 83	Peligro
> 84	Emergencia

El Cuadro 2 muestra el rango de valores de humedad relativa y temperatura para los cuales se obtuvieron los mejores resultados en la producción de huevo. Talukder *et al.* (2010) evaluaron el efecto de diferentes condiciones ambientales en el rendimiento de gallinas de postura, recabando los datos de temperatura, humedad relativa, concentraciones de amoníaco y dióxido de carbono. Los parámetros evaluados fueron: producción de huevo, consumo de alimento, peso y forma del huevo, mostrando que la temperatura tolerable de las gallinas oscila entre 15 °C -27 °C. A temperaturas por encima de los 27 °C empieza a afectarse el consumo de alimento, el peso y la forma del huevo. La humedad relativa tiene un menor impacto sobre la producción, el peso y la forma del huevo.

Cuadro 2. Temperatura (T) y humedad relativa (HR) obtenidas para una buena producción de gallinas de postura.

T. Mínima	T. Máxima	HR. Mínima	HR. Máxima	Referencia
15 °C	27 °C	54%	70%	Talukder <i>et al.</i> (2010).
16 °C	25 °C			Cavalchini <i>et al.</i> (1990)
13 °C	24 °C	40%	80%	FAO (2011)
18 °C	24 °C			Bonilla y Díaz (2003)
18 °C	24 °C			Bell y Weaver Jr. (2002)
16 °C		60%	75%	Echevarría y Miazso (2002)
18 °C	30 °C	60%	70%	Vaca (2003)

Obtenidos los rangos de temperatura y humedad óptimos, propuestos por los diferentes autores, se procedió a utilizar el ITH para limitar estos valores de confort. El Cuadro 3 muestra que en algunas investigaciones (Lacetera, 2003; Guevara *et al.*, 2013), existen 4 diferentes valores para el ITH que son: normal, alerta, peligro, emergencia. St-Pierre *et al.* (2003) realizaron un análisis utilizando un ITH < 70 para gallinas de postura con el propósito de demostrar que las pérdidas económicas en la industria avícola de los Estados Unidos de América, se debían a que los animales eran criados en zonas y temporadas en donde la temperatura se sale de la zona de confort del animal.

Cuadro 3. Referencias de valores de ITH con buena producción de huevo.

ITH Normal	ITH Alerta	ITH Peligro	ITH Emergencia	Referencia
< 70	71-79	80-83	> 84	Guevara <i>et al.</i> (2013)
< 70				Ajakaiye y Pérez (2011)
< 70				St-Pierre <i>et al.</i> (2003)
< 70				Karaman <i>et al.</i> (2007)
< 74	75-78	79-83	> 84	Lacetera (2003)

Análisis climático y paramétrico del sitio

La clasificación de los bioclimas se realizó utilizando la clasificación climática propuesta por García que es una adaptación del sistema de clasificación climática de Köppen (2004), para los bioclimas existentes en México. La estación meteorológica representativa se seleccionó aleatoriamente de un conjunto de estaciones meteorológicas que pertenecen al mismo bioclima, debido a que se encuentran dentro del mismo rango de temperatura y de precipitación pluvial anual.

Resultados y discusión**Determinación de la zona de confort térmico para las gallinas de postura**

Se elaboró una tabla (Figura 1) con la determinación de valores de ITH, utilizando la ecuación (Dikmen y Hansen, 2009):

$$ITH = (1.8 \times Tdb + 32) - [(0.55 - 0.0055 \times RH) \times (1.8 \times Tdb - 26.8)] \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde: Tdb= representa la temperatura de bulbo seco en °C; y RH= la humedad relativa en (%)

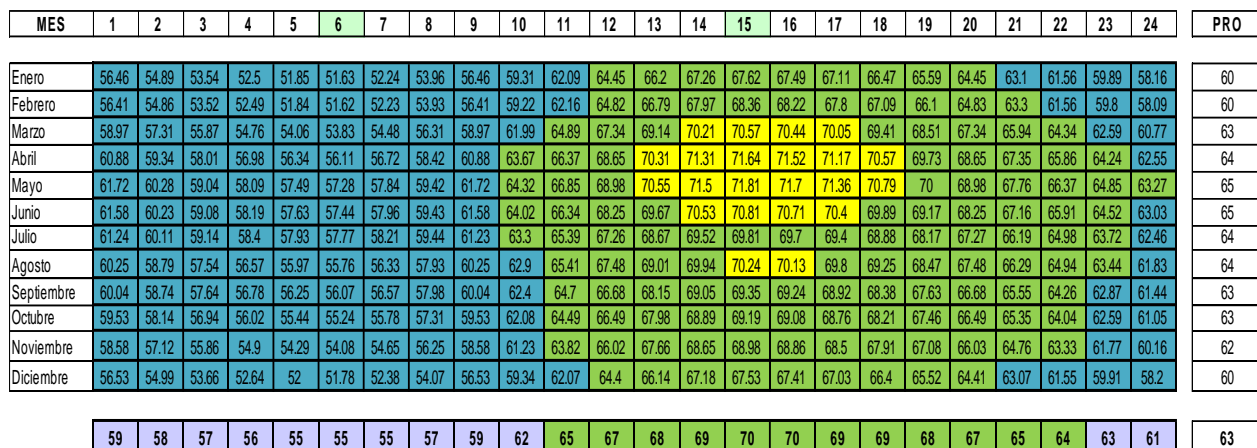
Se determinó que para los valores: temperatura de confort para las gallinas en el rango entre 18 °C - 22 °C y humedad relativa entre 60% - 70%, se cumple con los rangos propuestos por todos los autores para una mejor producción del Cuadro 2 y no rebasan valores mayores a 70 de ITH que proponen los autores del Cuadro 3.

El color verde muestra los valores de ITH en el rango de las temperaturas y humedades relativas propuestas como parámetros de confort encontrados en este trabajo de investigación.

Análisis por bioclima

Utilizando la ecuación de Dikmen y Hansen (2009) y el análisis horario de temperatura y humedad propuesto por Olygey (2014) se muestran las condiciones de horarios, para cada uno de los bioclimas existentes en el estado de Oaxaca.

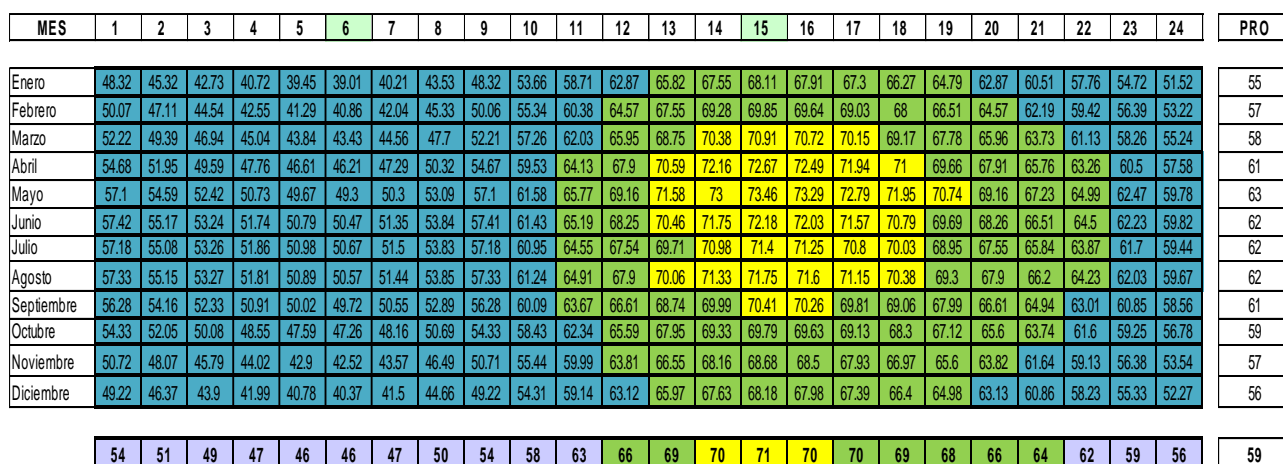
Para el análisis de este bioclima semifrío se adquirieron los datos anuales normalizados de la estación meteorológica número 20400 ubicada en el municipio de San Pedro Quiatoni, Oaxaca. Estos datos nos muestran que la gallina sólo llegará a estar dentro del estado higrotérmico de alerta 7.64% del año como se muestra en la Figura 2.



Frio Normal Alerta Peligro Emergencia

Figura 2. Análisis de ITH horario para bioclima semifrío.

En el análisis del bioclima semifrío, seco se adquirieron los datos anuales normalizados de la estación meteorológica número 20076, ubicada en el municipio de Asunción Nochixtlán, Oaxaca, dichos datos nos muestran que la gallina sólo llegará a estar dentro del estado higrotérmico de alerta 12.50% del año como se muestra en la Figura 3.



Frio Normal Alerta Peligro Emergencia

Figura 3. Análisis de ITH horario para bioclima semifrío seco.

En la Figura 4 se observa el análisis del bioclima semifrío húmedo. Los datos anuales normalizados se obtuvieron de la estación meteorológica número 20308 ubicada en el municipio de San Mateo Río Hondo, Oaxaca, donde la gallina se encuentra durante las horas más calurosas en una zona de confort ideal, en horas nocturnas, el ave se encuentra en un estado de frío lo que ocasionará un consumo mayor de alimento.

MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	PRO
Enero	52.36	50.29	48.51	47.13	46.27	45.97	46.78	49.06	52.36	56.1	59.64	62.57	64.72	66	66.43	66.28	65.82	65.05	63.96	62.58	60.9	58.98	56.85	54.59	57
Febrero	53.02	50.92	49.11	47.71	46.83	46.53	47.35	49.67	53.02	56.8	60.44	63.5	65.73	67.06	67.5	67.34	66.87	66.07	64.95	63.5	61.76	59.76	57.56	55.28	58
Marzo	54.45	52.41	50.66	49.3	48.45	48.16	48.96	51.2	54.45	58.12	61.65	64.6	66.76	68.05	68.47	68.32	67.86	67.09	66.01	64.61	62.92	60.98	58.85	56.64	59
Abril	56.23	54.29	52.61	51.32	50.5	50.22	50.99	53.13	56.23	59.74	63.05	65.77	67.76	68.95	69.34	69.2	68.78	68.07	67.06	65.78	64.22	62.44	60.44	58.33	61
Mayo	56.57	54.92	53.51	52.42	51.74	51.5	52.14	53.95	56.56	59.54	62.49	65.05	66.93	68.06	68.44	68.31	67.9	67.22	66.27	65.05	63.59	61.91	60.14	58.34	61
Junio	56.5	55.05	53.82	52.87	52.27	52.07	52.63	54.2	56.5	59.13	61.64	63.74	65.31	66.26	66.58	66.47	66.12	65.55	64.75	63.74	62.54	61.18	59.66	58.06	60
Julio	55.56	54.1	52.84	51.88	51.28	51.07	51.64	53.23	55.56	58.23	60.84	63.08	64.76	65.78	66.12	66	65.63	65.02	64.17	63.08	61.8	60.34	58.77	57.15	59
Agosto	55.56	54.14	52.93	52	51.41	51.21	51.76	53.3	55.56	58.14	60.74	63.03	64.75	65.79	66.14	66.01	65.64	65.01	64.14	63.04	61.72	60.23	58.66	57.09	59
Septiembre	55.86	54.45	53.25	52.33	51.74	51.55	52.09	53.62	55.86	58.43	60.95	63.12	64.74	65.73	66.06	65.95	65.59	64.99	64.17	63.12	61.88	60.47	58.95	57.39	59
Octubre	55.28	53.75	52.45	51.44	50.81	50.6	51.19	52.85	55.27	58.04	60.81	63.24	65.05	66.14	66.51	66.38	65.98	65.33	64.41	63.24	61.85	60.27	58.6	56.92	59
Noviembre	54.04	52.23	50.67	49.47	48.71	48.45	49.16	51.15	54.04	57.33	60.51	63.21	65.19	66.39	66.78	66.64	66.21	65.5	64.49	63.21	61.66	59.9	57.99	56	58
Diciembre	52.94	51.02	49.37	48.09	47.29	47.02	47.77	49.88	52.93	56.4	59.82	62.76	64.92	66.21	66.64	66.48	66.02	65.25	64.16	62.76	61.08	59.16	57.1	55	58
	55	53	52	50	50	50	50	52	55	58	61	64	66	67	67	67	67	66	65	64	62	60	59	57	59



Figura 4. Análisis de ITH horario para bioclima semifrío húmedo.

Los datos horarios del índice de temperatura y humedad para un bioclima templado (Figura 5), aquí los datos higrotérmicos fueron obtenidos de la estación meteorológica número 20329 ubicada en el municipio de Oaxaca de Juárez, en donde la gallina estará en una zona de peligro 39.93% del año.

MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	PRO
Enero	56.92	54.65	52.68	51.16	50.19	49.86	50.77	53.29	56.92	60.99	64.86	68.07	70.37	71.72	72.17	72.01	71.53	70.72	69.57	68.07	66.25	64.13	61.8	59.36	62
Febrero	60.84	58.74	56.93	55.53	54.64	54.33	55.17	57.49	60.83	64.57	68.16	71.18	73.33	74.59	75	74.86	74.41	73.66	72.58	71.18	69.47	67.48	65.31	63.07	66
Marzo	62.44	60.25	58.35	56.88	55.95	55.63	56.51	58.94	62.43	66.33	70	73	75.13	76.36	76.76	76.62	76.19	75.45	74.39	73	71.3	69.31	67.1	64.77	67
Abril	64.87	62.83	61.05	59.67	58.79	58.49	59.31	61.6	64.87	68.51	71.98	74.87	76.91	78.09	78.47	78.33	77.92	77.21	76.2	74.88	73.24	71.32	69.23	67.05	69
Mayo	65.41	63.45	61.75	60.43	59.6	59.31	60.1	62.28	65.41	68.89	72.18	74.86	76.75	77.85	78.21	78.08	77.69	77.04	76.09	74.86	73.34	71.56	69.59	67.5	70
Junio	64.94	63.29	61.87	60.77	60.08	59.84	60.49	62.31	64.94	67.88	70.74	73.17	74.92	75.94	76.28	76.16	75.79	75.18	74.31	73.17	71.79	70.19	68.47	66.7	69
Julio	64.26	62.56	61.09	59.95	59.23	58.99	59.66	61.54	64.25	67.3	70.2	72.6	74.33	75.35	75.68	75.56	75.2	74.59	73.73	72.6	71.24	69.65	67.91	66.08	68
Agosto	64.22	62.58	61.17	60.08	59.39	59.16	59.8	61.61	64.22	67.15	69.95	72.27	73.95	74.95	75.27	75.15	74.8	74.21	73.37	72.28	70.95	69.42	67.73	65.97	68
Septiembre	63.99	62.37	60.98	59.9	59.22	58.99	59.63	61.41	63.99	66.89	69.66	71.97	73.64	74.62	74.95	74.83	74.48	73.89	73.05	71.97	70.65	69.13	67.47	65.72	68
Octubre	63.38	61.69	60.23	59.1	58.39	58.15	58.81	60.68	63.38	66.41	69.31	71.71	73.45	74.48	74.81	74.69	74.33	73.71	72.84	71.72	70.35	68.76	67.02	65.2	67
Noviembre	59.96	57.97	56.26	54.93	54.09	53.8	54.59	56.79	59.95	63.5	66.94	69.85	71.94	73.16	73.57	73.42	72.99	72.25	71.21	69.85	68.2	66.28	64.21	62.08	64
Diciembre	58.23	56.19	54.43	53.07	52.21	51.91	52.72	54.97	58.22	61.88	65.42	68.42	70.58	71.85	72.27	72.12	71.67	70.91	69.83	68.42	66.72	64.74	62.61	60.41	63
	62	61	59	58	57	57	57	59	62	66	69	72	74	75	75	75	75	74	73	72	70	68	67	64	67



Figura 5. Análisis de ITH horario para bioclima templado.

Para los datos horarios del índice de temperatura y humedad de un bioclima templado seco (Figura 6). Los datos higrotérmicos fueron obtenidos de la estación meteorológica número 20022 ubicada en el municipio San Bartolo Coyotepec, Oaxaca en la cual se observa que la gallina estará en una zona de peligro 35.76% del año.

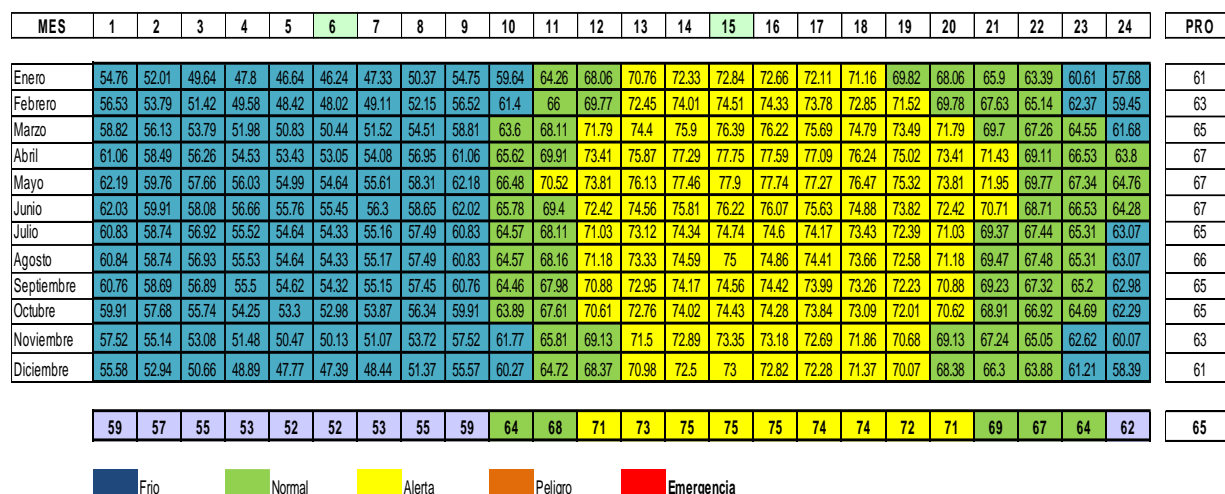


Figura 6. Análisis de ITH horario para bioclima templado seco.

En la Figura 7 se muestran los datos horarios del índice de temperatura y humedad de un bioclima templado húmedo. Los datos higrotérmicos fueron obtenidos de la estación meteorológica número 20177 ubicada en el municipio San Ildefonso, Villa Alta, Oaxaca y se observa que la gallina estará en una zona de peligro 24.65% del año.

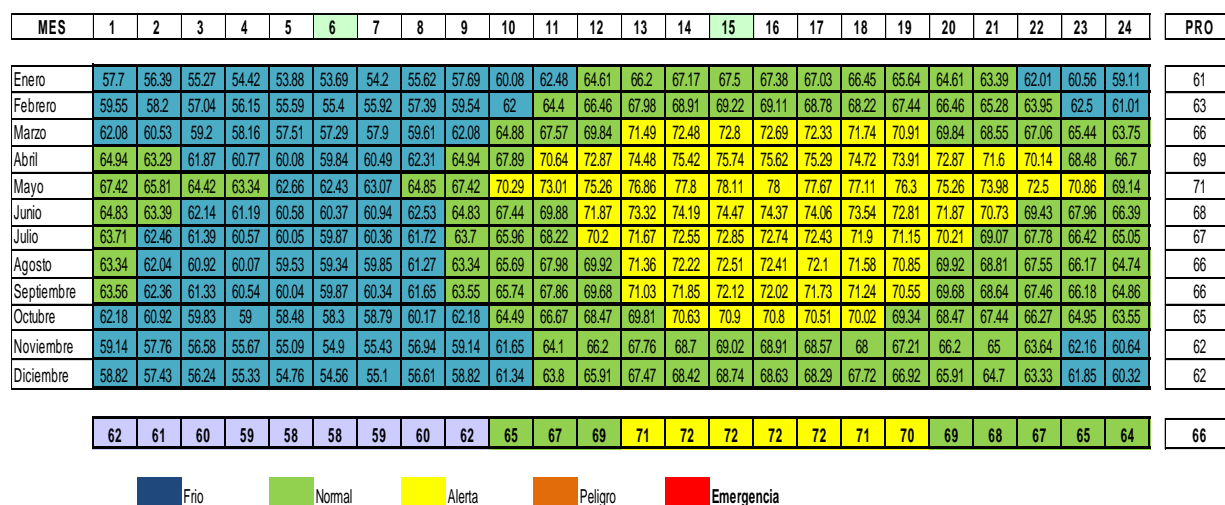
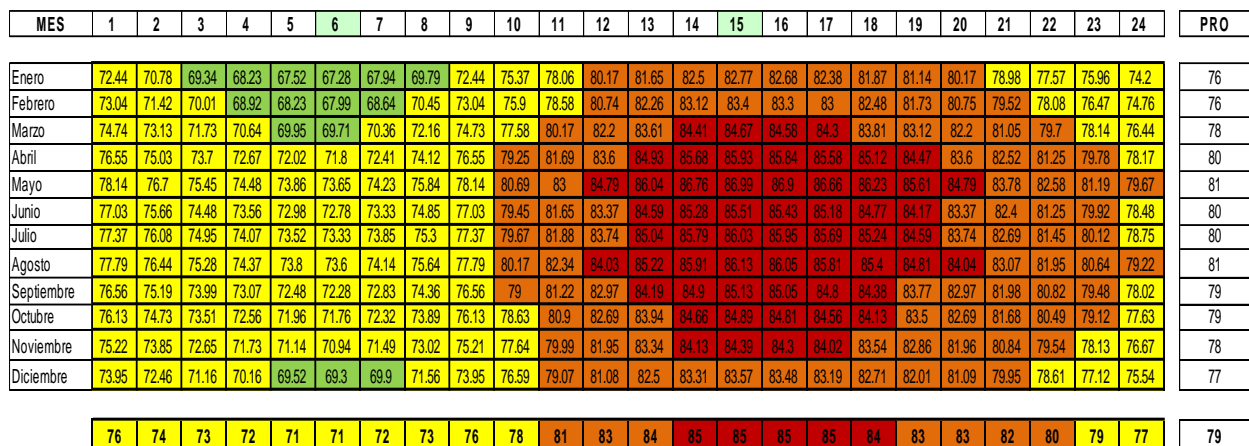


Figura 7. Análisis de ITH horario para bioclima templado húmedo.

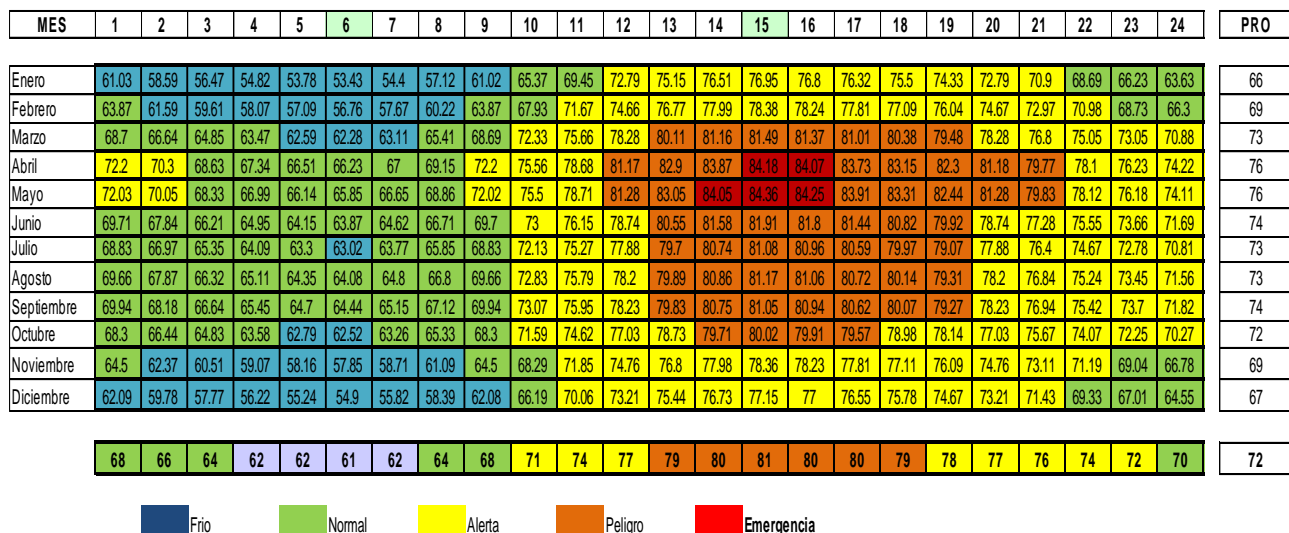
Los datos horarios del índice de temperatura y humedad de un bioclima cálido (Figura 8). Los datos higrotérmicos fueron obtenidos de la estación meteorológica número 20149 ubicada en el municipio de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca en la cual se observa que la gallina estará en una zona de peligro 32.99% del año y en un estado de emergencia de 20.14%.



■ Frio
 ■ Normal
 ■ Alerta
 ■ Peligro
 ■ Emergencia

Figura 8. Análisis de ITH horario para bioclima cálido.

En la Figura 9 se muestran los datos horarios del índice de temperatura y humedad de un bioclima cálido seco. Los datos higrotérmicos fueron obtenidos de la estación meteorológica número 20170 ubicada en el municipio de San Pedro Totolapan, Oaxaca en la cual se observa que la gallina estará en una zona de peligro 18.75% del año y en un estado de emergencia de 1.74%.



■ Frio
 ■ Normal
 ■ Alerta
 ■ Peligro
 ■ Emergencia

Figura 9. Análisis de ITH horario para bioclima cálido seco.

Los datos horarios del índice de temperatura y humedad de un bioclima cálido húmedo se refleja en la Figura 10. Los datos higrotérmicos fueron obtenidos de la estación meteorológica número 20048 ubicada en el municipio de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca en donde se observa que la gallina estará en una zona de peligro 38.54% del año y en un estado de emergencia 4.86%.

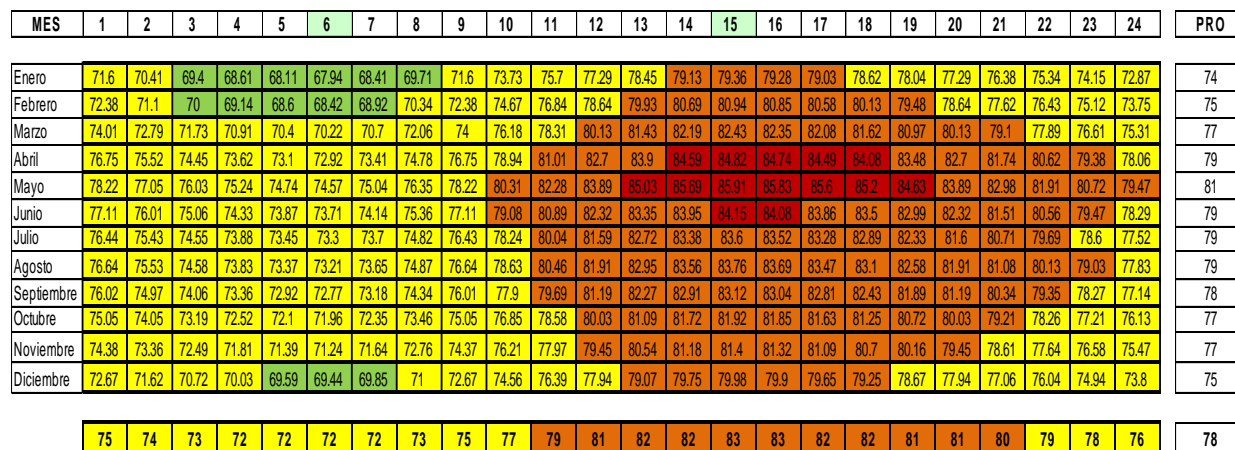


Figura 10. Análisis de ITH horario para bioclima cálido húmedo.

En el Cuadro 4 se presenta un resumen de los porcentajes estadísticos que se darán en cada uno de los bioclimas durante el año con base en los datos normalizados de 1982-2010 proporcionados por las estaciones meteorológicas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Se observa que los bioclimas en donde el ave presentará mayor dificultad de desarrollo, pérdida de masa corporal y en la producción de huevo, corresponden principalmente a los bioclimas cálidos y en menor medida al bioclima cálido húmedo y cálido seco.

Cuadro 4. Porcentaje estadístico de las condiciones de ITH para las gallinas de postura en los 9 bioclimas presentes del estado de Oaxaca.

I. Bioclima Estado	II. Frío	III. Normal	IV. Alerta	V. Peligro	VI. Emergencia	VII. Total
VIII.	IX. (%)	X. (%)	XI. (%)	XII. (%)	XIII. (%)	XIV. (%)
XV. Semifrío	XVI. 49.31	XVII. 43.06	XVIII. 7.64	XIX. 0	XX. 0	XXI. 100
XXII. Semifrío seco	XXIII. 57.29	XXIV. 30.21	XXV. 12.50	XXVI. 0	XXVII. 0	XXVIII. 100
XXIX. Semifrío húmedo	XXX. 65.28	XXXI. 34.2	XXXII. 0	XXXIII. 0	XXXIV. 0	XXXV. 100
XXXVI. Templado	XXXVII. 3.472	XXXVIII. 2.535	XXXIX. 3.993	XL. 0	XLI. 0	XLII. 100
XLIII. Templado seco	XLIV. 43.40	XLV. 20.83	XLVI. 35.76	XLVII. 0	XLVIII. 0	XLIX. 100
L. Templado húmedo	LI. 36.11	LII. 39.24	LIII. 24.65	LIV. 0	LV. 0	LVI. 100
LVII. Cálido	LVIII. 0.00	LIX. 5.21	LX. 41.67	LXI. 32.99	LXII. 20.14	LXIII. 100
LXIV. Cálido seco	4.51	18.75	47.22	27.08	2.4	LXV. 100
LXVI. Cálido húmedo	0.00	4.86	51.74	38.54	4.86	LXVII. 100

En todas las regiones del estado de Oaxaca o en cualquier otro sitio de México, basta con encontrar cuál es el bioclima del sitio deseado para poder saber cómo se comportaría el ave en esa zona, en caso de establecer una granja avícola. Además, con los horarios ITH se puede realizar una predicción de las pérdidas de la producción de huevos y peso de las gallinas en cada uno de los bioclimas existentes en México utilizando el modelo matemático propuesto por St-Pierre *et al.* (2003). Algo similar realizaron Guevara *et al.* (2013) para las condiciones de ITH en la producción pecuaria, en una provincia de Venezuela.

Conclusiones

En el presente trabajo se define una zona de confort higrotérmico para las gallinas de postura que oscila entre 18-22 °C y 60-70% de humedad relativa. Esta zona de confort será utilizada para llevar a cabo el diseño de un bioespacio para obtener una mejor producción de huevos. Los análisis horarios de la zona de confort en la que se encuentran las gallinas en cada bioclima, permitirá determinar las estrategias para obtener una mejor producción. También se observa que la gallina estará en zonas de peligro y alerta en mayor porcentaje en los bioclimas cálidos y de no contar con un bioespacio que le brinde las condiciones de confort higrotérmico adecuado se verá una baja considerable en su producción. En bioclimas con condiciones frías se tendrá un mejor consumo de alimento del ave a fin de mantener su temperatura corporal, además de una mejor conversión entre alimento consumido y la masa del huevo Craig (2002)

Literatura citada

- Ajakaiye, J. J.; Pérez, B. A. and Mollineda, T. A. 2011. Effects of high temperature on production in layer chickens supplemented with vitamins C and E. *Rev. MVZ Córdoba*. 16(1):2283-2291.
- Bell, D. D.; and Weaver, D. W. Jr. 2002. Commercial chicken meat and egg production. 5th (Ed.). Springer Science Business Media, New York. 868 pp.
- Bonilla, B. O. y Díaz, S. O. 2003. Elementos básicos para el manejo de animales de granja - aves gallinas, patos, gansos, codornices y pavos. San José, Costa Rica. Editorial Universidad Estatal a Distancia. 140 pp.
- Cavalchini, L. G.; Cerolin, S. I. and Marian, R. I. 1990. Environmental influences on laying hens production. *In: Sauveur B. (Ed.). L'aviculture en Méditerranée*. Montpellier: CIHEAM. Options Méditerranéennes. Série A. Séminaires Méditerranéens. 153-172 p.
- Craig, N. C. 2002. Feeding commercial egg-type Layers. *In: Bell, D. D. and Weaver, D. W. (Eds.). Commercial chicken meat and egg production*. 5th (Ed.). Springer Science Business Media, New York. 287- 328 pp.
- Dikmen, S. and P. J. Hansen. 2009. Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment? *J. Dairy Sci.* 92:109-116. doi:10.3168/jds.2008-1370.
- Echevarría, A. I. y Miazzo, R. 2002. el 24 de mayo de 2018 de http://www.produccion-animal.com.ar/clima_y_ambientacion/01-el_ambiente_en_la_produccion_animal.pdf.
- FAO. 2011. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Rural structures in the tropics. Design and Development. Rome. 500 pp.

- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía (IG)- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 5ª (Ed.). 98 pp.
- Guevara, E.; Oliveros, Y.; Lopez, L. and Olivares, O. 2013. Estimation of thermal comfort index as an indicator of heat stress in livestock production guanipa plateau, Anzoategui, Venezuela. *Zootecnia Trop.* 31(3):221-235.
- Karaman, S.; Sefa, T. and Ergunez, G. 2007. Analysis of indoor climatic data to assess the heat stress of laying hens. *Inter. J. Nat. Eng. Sci.* 65-68.
- Lacetera, N.; Bernabucci, U.; Khalifa, H. H.; Ronchi, B. and Nardone, A. 2003. Interactions between climate and animal production. Wageningen Academic Publishers. EAAP Technical Series. 7:124 pp.
- Olygey, V. 2014. Estrategias de diseño pasivo. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). México, DF.
- Sedat, K.; Sefa, T. and Gazanfer, E. 2007. Analysis of indoor climatic data to assess the heat stress of laying hens. *Inter. J. Natural Eng. Sci.* 65-68.
- St-Pierre, N. R.; Cobanov, B.; and Schnitkey, G. 2003. Economic Losses from Heat Stress by US Livestock Industries. *J. Dairy Sci.* 86:52-77.
- Talukder, S.; Islman, T. and Islam, M. M. and S. Sarker. 2010. Effects of environment on layer performance. *J. Bangladesh Agril. Univ.* 8(2):253-258.
- Vaca, A. L. 2003. Producción avícola. EUNED, San José, Costa Rica. 260 pp.
- Weaver, W. D. Jr. 2002a. Fundamentals of ventilation. *In: Bell, D. D. and Weaver, D. W. (Eds.). Commercial chicken meat and egg production.* 5th (Ed.). Springer Science Business Media, NewYork. 101-111.
- Weaver, W. D. Jr. 2002b. Poultry housing. *In: Bell, D. D. and Weaver, D. W. (Eds.). Commercial chicken meat and egg production.* 5th (Ed.). Springer Science Business Media, NewYork. 113-128.
- World Meteorological Organization. 1989. Animal health and production at extremes of weather. Technical Note N° 191. Geneva.181 pp.