



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

CUAUTITLAN

**"Proyecto de Prefactibilidad de la Construcción de una
Cámara Climática para Evaluar Bovinos
Adaptables al Trópico Húmedo."**

TESIS PROFESIONAL

Que para Obtener el Título de:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :

Jorge Ruiz Márquez

Asesor: MVZ. MC.
Miguel Angel Carmona Medero

CUAUTITLAN IZCALLI, ESTADO DE MEXICO

1985



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

1.- RESUMEN	6
2.- INTRODUCCION	8
2.1.- Objetivo	11
2.2.- Clima	11
2.3.- Macrolocalización (República Mexicana)	19
2.4.- Microlocalización (Estado de México)	21
2.5.- Area de Chapingo	26
3.- MATERIALES Y METODOS	29
3.1.- Datos del observatorio de la Universidad Autónoma de Chapingo..	29
3.2.- Construcciones	32
3.2.1.- Muros	33
3.2.2.- Suelos	33
3.2.3.- Techos	34
3.2.4.- Aislamiento térmico	36
3.2.5.- Iluminación	39
3.2.6.- Drenaje	41
3.2.7.- Divisiones del establo y sistemas de sujeción	42
3.2.8.- Puertas	46
3.2.9.- Bebederos y suministro de agua	46
3.3.- Ventilación	47
3.3.1.- Ventilación natural	47
3.3.2.- Ventilación artificial	48
3.4.- Medición del microclima en los alojamientos animales	50
3.4.1.- Medición de la temperatura	50
3.4.2.- Medición de la humedad	51

3.4.3.- Medición de la corriente de aire	52
3.4.4.- Medición de la ventilación	53
3.5.- Termorregulación	53
3.6.- Aspectos del acondicionamiento climático	57
3.6.1.- Determinación del valor "U" equivalente	63
3.6.2.- Ganancia térmica	63
3.6.3.- Cálculo de cambios de aire	65
3.6.4.- Determinación de la capacidad del equipo de humidificación..	66
3.6.5.- Factores para la conversión de unidades	68
4.- RESULTADOS	70
4.1.- Desarrollo del proyecto	70
4.1.1.- Alternativas de orientación	73
4.1.2.- Alternativas sin ventanas	76
4.1.3.- Alternativas con ventanas	91
5.- DISCUSION	111
5.1.- Proyecto arquitectónico	112
5.1.1.- Especificaciones de la construcción	112
5.1.2.- Costos de la construcción	116
5.2.- Acondicionamiento climático	118
5.2.1.- Cálculo de cambios de aire	123
5.2.2.- Cálculo de la calefacción	124
5.2.3.- Cálculo de la refrigeración	125
5.2.4.- Cálculo de la humedad	130
5.2.5.- Costo de la calefacción	132
6.- CONCLUSIONES	133
7.- BIBLIOGRAFIA	134

1.- Resumen.

En el presente estudio se propone la construcción de una cámara climática en la zona de Chapingo, Edo. de México.

La ubicación del presente proyecto obedece a la necesidad de seleccionar Bovinos tolerantes al trópico húmedo, de acuerdo con el programa de producción de ganado de doble propósito (carne y leche) que actualmente está desarrollando el Colegio de Postgraduados de Chapingo.

En ésta cámara se realizarán los estudios necesarios para evaluar Bovinos tolerantes al trópico húmedo, de modo que pueda mejorar la productividad tanto de leche como de carne en esa región del país. Con el terreno, la infraestructura y el personal adecuado se podrán evaluar 12 animales simultáneamente, de acuerdo a sus parámetros fisiológicos y productivos. Dicha evaluación de acuerdo al programa del Colegio de Postgraduados será mensualmente.

El proyecto de prefactibilidad que se presenta para la construcción de la cámara climática, está diseñado y calculado de modo que la orientación, los materiales de construcción, la distribución de espacios y el funcionamiento sean los más apropiados, de manera que en dicha cámara se puedan realizar una gran variedad de estudios a un costo mínimo de operación.

La definición de la construcción propuesta es producto de un estudio comparativo entre 16 alternativas de edificación considerando; 4 orientaciones diferentes, así como la presencia o ausencia de ventanas de distintas dimensiones.

En la estimación del costo de construcción no se tomó en cuenta el costo del terreno dado que éste se encuentra en una Institución Educativa. Así el costo total de la edificación al mes de noviembre de 1984 tiene un monto de \$ 5,415,362.88

2.- Introducción.

El potencial tan amplio que representan los trópicos en el país como zonas ganaderas en las que actualmente existen diversas explotaciones destinadas a la producción de leche y carne y en las cuales la producción no siempre puede calificarse como eficiente, aunado a la creciente demanda de estos productos por parte de una población que como la nuestra, se encuentra en expansión, crean la imperiosa necesidad que a la mayor brevedad posible los profesionistas del sector agropecuario incidan sobre ella, para contribuir con sus aportaciones al incremento de la producción de alimentos.

La producción de leche en nuestro país, en el periodo 1972 a 1980 indican de acuerdo a las estadísticas de la S.A.R.H. el alarmante déficit de producción al observar que en 8 años, sólo se ha incrementado en 1,826,301 litros, tomando en cuenta la totalidad de los estados productores. (Cuadro No. 1)

Haciendo una clasificación por regiones productoras de leche en el país, se observa que el trópico aporta el 48 % del volumen nacional, cabe destacar que en esa región ecológica la producción láctea se obtiene bajo el sistema de rejeueria con una sola ordeña al día, con ternero de apoyo y la mayor de las veces con solo dos cuartos ordenables, aún así la producción promedio por vaca se encuentra alrededor de 3 litros diarios ; no obstante, los rangos de producción fluctúan entre 2 litros a 12 litros dependiendo del genotipo, manejo y del ambiente en que los bovinos son explotados.

La mayor parte de las explotaciones para la producción de leche tienen ganado criollo-cebúino y en algunas más tecnificadas hibridaciones de Suizo con Cebú o Holstein con Cebú en la primera filial (F_1), sin embargo los intentos por introducir razas de ganado Bos taurus en especial de la raza Holstein han sido muchos si bien con resultados no muy positivos, citando co

mo un ejemplo el plan Chontalpa(debido a errores técnicos no atribuibles a la raza únicamente).

PRODUCCION DE LECHE - GANADO BOVINO*									
SERIE 1972 - 1980									
	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Acachucos	75 178.0	85 343.0	95 276.0	107 071.0	111 070.0	115 012.0	125 460.0	127 974.0	130 115.0
California N.	70 169.0	76 839.0	83 512.0	90 745.0	93 657.0	97 115.0	107 516.0	110 270.0	112 000.0
California S.	12 617.0	12 959.0	13 110.0	13 718.0	13 419.0	14 511.0	14 606.0	17 250.0	18 000.0
Chapala	30 493.0	27 650.0	27 029.0	23 100.0	28 391.0	28 100.0	30 449.0	37 000.0	35 111.0
Chula	417 735.0	427 250.0	431 715.0	437 600.0	442 574.0	462 217.0	490 110.0	500 000.0	500 000.0
Chula	28 500.0	30 750.0	32 810.0	33 112.0	33 023.0	33 112.0	34 000.0	35 111.0	35 111.0
Chula	204 971.3	217 160.0	227 360.0	235 271.0	250 145.0	260 021.0	272 413.0	272 413.0	272 413.0
Chula	314 705.0	322 090.0	327 031.0	330 392.0	330 925.0	331 031.0	343 500.0	350 000.0	350 000.0
Chula	140 024.0	143 324.0	144 410.0	146 950.0	147 451.0	151 032.0	155 000.0	161 421.0	161 421.0
Chula	394 922.0	402 534.0	405 721.0	408 717.0	410 205.0	423 154.0	430 300.0	441 220.0	444 000.0
Chula	203 862.0	210 131.0	216 030.0	220 000.0	224 972.0	230 720.0	236 000.0	237 537.0	237 537.0
Chula	75 160.0	81 160.0	82 000.0	84 410.0	85 000.0	90 000.0	94 000.0	97 000.0	100 000.0
Chula	87 542.0	84 384.0	103 751.0	110 000.0	120 000.0	131 000.0	143 811.0	154 714.0	160 000.0
Chula	423 542.0	403 631.0	553 120.0	624 640.0	632 800.0	660 000.0	722 413.0	770 000.0	800 000.0
Chula	32 500.0	414 232.0	467 553.0	521 110.0	541 000.0	570 000.0	600 000.0	630 000.0	650 000.0
Chula	312 657.0	320 712.0	338 001.0	346 000.0	351 375.0	367 400.0	380 000.0	391 000.0	400 000.0
Chula	10 000.0	17 327.0	18 114.0	19 000.0	19 751.0	20 500.0	21 200.0	21 500.0	22 000.0
Chula	60 000.0	58 410.0	59 000.0	50 000.0	61 640.0	64 500.0	67 000.0	69 000.0	70 000.0
Chula	70 000.0	60 475.0	31 367.0	82 410.0	47 000.0	36 000.0	30 000.0	31 000.0	32 000.0
Chula	94 735.0	20 610.0	97 301.0	32 407.0	162 454.0	197 040.0	190 000.0	191 000.0	192 000.0
Chula	239 451.0	230 544.0	250 750.0	273 000.0	281 177.0	282 000.0	283 000.0	284 000.0	285 000.0
Chula	171 742.0	175 507.0	177 618.0	180 113.0	185 829.0	184 225.0	187 000.0	188 000.0	189 000.0
Chula	2 472.0	2 622.0	2 720.0	2 870.0	3 000.0	3 100.0	3 200.0	3 300.0	3 400.0
Chula	100 000.0	101 100.0	104 100.0	105 415.0	105 749.0	110 000.0	111 100.0	112 000.0	113 000.0
Chula	30 000.0	35 754.0	40 000.0	47 114.0	48 255.0	49 000.0	50 000.0	51 000.0	52 000.0
Chula	111 000.0	144 707.0	140 000.0	147 394.0	145 215.0	150 000.0	158 372.0	160 000.0	160 000.0
Chula	121 210.0	123 123.0	123 822.0	131 711.0	132 000.0	140 000.0	150 000.0	160 000.0	170 000.0
Chula	61 610.0	62 000.0	63 200.0	64 000.0	64 150.0	64 110.0	65 000.0	66 000.0	67 000.0
Chula	91 000.0	91 000.0	91 000.0	91 000.0	91 123.0	91 000.0	100 000.0	100 000.0	100 000.0
Chula	324 411.0	360 267.0	351 297.0	404 565.0	444 130.0	460 000.0	507 000.0	561 000.0	600 000.0
Chula	60 000.0	60 000.0	60 000.0	62 221.0	63 171.0	64 000.0	64 000.0	64 000.0	64 000.0
Chula	121 523.0	124 500.0	126 047.0	127 780.0	129 050.0	130 000.0	130 490.0	141 000.0	144 000.0
Total Nacional	4 915 200.0	5 222 300.0	5 500 000.0	5 808 900.0	5 937 300.0	6 180 300.0	6 500 000.0	6 641 000.0	6 741 000.0

Fuente: S.A.R.H.
MEX-El Huevo.

Cuadro No. 1.-Producción de leche- ganado bovino- periodo 1972-1980.

Fuente: S.A.R.H.

La introducción de ganado europeo (Bos taurus), al trópico húmedo es posible dado que se tiene ejemplos de animales que se han adaptado o aclimatado. Ciertamente se puede señalar que el stress calórico y en general del medio ambiente a que está sujeto el animal llevado a un clima muy diferente en

el cual se desarrolló, representa serios problemas para su adaptación, esto hace necesario perfeccionar la tecnología, generar nuevos conocimientos y - aprovechar mejor la información existente que conlleve al desarrollo de una metodología adecuada a dicho propósito.

En base a ello diversos investigadores a nivel nacional e internacional han tratado de lograr tal objetivo generando un gran número de investigaciones que sirven de base para el desarrollo de esta línea de investigación, - así se han propuesto diversas medidas de tolerancia al calor.

Rhoad (1944) desarrolló la prueba Iberia de tolerancia al calor, la cual en la evaluación del comportamiento adaptativo de los bovinos al trópico se sigue usando, (Sirivastava y Sindhu 1979, Amadiri y Funsho 1979) basada en la termometría corporal matutina y vespertina.

Lee Phillips (1948) desarrolló la prueba de tolerancia al calor valor R, esencialmente consistente en exponer al animal durante 7 hrs. a una serie de ambientes con diferentes temperaturas y humedades controladas y medir periódicamente la temperatura rectal.

Mc. Dowell et al. (1969) utilizaron la prueba en cámara climática durante 6 hrs. con la finalidad de determinar grado de elevación en la tasa respiratoria y la temperatura rectal.

Yeates y Murray (1966) diseñaron una prueba para medir la susceptibilidad climática del ganado en medios tropicales o áridos, basados en la capacidad para perder calor después de haber realizado una prueba de ejercicio.

Gomes da Silva (1973) señala que es factible una selección simultánea para ganancia de peso y tolerancia al calor dada la alta correlación genética (0.90) entre ganancia de peso e incremento de la temperatura rectal por él obtenida.

Allen y Donegan (1974) han descrito una prueba de tolerancia al calor en

cámaras climáticas para ser usada en la selección de bovinos jóvenes para pruebas de progenie.

Kamal y Shebaita (1972) estudiaron los efectos del calor en condiciones naturales y de ambiente controlado sobre el volumen sanguíneo y el total de sólidos plasmáticos en bovinos Holstein y Búfalos de agua.

Carmona Medero (1980) determinó que un índice de resistencia al calor - puede estar definido mediante la inclusión de 3 variables; incremento de la - temperatura rectal, temperatura rectal vespertina y hematocrito, ponderando - la importancia relativa de cada variable según sea su correlación con la ganancia en peso.

2.1.- Objetivo.

La revisión de literatura anterior, permite hacer el planteamiento de la - elaboración de un proyecto de prefactibilidad para la construcción de una cámara climática con fines de evaluación de bovinos tolerantes al trópico húmedo, lo cual constituye el objetivo de la presente tesis.

2.2.- Clima.

Es frecuente considerar el clima de un determinado lugar como el valor medio del tiempo que en él prevalece (Barry, 1973) o como promedio a largo plazo de determinados factores meteorológicos, tales como: precipitación pluvial, temperatura, humedad relativa, vientos y radiación solar (Hafez, 1972).

La fuente principal de energía que recibe la atmósfera terrestre proviene del sol el cual radia continuamente parte de su masa por el espacio en forma de energía electromagnética y partículas animadas de gran velocidad.

Esta emisión de energía llamada radiación es importante ya que a la larga representa la totalidad de la energía de que dispone la tierra y constituye la clave de los procesos atmosféricos (Barry, 1973). De tal modo el clima se determina por:

- Radiación Solar.

Las diferentes partes de la superficie terrestre reciben distintas cantidades de radiación, un factor que controla esto es la época del año; otro factor es la situación geográfica; latitud del lugar y hora del día.

- Altitud y Topografía.

Dependiendo la altura sobre el nivel del mar que trae como consecuencia una presión atmosférica diferente, se ocasiona una variación de la temperatura. De tal modo el descenso gradual de la temperatura con la altitud en la tropósfera es 6.5°C/Km .

- Distribución de la tierra y aguas.

La transmisión de calor en el suelo se realiza casi totalmente por conducción y el grado de ello varía con la humedad y el tipo de suelo.

En la República Mexicana existen una gran diversidad de climas a pesar de que gran parte del país está situado dentro de la zona tropical, esto se debe a que en México los climas dependen de la latitud en que se ubica el país y las variaciones en altitud y topografía (García, 1968). A este nivel resulta interesante tomar en consideración lo siguiente.

Se ha observado en la recepción de radiación a diversas latitudes que la temperatura máxima de la superficie de la tierra no se registra en el Ecuador sino en los Trópicos. Entre los 6° latitud norte y 6° latitud sur los rayos del sol permanecen casi verticalmente durante sólo 30 días, por lo que no hay tiempo para almacenar calor en la superficie terrestre y causar altas temperaturas.

Entre los 17.5° latitud y los 23.5° latitud caen verticalmente durante 86 días consecutivos durante el solsticio, si a esto se agrega que en los trópicos los días son más largos que en el Ecuador esto es la causa de que la zona de máximo calentamiento esté más cerca de los trópicos que del Ecuador (Barry,

1978) .

Clasificación de los climas.

La clasificación de los climas tiene por objeto disponer la información en forma simple y generalizada.

Existen diferentes tipos de clasificaciones climáticas dependiendo de los elementos en que se basen o su finalidad, ejemplo:

- Clasificaciones basadas en la vegetación.

" Koppen "

- Clasificaciones basadas en los vientos.

" Flohn "

El país ocupa una Área de 1,972,546 Km² Esta Área ha sido dividida en 5 - regiones ecológicas que corresponden a características similares de clima y - vegetación así como sistemas ganaderos determinados principalmente por los recursos de forrajes de cada región .

La Secretaría de Recursos Hidráulicos en 1974 ha publicado un mapa de las distintas regiones de vegetación en el país. En las zonas ecológicas aquí descritas usan información en una forma simplificada y enfatizada en las características importantes de la crianza de ganado. (Mapa No. 1)

Las denominaciones y los porcentajes aproximados del territorio nacional - comprendida por cada una de las regiones ecológicas es la siguiente:

Arida y Semiárida	40 %	792,017 Km ²
Templadas.	10 %	189,278 "
Tropical Húmeda.	13 %	260,363 "
Tropical Seco.	12 %	228,062 "
Montañoso.	25 %	490,532 "

- Regiones Áridas y semiáridas.

Estas incluyen las regiones del norte de la República a lo largo de casi

toda la frontera con los Estados Unidos, ésta es la más grande de todas las regiones y es una de las cuales ha dado la mayor marca a las características a la producción de la tierra en la sociedad mexicana, en éste caso los climas son áridos o secos y la evaporación sobrepasa a la precipitación, las grandes lluvias son registradas durante el verano de junio a septiembre; el porcentaje de precipitación varía de 50 mm a 60 mm como promedio anual, la temperatura promedio anual es de 22 °C .

- Región Templada .

Esta región está localizada en el centro del país, ésta consiste en altiplanicies y valles internos que están localizados dentro del cinturón tropical del globo, tiene un clima benigno por estar localizado a una altitud de 1500 a 2500 metros sobre el nivel del mar.

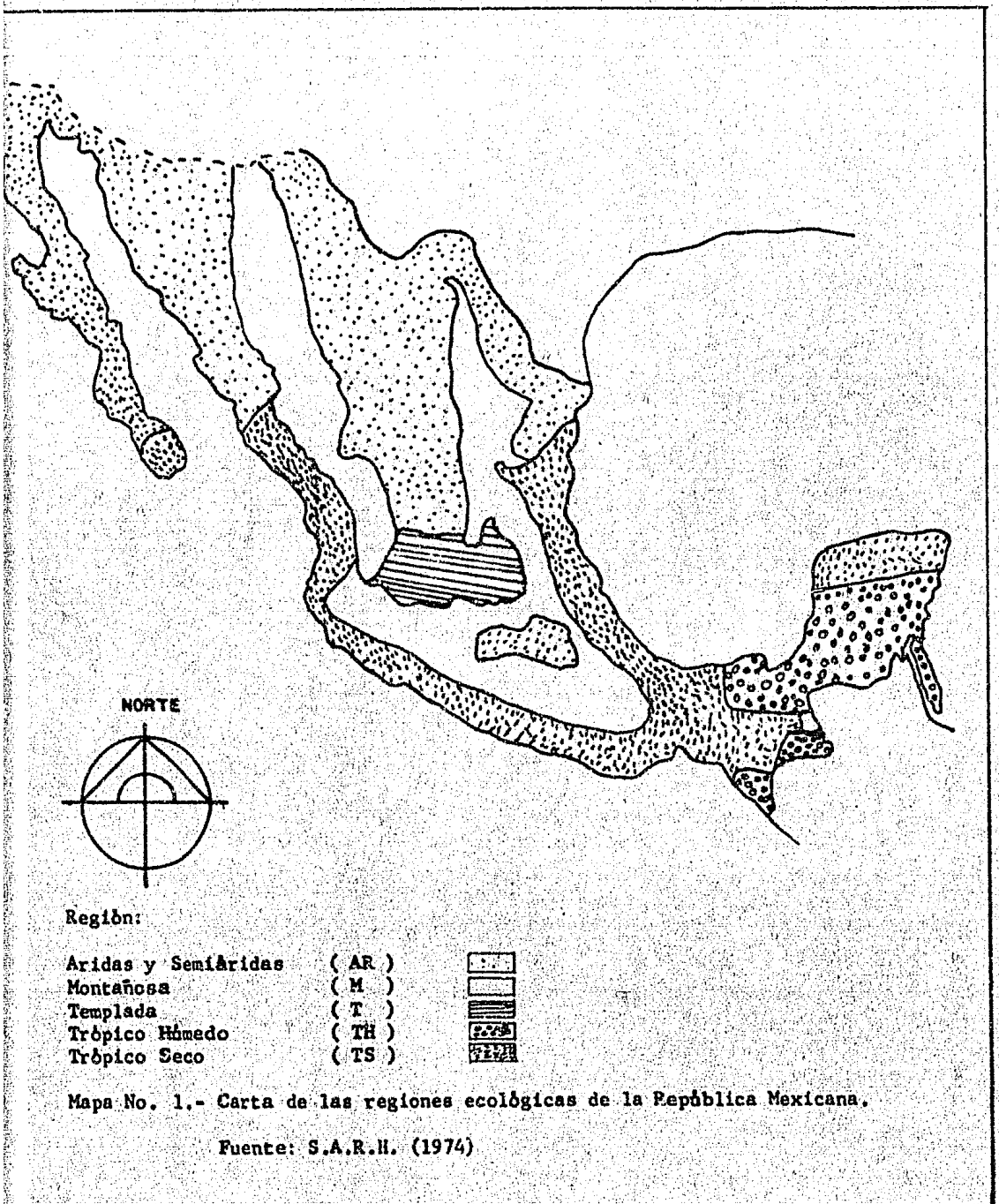
El clima es semiseco como de estepa con precipitaciones de 400 mm a 900 mm como promedio anual, la temperatura promedio anual es de 18° C .

- Región Tropical Húmeda.

Esta se caracteriza por la presencia de vegetación alta o mediana, lluvias de foresta, también tiene componentes de enramadas de valor maderero. México es muy afortunado al poseer muchas áreas pequeñas de varios tipos de llanos de sabana en casi todas estas zonas tropicales tienen alta o media foresta substitución de la jungla por pastura de Panicum Maximum (pasto guinea) y otros pastos forrajeros, permitirán mayor producción ganadera en el futuro.

En ésta región la mayor característica distintiva es una temperatura mínima de 18°C en los meses fríos con una precipitación anual tan alta hasta de 1200 mm.

El mantenimiento de un alto nivel de producción en las regiones calurosas, se hace difícil debido al exceso de calor que ha de dispersar el animal. Además del que impone el medio (Hafez, 1972) . A esto se debe agregar falta de técnicas adecuadas de explotación, enfermedades y parásitos, además de ba



jo valor proteico de los forrajes.

- Región Tropical Seca .

Esta región incluye la costa desde el nivel del mar hasta 600 metros de altura con una precipitación anual desde 600 mm a 1200 mm, el clima es caluroso, con promedio de temperatura mayor de 18°C durante los meses fríos, la estación de lluvias es en el verano.

- Región Montañosa.

Esta región está caracterizada por elevaciones de más de 1000 metros y temperatura de 17°C y más bajo en las montañas del norte. (Seminario Internacional Sobre Crianza de Ganado Tropical, 1974).

El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática en 1984 publicó el mapa de los climas de la República Mexicana, dicha publicación es una adaptación de los climas según Koppen modificado por García. En la carta climática se describen los siguientes climas para el territorio Nacional. (Mapa No. 2) .

A	Climas cálidos.
Af	Tipos cálidos subhúmedos con lluvias todo el año.
Am	Tipos cálidos húmedos con abundante lluvia en verano, que compensa la sequía de invierno.
Aw 2	Tipo cálidos subhúmedos con lluvias en verano. Los más húmedos de los cálidos subhúmedos.
Aw 1	Tipo cálidos subhúmedos con lluvias en verano. De humedad media entre los cálidos subhúmedos.
Aw 0	Tipos cálidos subhúmedos con lluvias en verano. Los menos húmedos de los cálidos subhúmedos.
AC	Climas semicálidos.
	(Agrupa los dos subgrupos semicálidos: A(C) y (A)C.

ACf	Tipos semicálidos húmedos con lluvias todo el año.
ACm	Tipos semicálidos húmedos con abundantes lluvias en verano, que compensan la sequía de invierno.
ACw ₂	Tipos semicálidos subhúmedos con lluvias en verano. Los más húmedos de los semicálidos subhúmedos.
ACw ₁	Tipos semicálidos subhúmedos con lluvias en verano. De humedad media entre los semicálidos subhúmedos.
ACw ₀	Tipos semicálidos subhúmedos con lluvias en verano. Los menos húmedos de los semicálidos subhúmedos.
ACx'	Tipos semicálidos con lluvias escasas en todo el año.
C	Climas templados.
C(f)	Tipos templados con lluvias todo el año.
C(m)	Tipos templados húmedos con abundantes lluvias en verano, que compensan la sequía de invierno.
C(w ₂)	Tipos templados subhúmedos con lluvias en verano. Los más húmedos de los templados subhúmedos.
C(w ₁)	Tipos templados subhúmedos con lluvias en verano. De humedad media entre los templados subhúmedos.
C(w ₀)	Tipos templados subhúmedos con lluvias en verano. Los menos húmedos de los templados subhúmedos.
Cs	Tipos templados subhúmedos con lluvias en invierno.
Cx'	Tipos templados subhúmedos con lluvias escasas todo el año.
C(E)	Climas semifríos.

- C(E)(m) Tipos semifríos húmedos con abundantes lluvias en verano, que compensan la sequía de invierno.
- C(E)(w₂) Tipos semifríos con lluvias en verano. Los más húmedos de los semifríos subhúmedos.
- C(E)(w₁) Tipos semifríos subhúmedos con lluvias en verano. De humedad media entre los semifríos subhúmedos.
- C(E)(s₁) Tipos semifríos subhúmedos con lluvias en invierno.
- C(E)(x') Tipos semifríos subhúmedos con lluvias escasas todo el año.
- BS₁ Climas semisecos.
- BS₁(h')h Subtipos semisecos muy cálidos.
- BS₁h Subtipos semisecos semicálidos.
- BS₁k Subtipos semisecos templados.
- BS₁k'' Subtipos semisecos semifríos.
- BS₀ Climas secos.
- BS₀(h')h Subtipos secos muy cálidos.
- BS₀h Subtipos secos semicálidos.
- BS₀k Subtipos secos templados.
- BSk
- Bw Climas muy secos.
- BW(h')h Subtipos muy secos muy cálidos.
- BWh Subtipos muy secos semicálidos.
- BWk Subtipos muy secos templados.

E	Climas frios y muy frios.
E(T)h	Tipos frios.
Efh	Tipos muy frios.

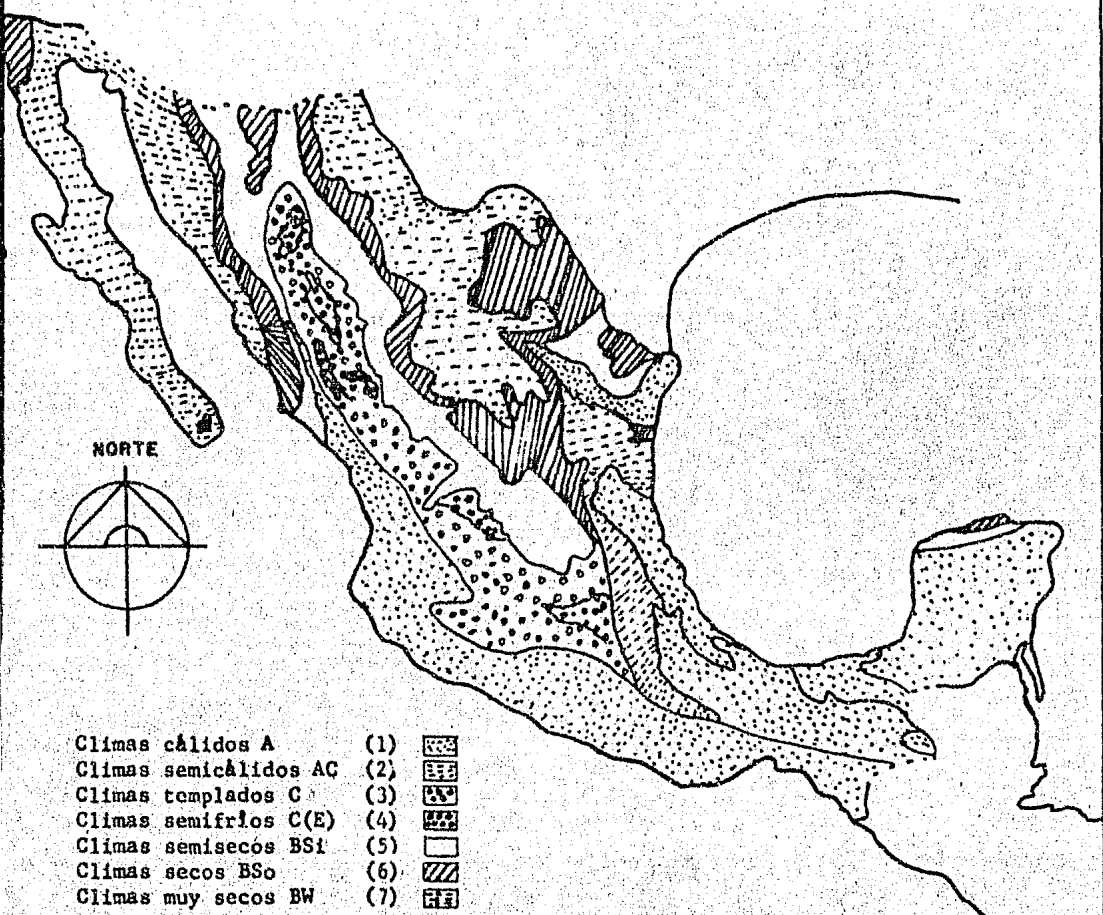
2.3.- Macrolocalización.

La República Mexicana se encuentra delimitada hacia la parte Norte por el paralelo $32^{\circ} 43'$ de latitud Norte, correspondiente a la confluencia del Río Gila y Colorado en la frontera de México con Estados Unidos. Al Sur la indica el paralelo $14^{\circ} 33'$ de latitud Norte y se ubica en la desembocadura del Río Suchiate en la frontera de México con Guatemala.

Las longitudes geográficas externas son:

La más Oriental la que marca el meridiano $86^{\circ} 46'$ de latitud Oeste de --- Greenwich y corresponde al límite Oriente de la Isla de Cozumel e Isla Mujeres en el Mar de las Antillas.

La más Occidental la que fija el meridiano $117^{\circ} 8'$ Oeste de Greenwich y -- que se localiza frente a la costa Noreste de Baja California en el Océano Pacífico. Estas coordenadas corresponden al extremo continental, pero en razón



Mapa No. 2.- Carta de climas de la República Mexicana según Koppen modificado por García.

Fuente: S.P.P. (1985)

de que la Isla de Guadalupe, situada en el Océano Pacífico es parte del territorio Nacional, la coordenada externa es la del meridiano $118^{\circ} 20'$ como ejemplifica el Mapa No. 3 .

El territorio Nacional se extiende dentro de dos grandes zonas térmicas la templada que se localiza al Norte y la tropical que se ubica al Sur del suelo Nacional. Estas zonas están divididas por el Trópico de Cáncer situado en la latitud $23^{\circ} 27'$ Norte, atraviesa el país a la altura de los estados de ; Tamaulipas; Nuevo León ; San Luis Potosí ; Zacatecas; Durango; Sinaloa y Baja California.

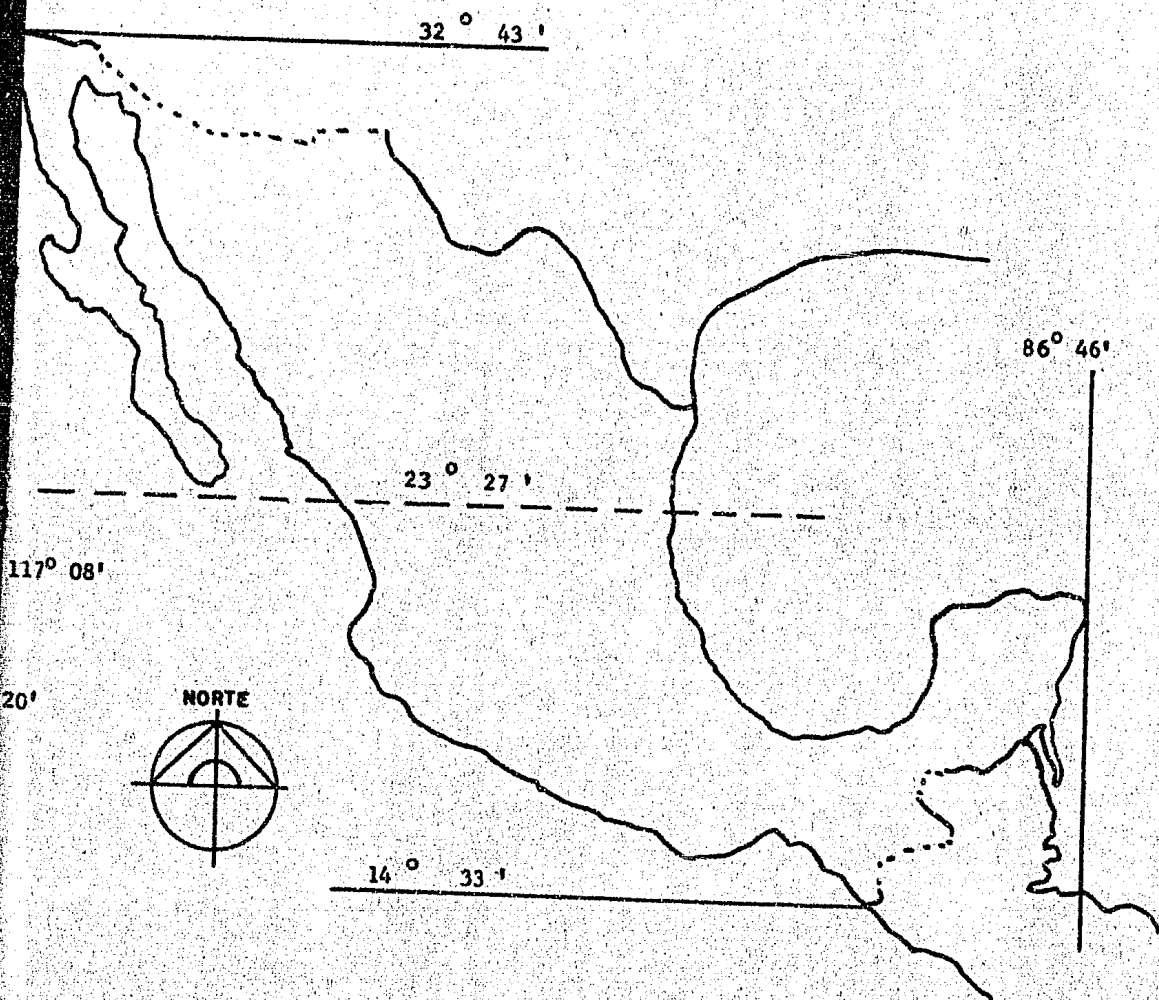
El Territorio Nacional se encuentra delimitado hacia el Norte por los Estados Unidos de Norteamérica, en su parte Sur-occidental se encuentran; Belice y Guatemala, al occidente colinda con el Golfo de México, perteneciente al Océano Atlántico y al Oriente con el Océano Pacífico. (Mapa No. 4)

2.4.- Microlocalización.

El Estado de México se encuentra localizado en la parte central del país - envolviendo prácticamente al Distrito Federal limitada al Norte por Querétaro e Hidalgo, al Este con Tlaxcala y Puebla, al Sur con el Distrito Federal , Morelos, Guerrero y al Oeste con Michoacán . (Mapa No. 5)

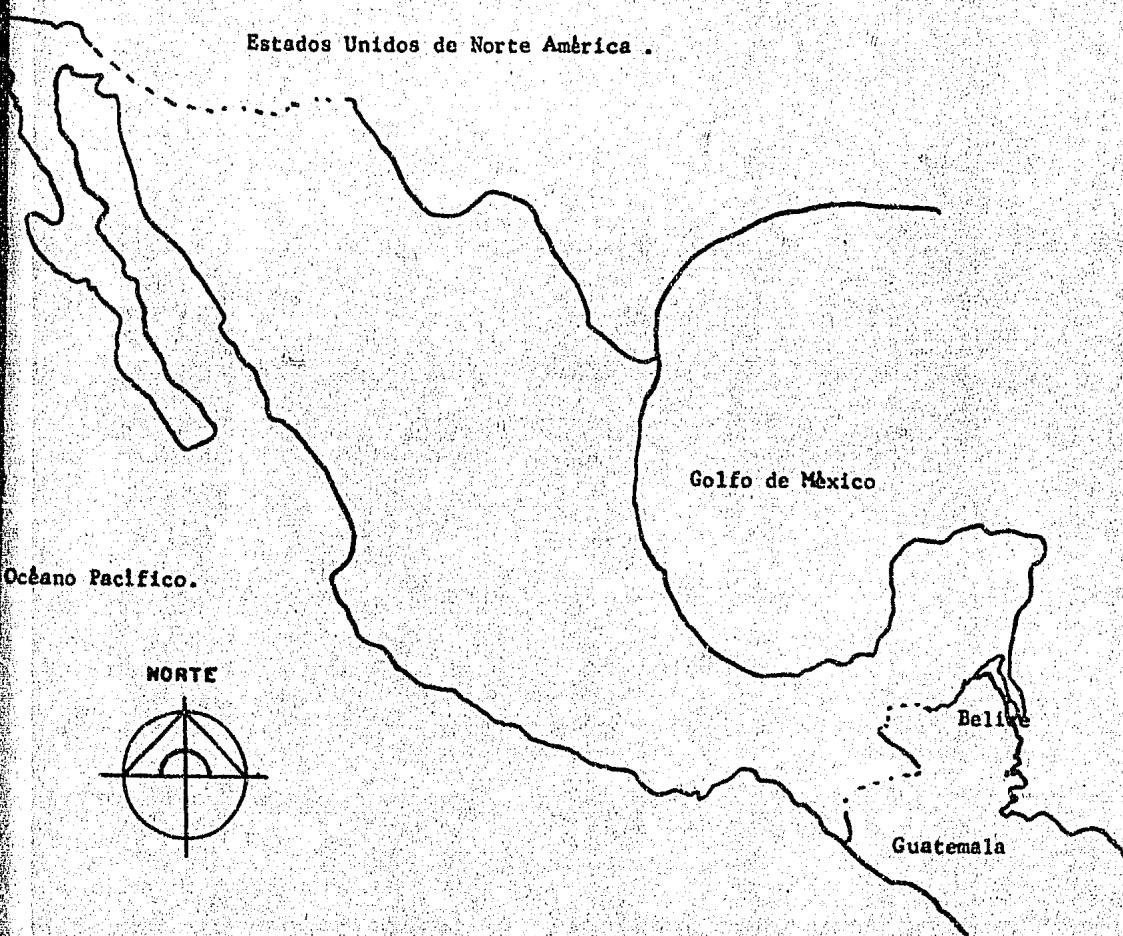
Su localización sobre el eje Neovolcánico, determina que en toda su extensión se encuentran parajes altos y montañosos en su parte Norte y centro, forma parte de la altiplanicie meridional en su porción oriental se extiende en la cuenca de México, al Sur comprendido dentro de la cuenca del Río Balsas. Su extensión es de $21,456.5 \text{ Km}^2$, ocupa el 3er. lugar por el número de habitantes . Dentro de la entidad se localizan 4 conjuntos montañosos:

La Sierra Nevada en el extremo Oeste del Estado que la limita con Puebla - y Tlaxcala y comprende al Popocatepetl e Iztaccihuatl, la Sierra de Zacoalpan al Sur de la Sierra de Jojutitlán y Calmangacho al Norte y la Sierra del A--



Mapa No. 3.-Coordenadas geográficas de la República Mexicana.

Fuente: Sánchez (1971)



Mapa No. 4.- Delimitación Geográfica de la República Mexicana.

Fuente: Sánchez (1971)

jusco, de las Cruces la del Monte Alto y la de Guadalupe el Nevado de Toluca está localizado en dirección Sureste-Noreste y es una elevación muy prominente.

El Estado está dividido hidrográficamente en 4 grandes porciones: la cuenca del Río Lerma que comprende las cuencas de Presas Solís y Presa de Tepec con usos principalmente agropecuarios.

La cuenca del Río Balsas con 3 cuencas;

La de Cutzamala, la de Colintla y la de Amacuzac, cuya corriente es aprovechada en la generación de energía eléctrica.

La cuenca Moctezuma, Panuco parte de la cual está en el Estado de México y comprende la cuenca del Río San Juan y del Río Tula cuyas corrientes son utilizadas en actividades agropecuarias.

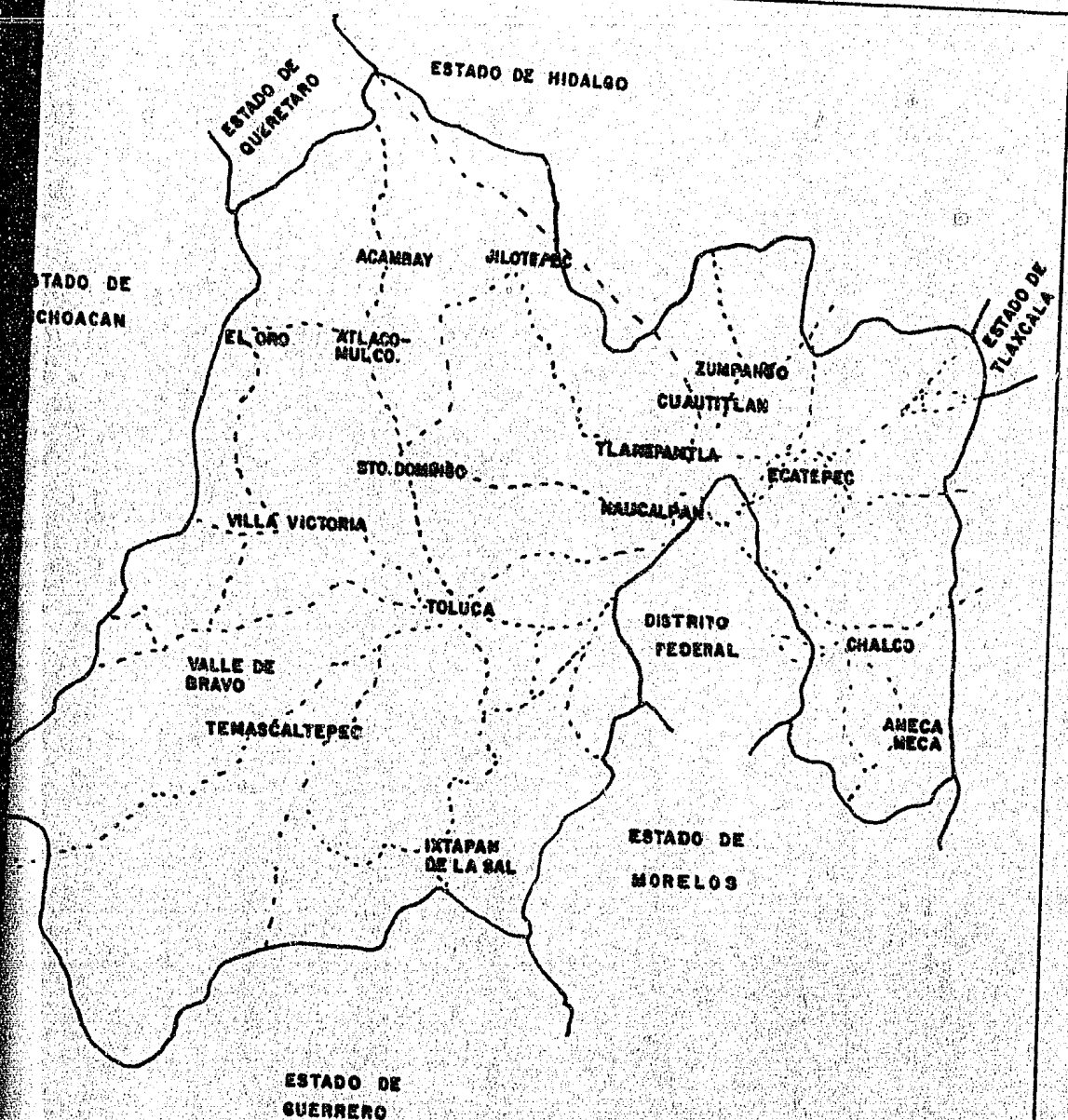
La cuenca de México con 4 cuencas dentro del Estado que son : Cd. de México, Lago de Texcoco, Río de las Avenidas y Tajo de Nochistongo.

Las Áreas productivas más importantes están en el Valle de Toluca y Bravo cuenca de México y Acambay.

- Los principales productos agrícolas son:

Maíz, alfalfa, haba, chícharo, trigo y frutas; el maíz ocupa el 81 % de la tierra de labor con rendimientos superior al resto del país. Su contribución a la producción Nacional de éste cultivo es de 8 %.

La actividad pecuaria está representada por la cría de bovinos, porcinos, ovinos, caprinos y aves, de ellos se obtiene carne, leche, lana y huevo principalmente, dichas actividades se desarrollan en la zona de Toluca, Valle de México y al Norte del Estado. Dentro del sector forestal los recursos potenciales suman alrededor de 574000 hectáreas de bosques comercialmente explotables entre los que se destacan el pino, encino y el ouamel, el aprovechamiento hidráulico se practica a baja escala, la Acuacultura con especies como la



Mapa No. 5.- Delimitaciones Geográficas del Edo. de México y algunas poblaciones.

Fuente: Sánchez (1971)

carpa de israel, trucha y charal que sirven únicamente para el consumo doméstico.

Las regiones climáticas del Estado aparecen en el Mapa No. 6 .

2.5.- Area de Chapingo.

- Localización.

Se localiza dentro del Valle de México en la zona del Plan Lago de Texcoco, abarcando ocho sub-cuencas de la cuenca del vaso de Texcoco, que son las formadas por las corrientes temporales torrenciales, llamadas regionalmente ríos: Xalampango, Coaxcacoaco, Texcoco, Chapingo, San Bernardino, Santa Mónica, Coatepec y Chimalhuacán .

Se encuentra situada aproximadamente entre los $19^{\circ} 22' 00''$ de latitud -- Norte y entre los $19^{\circ} 35' 27''$ de latitud Norte y entre los $98^{\circ} 39' 50''$ y los $98^{\circ} 56' 44''$ de longitud Oeste. Cubriendo una superficie de 34,500 hectáreas (Ortiz,1977) .

- Clima

El clima presenta variaciones fuertes, observándose una temperatura media anual de 5°C en la cima de la Sierra de Rio Frio con altitud menor a los 2300 metros . Las precipitaciones anuales varían respectivamente entre los 1,200 mm y 600 mm.

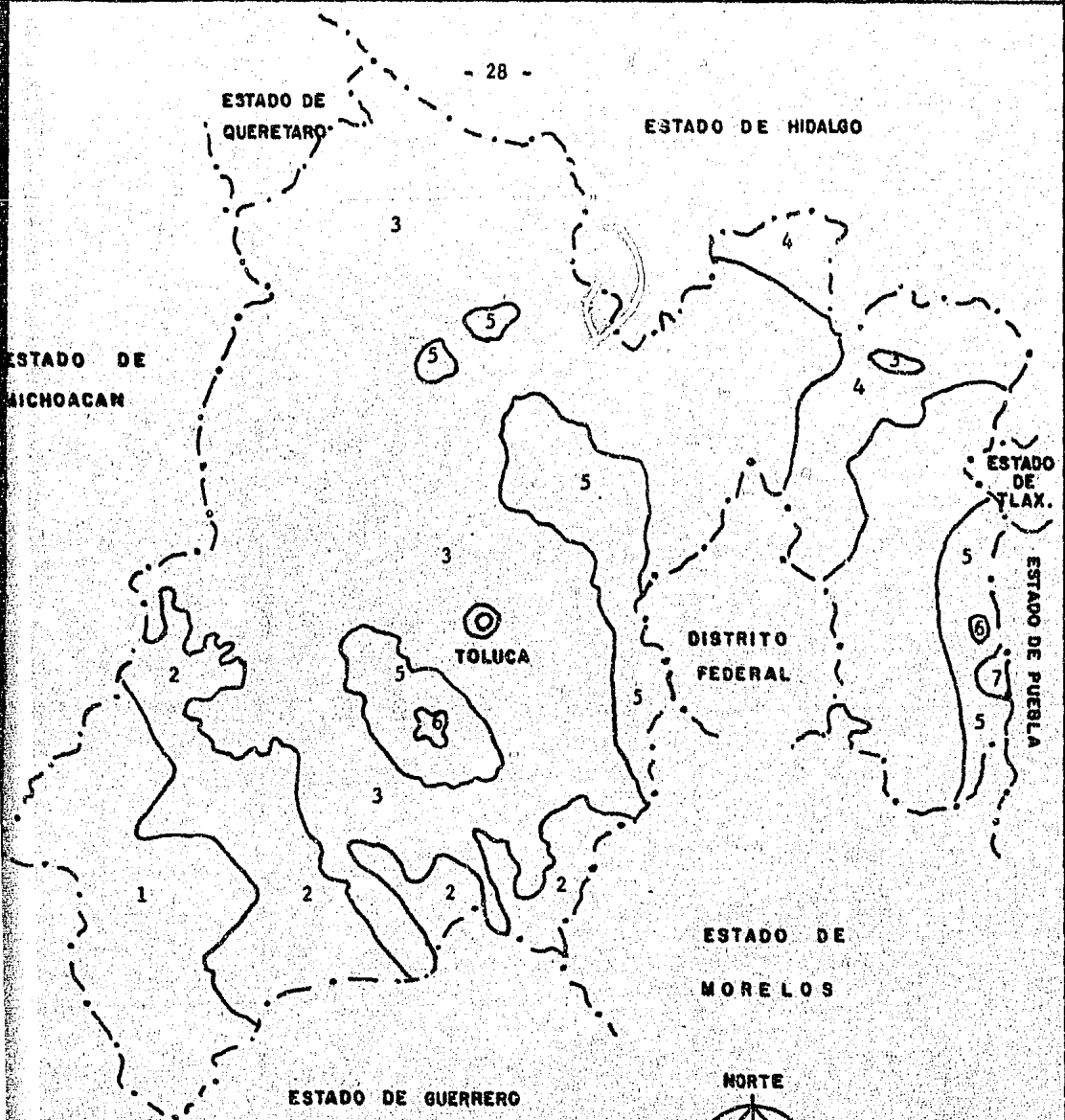
De acuerdo con Garcia (1968) dentro del Área estudiada se tienen cuatro tipos climáticos distribuidos de la siguiente forma:

- En la zona del ex lago de Texcoco un BSKw (w)(i') templado, semi-seco, con una precipitación media anual de 600 mm , con régimen de lluvias en verano, una temperatura media anual entre 12°C y 18°C y con una oscilación de temperatura entre 5°C y 7°C . En la carta de climas de CETENAL se reporta también este clima para la zona de lomeríos.

- En las áreas planas más cercanas a los lomeríos se tiene un clima C(w₀)(w)b(i) templado subhúmedo, con una precipitación anual de 700 mm con régimen de lluvias en verano, temperatura media anual entre 12° C y 18° C y con una oscilación térmica entre 5° C y 7° C .

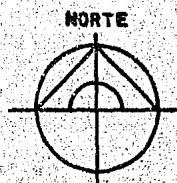
- En la zona de lomeríos, hacia las estibaciones de la Sierra de -- Río Frio un C(w₁) (w) b(i) templado subhúmedo, con una precipitación media anual entre 800 mm y 900 mm, régimen de lluvias en verano, temperatura media anual entre 12° C y 18° C con una oscilación de temperatura entre 5° C y 7° C .

- En las laderas montañosas un C (w₂) (w) b(i') templado subhúmedo, - con una precipitación media anual de 900mm a 1,200 mm, régimen de -- lluvias en verano, temperatura media anual entre 10° C y 11° C y -- con una oscilación térmica entre 5° C y 7° C .



Climas.

Cálido subhúmedo	(1)
Semicálido subhúmedo	(2)
Templado subhúmedo	(3)
Templado semiseco	(4)
Semifrio subhúmedo	(5)
Frio	(6)
Muy frios	(7)



Mapa No. 6.- Climas del Edo. de México.

Fuente: I.B.P.E.S.

3.- Materiales y Métodos.

Para la elaboración del proyecto de prefactibilidad de la cámara climática se usaron datos proporcionados por la Central Meteorológica de la Universidad Autónoma de Chapingo, así como los datos que la investigación en cuanto a los costes de los materiales de construcción fueron obtenidos, además de la investigación bibliográfica respectiva extraída de diversas fuentes de la literatura especializada en acondicionamiento climático.

3.1.- Datos del observatorio de la Universidad Autónoma de Chapingo.

La cámara climática pretende construirse en el área de Chapingo, por lo que anexamos datos obtenidos del Meteorológico de la Universidad Autónoma de Chapingo, que fueron de utilidad para la realización de este proyecto de prefactibilidad y que se presentan en los cuadros No. 2 al cuadro No. 6.

Mes.	% Mínimo	% Máximo
Enero	8	100
Febrero	10	100
Marzo	12	100
Abril	14	100
Mayo	16	100
Junio	11	100
Julio	27	100
Agosto	30	100
Septiembre	26	100
Octubre	12	100
Noviembre	18	100
Diciembre	16	100

Cuadro No. 2.- Valores mínimos y máximos de humedad relativa en % durante 12 meses del año obtenidos del Meteorológico de la Universidad Autónoma de Chapingo (1983).

Mes	6 A.M.		9 A.M.		12 A.M.		3 P.M.		6 P.M.	
	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.
Enero	12.3	-1.9	15.6	3.8	21.8	9.9	23.8	12.9	18.9	12.7
Febrero	11.8	-1.8	17.2	5.6	22.6	10.2	25.1	8.0	22.4	7.0
Marzo	13.0	-0.5	18.6	9.0	25.2	9.4	25.3	17.0	24.6	9.2
Abril	15.6	6.3	22.4	13.2	29.3	21.6	31.6	23.0	25.3	18.3
Mayo	15.4	7.7	22.9	13.6	29.8	21.9	34.2	18.2	27.8	17.6
Junio	18.0	8.6	22.9	16.0	26.8	20.0	29.5	16.9	25.6	16.9
Julio	14.5	8.3	19.6	14.8	23.0	19.0	25.3	17.0	22.2	15.8
Agosto	13.7	7.3	18.2	13.2	23.1	17.6	26.6	16.1	23.8	13.0
Septiembre	14.7	5.8	19.2	12.7	23.2	14.6	25.3	17.2	21.4	16.0
Octubre	11.2	4.0	17.6	9.0	22.9	17.5	25.8	16.1	22.0	12.7
Noviembre	13.1	0.3	18.2	11.2	23.1	18.3	24.4	16.0	20.1	15.2
Diciembre	8.1	-2.0	14.2	2.8	21.5	8.8	24.8	16.3	20.8	13.9

Cuadro No. 3.- Valores mínimos y máximos de temperatura bulbo seco en ° C durante 12 meses de año a diferentes horas del día obtenidas del Meteorológico de la Universidad Autónoma de Chapingo (1983)

Mes	6 A.M.		9 A.M.		12 A.M.		3 P.M.		6 P.M.	
	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.
Enero	10.6	-3.5	8.4	2.4	11.4	6.2	10.3	6.7	10.0	5.8
Febrero	8.3	-4.2	10.0	1.0	12.0	5.3	11.4	6.0	8.5	4.6
Marzo	8.8	-5.4	10.0	4.0	12.3	9.2	12.4	9.0	10.8	5.5
Abril	8.6	2.0	14.2	9.3	15.0	11.0	15.6	11.6	13.0	9.2
Mayo	14.0	5.0	17.2	10.2	17.6	11.2	18.1	11.3	18.0	10.1
Junio	17.0	4.5	17.5	10.0	18.4	11.5	17.4	11.8	17.0	9.9
Julio	14.5	8.3	17.5	11.8	17.6	12.0	17.1	12.0	18.0	19.3
Agosto	13.6	7.3	16.0	11.5	16.0	12.5	15.9	12.7	16.6	12.0
Septiembre	14.7	7.4	16.9	10.0	21.6	12.2	20.3	11.5	17.9	9.6
Octubre	10.8	5.0	15.1	10.2	15.6	8.8	16.1	4.6	16.7	4.5
Noviembre	13.1	0.3	14.8	9.1	13.7	10.6	14.1	9.8	14.6	8.1
Diciembre	9.1	-2.0	12.2	2.8	13.4	6.2	14.0	9.3	13.1	7.3

Cuadro No. 4.- Valores mínimos y máximos de temperatura bulbo húmedo en ° C

durante 12 meses del año a diferentes horas del día obtenidas del Meteorológico de la Universidad Autónoma de Chapingo (1983).

Mes.	Dirección	Velocidad m/s
Enero	SW	0.8
Febrero	SW	1.0
Marzo	SW	1.1
Abril	SW	1.0
Mayo	SW	0.8
Junio	NW	0.8
Julio	NW	0.6
Agosto	NW	0.6
Septiembre	NW	0.8
Octubre	NW	0.8
Noviembre	SW	0.7
Diciembre	SW	0.8

Cuadro No. 5.- Dirección y velocidad de vientos dominantes en m/s durante 12 meses del año obtenidos del Meteorológico de la Universidad Autónoma de Chapingo (1983).

Mes.	Dirección	Velocidad máxima m/s
Enero	SW	12.3
Febrero	SW	17.8
Marzo	SW	14.8
Abril	SW	11.9
Mayo	SW	11.6
Junio	NE	9.8
Julio	SE	9.3
Agosto	NE	11.0
Septiembre	NE	4.8
Octubre	NE	9.8
Noviembre	SE	7.8
Diciembre	SW	5.2

Cuadro No. 6.- Dirección y velocidad máxima de vientos de velocidad en m/s durante 12 meses del año obtenidos del Meteorológico de la Universidad Autónoma de Chapingo (1983).

3.2.- Construcciones.

Al plantearse la construcción de la cámara climática se hizo necesario - determinar los materiales que sería factible emplear en ella. Para ésto se realizó un estudio de cada uno de los componentes que forman un alojamiento animal.

De acuerdo con Ensminger para una construcción pecuaria se debe tomar en cuenta el provisionamiento de agua, topografía del terreno, tamaño y forma de la construcción etc.

En este estudio se consideraron los aspectos constructivos de las estructuras que componen el alojamiento de bovinos lecheros.

3.2.1.- Muros.

Los materiales más comunes en la construcción de alojamientos para animales son: ladrillo, bloque de hormigón, hormigón prefabricado, madera, hierro galvanizado, madera contraplacada, fibrocemento y materiales aislantes.

La elección del material dependerá del grado de resistencia que se necesite conseguir. Las estructuras que van a estar en contacto directo con grandes animales habrán de ser mucho más resistentes, por lo menos en las partes más bajas de la pared (Sainsbury, 1974).

De igual modo se debe considerar el grado de aislamiento térmico que se requiere, lo cual depende de la localización de la construcción y de las necesidades ambientales del animal. Del mismo modo se considera la construcción respecto a la higiene, existe el enorme riesgo de construir edificaciones que actúen de reservorio de organismos patógenos a no ser que se pueda desinfectar cómoda y eficazmente los materiales que los integran. Esto obliga a la necesidad de que sean de superficie lisa e impermeable y que presenten un mínimo de juntas donde puedan acumularse la suciedad (Sainsbury, 1974).

A este respecto Matallan, recomienda la supresión de grietas y ángulos en las paredes, así como un alicatado de azulejo blanco a base de piezas de 20 cm. por 20 cm. , con sus hiladas terminales romas, a una altura de 1.6 metros ó 1.8 metros (Matallan, 1959).

3.2.2.- Suelos.

Los suelos deben reunir ciertas características: duraderos, no resbaladizo, impermeables al agua y a la orina, fácilmente limpiables, resistentes a ciertos agentes químicos a la orina y a determinados alimentos, como el suero de leche o la leche desnatada, resistentes a la humedad, aislados térmicamente -

donde están en contacto directo con los animales.

El hormigón parece ser el material más apropiado en cualquier parte, aunque también se han empleado ciertos suelos asfálticos en algunos establos, -- principalmente para mejorar el aislamiento y proporcionar a los animales echados una superficie más caliente. Sin embargo en tal caso es mejor colocar una capa de material aislante por debajo de la superficie impermeable. En aquellos alojamientos que no vayan a emplearse cama, resulta muy conveniente aislar el pavimento sobre el que han de reposar los animales (García-Vaquero, 1979) .

Los suelos deben tener un acabado panelado a base de hormigón cuidadosamente nivelado y con piedras de granito como árido fino, siendo el árido grueso el que constituya la superficie expuesta al roce. Es conveniente añadir cualquier endurecedor de cemento para obtener una superficie impermeable y -- que no se desgaste, entre los endurecedores se puede incluir el silicato de sodio y el fluosilicato zinc y de magnesio, entre otros (Sainsbury, 1974) .

El suelo debe tener acabado antideslizante, independiente de las estrias -- que pueda tener, es decir que ha de ser de superficie rugosa, la cual puede -- conseguirse fácilmente utilizando una llana de madera o "picándola" con una -- escoba o un pisón ligero(Sainsbury, 1974), esto en los lugares donde ha de -- pasar el ganado. Frecuentemente dentro del mismo establo se construyen tres tipos de pavimento, uno en los pasillos de alimentación y en los pasillos de servicio, otros en las plazas directamente ocupadas por el ganado (Matallan, -- 1959) y otros en los pasillos de acceso para animales.

3.2.3.- Techos.

Los dos tipos principales de techos son :

- Cubierta de doble pendiente.
- Cubierta de una pendiente.

Se dispone de varios materiales para techar las construcciones animales , incluyendo tejas, pizarra, tablas de cedro , hierro galvanizado y tejas, planchas de fibrocemento . Las que gozan de más popularidad son las chapas onduladas de fibrocemento y de aluminio, entre cuyas mayores ventajas destacan - su bajo precio, incombustibilidad, fácil instalación y vida razonablemente larga. (Sainsbury, 1974) .

Todos estos materiales son aislantes deficientes y poco satisfactorios por sí mismos para un alojamiento de ambiente regulado, por lo que habrá de colocarse debajo de los mismos una capa aislante, la cual podrá seguir la inclinación del techo si la pendiente es ligera y si las paredes no son excesivamente altas.

El uso de cubierta de fibrocemento en alojamientos cerrados obliga a emplear aislantes térmicos, si se pretende conseguir una adecuada condición interna de ambiente (García-Vaquero 1979) . Pero el uso de aislantes térmicos en este caso ocasiona ciertos problemas debido a su forma de empleo. Si se utiliza polietileno expandido, los gases del alojamiento principalmente - el amoníaco afectan a su estabilidad además de permitir asilo a roedores etc. (García- Vaquero, 1979) . Además dada su naturaleza y forma de colocación - no es posible su limpieza por manguero o vapor .

Es conveniente aclarar que la posibilidad de controlar el ambiente de un alojamiento queda reducido a edificios cerrados (García-Vaquero, 1979) , - por las necesidades de este proyecto, se debe emplear para la construcción - del techo un material de larga duración y excelente resistencia como es la losa de concreto. Ya que de emplear los materiales convencionales para la construcción de techos en alojamientos animales, éstos disminuirán considerablemente su durabilidad debido al ambiente que se pretende predominar en el interior de la cámara climática . Referente a la altura del techo se esta

blece entre 2.55 metros y 3.5 metros (Matallan, 1959). En los Estados Unidos admiten alturas de 2.3 metros a 2.4 metros para climas fríos llegando hasta 2.7 metros en zonas templadas y rebasando estas dimensiones en regiones más calurosas .

3.2.4.- Aislamiento térmico.

La primera necesidad de una construcción destinada a albergar animales con ambiente completamente regulado, consiste en el aislamiento térmico de sus estructuras, no sólo para evitar la pérdida de calor si no también para impedir el calentamiento del interior en tiempo caluroso. El aislamiento térmico no sólo sirve para retener el calor en invierno sino también para mantener el edificio fresco en verano. Ayuda a evitar la condensación y la humedad reduciendo los gastos de calefacción y contribuyen a mantener las condiciones del alojamiento uniformes . Económicamente ejerce sobre el ganado un efecto vital ya que un ambiente óptimo mantiene al mínimo el consumo de alimento y favorece el crecimiento y la buena salud (Sainsbury , 1974) .

Para aislar las paredes se usan muchos materiales, como paredes huecas de ladrillo, bloques aislantes de hormigón, placas de fibra de vidrio , etc.

La aplicación de una capa aislante en los lugares del edificio donde el ganado ha de estar en contacto directo con el suelo, es muy recomendable ; un buen suelo constará de las siguientes capas, enumeradas de abajo hacia arriba: un firme, capa de hormigón , capa impermeable, capa aislante y capa de cemento. La impermeable puede ser de plietileno, papel encerado, fieltro de techar o chapopote .

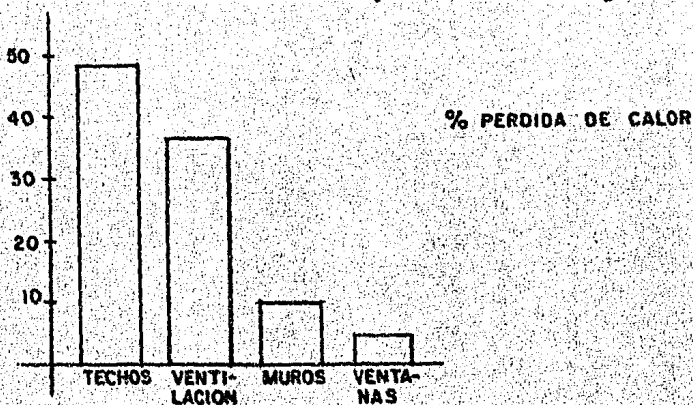
Cualquier superficie lisa y brillante reflejará la mayor parte del calor que se irradie hacia ella, por lo que será de enorme eficacia recubrir el interior del alojamiento con papel de aluminio o mosaico, que conservará las radiaciones calóricas procedentes de los animales, estufas o lámparas e incluso

de otras partes del mismo edificio.

Con cualquier tipo de ganado, la ausencia de ventanas servirá siempre para controlar mejor algunos problemas de comportamiento animal, tales como peleas, canibalismo e hiperactividad. Por lo que respecta al aislamiento, la ausencia de ventanas elimina una notable fuente de pérdida de calor y de condensaciones. Si a pesar de lo dicho hay que hacer ventanas, conviene hacerlas con doble cristal encerrando una cámara de aire, lo que no resulta caro (Sainsbury, -- 1974) .

La reducción del volumen total de los alojamientos animales al mínimo exigido será de gran ayuda en el mantenimiento de la temperatura, en invierno a la vez que disminuirá los costos. Es también de gran importancia el disponer de un drenaje eficaz alrededor del edificio, pues de lo contrario los suelos estarán permanentemente húmedos, lo que no es raro en numerosas construcciones. Estos suelos serán con toda certeza fríos y pueden enfriar al ganado, en papando además cualquier tipo de cama que se ponga sobre ellos.

Por otra parte las pérdidas de calor de un alojamiento para becerros en una construcción no aislada se encuentran representadas en la gráfica No.1 .



Gráfica No. 1.- Pérdidas de calor en porcentaje através de las estructuras que constituyen un alojamiento para becerros no aislado térmicamente. Fuente: Sainsbury (1974,) .

Para valorar la eficacia relativa de los diferentes materiales aislantes y tipos de construcciones, se han establecido ciertos factores que facilitan la comparación numérica exacta entre los distintos materiales empleados en la construcción.

Cada uno de los materiales empleados en la construcción, tienen una determinada conductividad térmica o valor K el cual expresa la cantidad de calor en unidades térmicas británicas (Btu), transmitidas en una hora, por 1 pie cuadrado de material de 1 pulgada de espesor y con una diferencia de temperatura de $1^{\circ} F$, entre sus superficies interna y externa. Esto significa que cuanto menor sea el valor K mejor será el aislamiento.

El valor de la pérdida de calor através de una estructura compleja se conoce como valor U, que expresa la cantidad de calor en Btu, transmitida en una hora, através de un pie cuadrado de la construcción desde la superficie interna a la externa cuando existe una diferencia de temperatura de $1^{\circ} F$ entre una y otra.

Conociendo el valor K de los diferentes materiales de una estructura, es posible calcular el valor U del conjunto, como ocurre con el valor K, cuanto menor sea el valor U mejor es la capacidad aislante del conjunto.

Las sustancias o materiales difieren entre sí en la cantidad de calor necesaria para producir una elevación determinada de temperatura, sobre una masa dada. De esto podemos decir que al aplicar una cantidad de calor (Q) a un cuerpo, este experimentará una elevación de temperatura (Δt). La capacidad calorífica entonces la podemos obtener como el cociente de la cantidad de calor entre la elevación de la temperatura, como se observa a continuación :

$$\text{Capacidad calorífica} = \frac{Q - \text{Calorías} - \text{Btu}}{\Delta t - ^{\circ}C - ^{\circ}F}$$

Para obtener una cifra que sea característica de la sustancia de que está hecho el cuerpo se define el calor específico (C) por unidad de masa, de la siguiente manera:

$$C = \frac{\text{Capacidad calórica}}{\text{Unidad de masa}} = \frac{Q/\Delta t}{m} = \frac{\text{Btu/}^{\circ}\text{F/ libra}}{\text{Cal/}^{\circ}\text{C/ gramo.}}$$

De lo anterior se desprende que el calor que ha de suministrarse a un cuerpo de masa (M) cuyo calor específico (C) para aumentar su temperatura en (Δt) se puede determinar como sigue:

$$Q = mc \cdot \Delta t = mc (T_2 - T_1)$$

Donde: Q = Cantidad de calor.

m = Masa del cuerpo en libras.

c = Calor específico en grados .

T_2 = Temperatura mayor.

T_1 = Temperatura menor.

La conducción del calor puede tener lugar únicamente cuando las distintas partes del cuerpo se encuentran a temperaturas diferentes y la diferencia -- del flujo es siempre de mayor a menor temperatura.

Experimentalmente se encuentra que la cantidad de calor que atraviesa el cuerpo por unidad de tiempo, es directamente proporcional a la superficie y a que la diferencia de temperatura $T_2 - T_1$ es inversamente proporcional al espesor.

3.2.5.- Iluminación.

La luz es una forma de energía radiante, capaz de producir sensaciones visuales por medio de los ojos y el cerebro (Westinhouse , 1962) , al igual que es una fuente de calor. El calor depende de la longitud de onda de la luz, se emplea el lumen como unidad para expresar la producción luminosa de una -- fuente de luz.

Un lux es la iluminación en un punto " A " sobre un plano a una distancia de 1 metro en dirección perpendicular a una bujía.

La luz abundante tanto natural como artificial es indispensable, hay tres formas de obtener luz natural. (Sainsbury , 1974) .

- Mediante tragaluces en el techo.
- Mediante ventanas.
- Mediante puertas con la sección superior abatible.

Las normas empíricas para la iluminación natural son de 0.4 m^2 a 0.3 m^2 - por vaca. (Deane , 1961) . Como la situación de los establos y la altura del edificio influye en la distribución de la luz , una norma mucho más realista consiste en proporcionar una superficie de iluminación equivalente como mínimo a la décima parte del área total de piso (Deane, 1961) . Dentro de los requerimientos luminosos para los establos de acuerdo con García-Vaquero (1979) tenemos las siguientes especificaciones:

Pasillos de limpieza	150 lux a 200 lux
Pasillo de alimentación	20 lux
A nivel de abrevaderos	20 lux a 50 lux
A nivel de ubres	100 lumen a 150 lumen / m^2
A nivel de canal de (desagüe)	100 lumen a 150 lumen / m^2

Las lámparas fluorescentes resultan particularmente adecuadas y pueden reducir bastante el costo de la iluminación . Dos lámparas de 150 vatios a intervalos de 4.5 m. a 5 m. (cada cuatro vacas) a lo largo del establo, proporcionarán una intensidad de luz muy satisfactoria, he aquí algunas recomendaciones generales sobre iluminación artificial.

- Deberán disponerse luces a un ángulo suficientemente bajo para iluminar las ubres.
- Hay que repartir la luz . Una lámpara cada cuatro vacas es posiblemente el

minimo.

- Es conveniente que las partes altas y el techo del establo reciban cierta iluminación, con el fin de no trabajar dentro de un túnel de luz.
- Los pasillos de alimentación pueden requerir puntos de luz suplementarios.
- La necesaria protección y situación estudiada de los interruptores.

3.2.6.- Drenaje.

Las deyecciones y líquidos procedentes del establo desembocan a un desagüe exterior del edificio y desde ahí son dirigidos a un lugar adecuado para su aprovechamiento o manejo. El desagüe directamente al exterior puede ser por medio de un sifón o un sumidero, cuando los desagües han de conectarse al sistema general de alcantarillado, se impone el uso del sifón para evitar los gases nocivos y además ha de tener un recolector de arenas y tierras.

Las aguas negras se conducirán a la salida del sifón o sumidero, por medio de tuberías de 10 cm de diámetro, por lo menos, en los casos de drenajes importantes o de grandes caudales de agua, serán necesarias unas tuberías mayores para conducir los líquidos a los puntos de evacuación.

Se han estudiado distintos sistemas de evacuación que tienden a reducir la mano de obra y hacer menos desagradable este trabajo, mismos que se pueden clasificar en:

- Sistema mecánico.
- Sistema hidráulico.
- Suelos emparrillados.

El sistema mecánico consiste en el empleo de palas mecánicas y bandas sin fin. El sistema hidráulico se emplea en instalaciones que no utilizan cama para el ganado en establos de plaza corta. Suelo emparrillado consis-

te en disponer a los animales sobre una parrilla o conjunto de vigas que dejen entre sí, espacio suficiente para que las excretas sólidas y líquidas pasen entre ellas a una cámara de almacenamiento (Fernández , 1974).

3.2.7.- Divisiones del establo y sistemas de sujeción .

Las divisiones entre cada plaza del establo se pueden hacer con tubo de acero, prefabricadas de hormigón o construirse en sitio con ladrillos reforzados o mampostería y una cubierta de cemento, por yugo de cadena lateral (Sainsbury , 1974).

Las exigencias básicas para cualquier tipo de sujeción son:

- Rapidez de manejo para atar y desatar las reses.
- Comodidad para las vacas, al tiempo que les impida un excesivo desplazamiento en sentido frontal, para que las deyecciones no ensucien su compartimiento.

En la estabulación trabada y en el tipo de plaza corta tiene gran importancia el método de sujeción ya que la vaca requiere realizar sus movimientos -- con facilidad. Existen como métodos de sujeción el collar tipo americano, la cadena colgante y el amarre holandés, en sus 2 variedades de fijación vertical y horizontal.

La fijación tipo vertical es en la práctica una de las más utilizadas cuando se quiere prescindir de cama (Fernández , 1974).

Las divisiones de los establos dependen del sistema de estabulación que se esté empleando, existen dos sistemas de estabulación fija o trabada y estabulación libre (Fernández , 1974) y estabulación mixta (García-Vaquero, 1974), .

De estos tipos de estabulación la que es de interés para este proyecto es la estabulación fija, especialmente su variedad de plaza corta. Los animales acostumbrados a la estabulación libre no tardan en adaptarse a la fija (Gar

cia-Vaquero , 1979) .

La mayor parte de los modos de partición convenientemente instalados, dan buenos resultados aunque algunos de los más baratos de tipo tubular, permiten que las vacas se empujen mutuamente, si se utilizan cadenas como medio de sujeción es aconsejable adoptar algún sistema de suelte rápido para casos de emergencia, así como su ajuste en relación con los comederos. Las divisiones cualesquiera que sea su tipo, deben estar exentas de ángulos vivos o salientes, susceptibles de causar heridas a los animales. (Sainsbury , 1974).

Como datos para el proyecto de un sistema de estabulación de plaza corta podemos mencionar:

- Superficie del establo por vaca alojada 7.0 m^2 a 8.0 m^2 .
- Dimensión de la plaza dependiente de la raza. Si se prevee piso enrejillado la longitud será tal que los miembros posteriores descansen sobre las rejillas.
- Disposición de la plaza en fila o filas, cara acara o cola a cola.
- El comedero no sobresalga del suelo más de 30 cm. del lado de la vaca, pero puede ser mayor incluso de 90 cm. del lado opuesto, (García-Vaquero, -- 1979), la anchura varía de 0.50 metros a 1 metro .
- Bebederos automáticos que se sitúan en el comedero con objeto de que los derrames no caigan en la plaza. Se colocan a 55 cm. de altura.
- Sujeción mediante algún tipo de amarre.
- Pavimento con pendiente en dirección al drenaje debe estar aislado o provisto de alfombrilla de goma superpuesta o empotrada en la solera.

Existen dos sistemas principales para la estabulación de las vacas:

- Estabulación de una sola fila.
- Estabulación de doble fila.

La estabulación de doble fila con pasillo central ofrecen muchas ventajas,

tanto para la ordeña como para la limpieza, y el costo por cabeza es ligeramente inferior que en la estabulación de una sola fila.

El pasillo para la alimentación es opcional, tanto en uno como en otro sistema, en algunos establos de doble fila, las vacas se hayan dispuestas frente a frente, separadas por un pasillo central, destinado a todos los servicios, las desventajas de este diseño son el trabajo adicional en la limpieza de las paredes que en el sistema cola a cola se reduce al mínimo, en cambio la alimentación se simplifica.

El suelo debe tener cierta caída o inclinación, se considera razonable un 2 % y ha de ser uniforme en toda su superficie para que el declive sea constante desde el lugar que ocupan las vacas hasta el canal del desagüe.

El estancamiento de las deyecciones aumenta el peligro de que los animales resbalen. Por secciones, las pendientes serán de:

- Compartimiento (desde el pesebre hasta el borde del compartimiento)
25 mm ó 2 % .
- Canal del desagüe del centro a ambos bordes del pasillo, 15 mm a 25mm ó 3 %.
- Pasillo alimentador a canal lateral 15 % .
- De muro a comedero 1 % .

Al decidir las dimensiones de los diversos espacios del suelo es decir, de los pesebres, compartimientos, canal del desagüe y pasillo no hay que olvidar la finalidad de cada uno de ellos. Los compartimientos proporcionan un lugar donde la vaca puede permanecer de pie o echada en tal posición que sus deyecciones se depositarán en el canal del desagüe o en el pasillo de deyecciones donde son mínimas las posibilidades de que se ensucien tanto los animales como las camas. Por ello la plataforma deberá elevarse unos 15 cm a 20 cm la longitud del compartimiento depende de la raza de las vacas, de las dimensiones, altura del pesebre y del tipo de sujeción o amarre que se utilice.

Las medidas típicas para las distintas razas lecheras son; Frisonas 1.60 m, Ayresshire 1.50 m, Guernsey 1.45 m, Jersey 1.37 m. Cuando se emplean yugos para sujetar las vacas puede reducirse estas longitudes en 5 ó 6 cm. , los yugos además mantienen a las reses en mejor posición y posiblemente más limpias.

En términos generales el largo del pesebre varía de 1.9 metros a 2.25 metros (Hossain , 1984).

La anchura que suele darse a un compartimiento doble (para un par de vacas) es de 2.10 metros, aunque para razas pequeñas se requieren a veces ajustes del orden de los 7 cm a 10 cm . Las plazas individuales acostumbran medir entre 1.20 metros a 1.40 metros (Hossain , 1984) de ancho. Las plazas o compartimientos demasiado espaciosos permiten a la vaca colocarse diagonalmente y en consecuencia ensuciar la cama.

La longitud del compartimiento y la anchura del pesebre son dimensiones complementarias, tomadas en su conjunto no deberán ser inferiores a 2.30 metros.

Los pesebres o comederos deberán tener una anchura de 50 cm a 100 cm , espacio que debe concederse, incluso en el caso de que se omitan los pesebres.

Los materiales más adecuados son las piezas de hormigón prefabricado, el hormigón colocado en sitio, el ladrillo o piedra ó piedra con enlucido de cemento y las estructuras de metal. Los pesebres deben ir provistos de orificios de desagüe para facilitar su lavado.

Para coleccionar y transportar el estiércol los canales deben medir de 35 cm a 40 cm de ancho y de 15 cm a 20 cm de profundidad (Hossain , 1984) . Otro método consiste en suprimir el escalón junto al pasillo y labrar un canalillo en el suelo, de 6 cm de profundidad por 15 cm de anchura, que es mucho más apto para la limpieza mediante tractor.

Las dimensiones del pasillo drenaje central son de 1.2. metros a 1.30 me-

tros.

Finalmente es conveniente decir que la anchura de los compartimientos o plazas para el ganado pueden requerir ciertos ajustes según se trate de -5 animales de mayor o menor peso, corpulencia, edad y raza. Aunque con de terminado tipo de amarres o sistemas de sujeción es posible proceder a tal ajuste sin alterar las dimensiones básicas.

3.2.8.- Puertas.

Hay que prever puertas suficientes para el acceso de las vacas, la salida de la leche, del estiércol y para el acarreo de los piensos. Una distribución planificada de las puertas puede ahorrar mucho tiempo y esfuerzo. Las puertas pueden ser de bisagras o corredizas, las dimensiones corrientes son 1.20 metros de anchura por 2.10 metros de altura. En los establos de doble fila la anchura de las puertas de dos hojas suele ser de 2.80 metros a 3 me tros, según las dimensiones del pasillo central (Sainsbury, 1974).

3.2.9.- Bebederos y suministro de agua.

El agua debe ser libremente asequible o de lo contrario se genera estrés.

A continuación mencionamos los tipos más comunes de bebederos:

- Bebederos alimentados a presión en los que la vaca regula el caudal de agua actuando sobre una placa con el hocico. (Bebedero automático)
- Bebederos de autolleno, en los que el caudal de agua se regula mediante una válvula de bola incorporada al propio bebedero y protegida de forma que el ganado no tiene acceso a ella.
- Bebederos por gravedad, con válvula de retención.

Para poder cuantificar las necesidades de agua García-Vaquero (1979) estima que un bovino lechero puede consumir de 60 litros a 75 litros de agua -- por día. El mismo autor considera que las necesidades de limpieza son de 2 litros a 3 litros de agua por m^2 de superficie a limpiar por día.

3.3.- Ventilación.

El objetivo de la ventilación es eliminar el aire viciado de un alojamiento reemplazándolo por aire limpio.

Al planear un sistema de ventilación hay que tener en cuenta todos los factores de los que depende necesariamente, es decir : tipo edad y número de animales a los que se destina, sistema de explotación , construcción , localización del edificio y condiciones climáticas.

Para lograr la ventilación de un local tendremos que elegir entre una ventilación natural, usando entradas y salidas de aire en paredes y techos o instalando sistemas artificiales a base de ventiladores eléctricos ayudados por conductos para una distribución uniforme del aire. De tal modo que los sistemas de ventilación pueden dividirse en:

- Ventilación natural o estática.
- Ventilación artificial o mecánica o dinámica.

3.3.1.- Ventilación natural.

La ventilación natural se activa por causa de la diferencia de masa del aire dentro de los locales y la de fuera de ellos (Hossain , 1984).

Si la ventilación natural es eficaz, debe funcionar bajo cualquier condición climatológica. Puesto que conviene depender lo menos posible del tiempo y de los vientos, es mejor hacer uso del " efecto de convección " , tal como ha sido establecido. El aire viciado que rodea al cuerpo del animal por estar a mayor temperatura, es menos denso que el aire fresco, por lo que tenderá a subir a la parte más alta del local, por tanto habrá que instalar una salida de aire en cualquier punto adecuado del cielo raso o del techo . Cuanto mayor sea la diferencia entre la temperatura interna y externa y la diferencia entre las entradas y salidas de aire, mayor será el efecto de convección.

En el interior de un alojamiento con ventilación natural existen tres capas de aire bien definidas (García-Vaquero , 1979) ;

- Superior de aire caliente con alto contenido de SH_2 y NH_3
- Media de aire fresco recién introducido.
- Inferior de aire frío que se calienta rápidamente al contacto con el ganado y se vicia de CO_2 .

Este sistema de ventilación funciona bien en los lugares despejados pero es útil poderla controlar. Un caballete abierto con una anchura de 30 cm y con una tapa plana continua situada a unos 15 cm por encima de la chimenea es una solución muy sencilla para establos estrechos .

Los canales de salida de aire están elevados de cumbre 50 cm y distanciados uno de otro de 8 metros a 17 metros . Los canales de flujo de aire - se recomienda instalarlos con una separación de 2 metros a 4 metros uno de otro (Hossain , 1984) .

3.3.2.- Ventilación artificial.

Este consiste en el empleo de ventiladores que crean depresión (extractores) y sobre presión (inyectores) en el edificio (García-Vaquero , 1979).

Al colocar los ventiladores deben protegerse de la acción de los vientos dominantes de modo que su corriente no se oponga a estos.

Dentro de los sistemas de ventilación artificial tenemos:

- Ventilación por recirculación de aire que es un sistema sencillo que exige un mínimo de aparatos y capaz de conseguir una buena ventilación con un ventilador girando a una velocidad determinada. El ventilador se monta a 0.90 metros o a 1.20 metros del extremo de un conducto dispuesto a lo largo del edificio por debajo del cielo raso. Sus paredes se construyen de doble capa y aisladas, con salidas en la base y se sitúa en posición central por encima de los pasillos de alimentación o de servicio para evitar la corriente de ai

re directa sobre el ganado. En la base del conducto se coloca un obturador articulado. Cuando el obturador está completamente cerrado el ventilador impulsará el aire limpio dentro del local. Sin embargo, a medida que el tiempo se hace más frío o disminuye el número de animales alojados, se va moviendo el obturador progresivamente de forma que entre menos aire exterior y recircule más cantidad de aire caliente procedente del local, el aire viciado sale por los lados del edificio através de pequeñas aberturas situadas a 75 cm del suelo. Si se desea puede regularse la abertura del obturador de forma mecánica o con un termostato.

- Ventilación a presión ~~esta~~ consiste en forzar la entrada o salida de aire en los locales mediante impulsores que pueden instalarse como dispositivos complementarios en el sistema de ventilación por chimenea o a base de conductos, acoplando simplemente el extractor en la base del tubo. Si se instala un extractor de 60 cm que gire a una velocidad de 900 rpm, se extraerán 170 metros cúbicos de aire por minuto. Teniendo en cuenta que se considera satisfactorio una ventilación a razón de 8.5 metros cúbicos por minuto por animal (aproximadamente $0.015 \text{ m}^3/\text{minuto}/\text{Kg}$ de peso vivo) un extractor de este tipo es suficiente para unos 30 Bovinos a punto de sacrificio. Puede conseguirse una regulación automática o semiautomática si se conecta una parte de los extractores (la mitad o los dos tercios) a un termostato que pueda ser ajustado cuando sea necesario. Los extractores que funcionan de esta forma deben llevar unos dispositivos acoplados (compuertas, persianas, etc.) que impidan que el aire pueda circular en sentido inverso cuando estén desconectados. La regulación totalmente automática pueda conseguirse con un sistema de ventiladores de velocidad variable conectados a un termostato motorizado.

Una ventilación con impulsores mecánicos provee un cambio de aire más efectivo y debe satisfacer las siguientes necesidades :

- Lograr una distribución homogénea del aire.
- Proporcionar el número adecuado de cambios de aire.
- Cambiar automáticamente el microclima en el lugar de acuerdo a los animales y parámetros de temperatura interna y externa.

3.4.- Medición de microclima en alojamientos animales.

3.4.1.- Medición de la temperatura.

La mejor forma de medir la temperatura es registrándola con un dispositivo de registro continuo con un termógrafo. Este aparato consiste de una cinta bi metálica que se contrae o dilata en relación directa con la temperatura ambien te. La cinta lleva acoplada una plumilla que traza una línea continua sobre una hoja que gira sobre un tambor movido por un mecanismo de relojería. El pa pel de registro da una vuelta completa cada 24 horas o cada 7 días, entonces se saca el tambor, se coloca una hoja nueva y se rellena la plumilla con una tinta especial de secado lento. Esta es caso toda la atención que necesita - un termógrafo .

Otro instrumento de valor para la medición de la temperatura del aire es el termómetro de máxima y mínima, se trata de un instrumento en forma de U - en el que la expansión del alcohol y del mercurio empuja unos indicadores me tállicos que se detienen indicando la temperatura mayor y menor .

Estos instrumentos se colocan tan cerca del ganado como sea posible para el registro de la temperatura sea de utilidad , esto significa en muchos casos que hay que protegerlos con alguna pantalla, esto no supone inconveniente alguno siempre que la misma permita la libre circulación del aire a su trá vés.

Además del registro de la temperatura del aire en uno o dos sitios escogidos dentro de un local, es aconsejable tomar medidas instantáneas de vez en cuando de los gradientes de temperatura de delante a atrás de uno a otro lado

y del suelo al techo del edificio. Si se hace esto en cierto número de posiciones se obtendrán indicadores muy útiles sobre la existencia de corrientes, bolsas de aire viciado o puntos fríos o calientes. Para esto basta con un simple termómetro de mercurio, también resulta útil hacer lecturas de la temperatura de las superficies interiores, que nos indicarán la eficiencia del aislamiento del suelo, paredes, techo y la temperatura de la cama. Todo lo que se necesita para realizar estas mediciones es un termómetro de ampolla plana (- de ser posible rodeado por el lado abierto por una lámina de metal cromado) - engarzado en arcilla de madera.

3.4.2.- Medición de la humedad.

Este parámetro se registra con el higrómetro de Mason de ampolla seca y húmeda, que consta de dos termómetros colocados uno al lado del otro, de los cuales la ampolla de uno está rodeada por un forro húmedo, mientras el aire no esté completamente saturado de vapor de agua la lectura de la ampolla humedecida será más baja que la de la seca, ya que el agua se evaporará de la primera y la enfriará; usando unas tablas, el observador podrá averiguar la humedad absoluta o relativa del aire a partir de estas lecturas. Lo que se necesita normalmente es la humedad relativa, la cual se suele expresar en tanto por ciento de vapor de agua en la atmósfera, siendo el 100 % el punto de saturación (Sainsbury, 1974) .

El higrómetro de Mason no es muy preciso y si se tiene colgado de la pared poco aire pasará por el, dando entonces resultados falsos. Existe una modificación de este instrumento que se conoce con el nombre de higrómetro giratorio y que es mucho más recomendable.

El higrógrafo al igual que el termógrafo, proporciona un registro continuo diario o semanal de la humedad relativa sobre un tambor giratorio. Este instrumento se basa en un mechón de pelo humano especialmente tratado que -

se contrae o dilata según la humedad relativa del aire, sobre este modelo se fabrican actualmente higrómetros más sencillos que dan solo lecturas instantáneas de la humedad relativa con error menor al 1.0 % al 2.0 % .

3.4.3.- Medición de la corriente de aire.

En instalaciones animales rara vez se hacen mediciones de la velocidad del aire, Un método satisfactorio consiste en la utilización de cloruro de titanio, producto que en contacto con el aire humea profusamente y que tiene la ventaja de que si se maneja con cuidado puede emplearse aún cuando el local esté completamente ocupado, ya que no es perjudicial en pequeñas cantidades .

Si se desea tener una información más detallada, basta con un simple instrumento que registre las corrientes de aire en cualquier dirección, que estimulen por decirlo así el cuerpo del animal, este instrumento es el termómetro de alcohol de tipo especial, con dos marcas grabadas en el cuerpo y un pequeño depósito en la punta. Se registra el tiempo que tarda en bajar de la marca superior a la inferior, tomando la media lectura, y con este valor se va a unas tablas que acompañan al instrumento y que dan la velocidad del aire en el punto donde se hizo la lectura, siempre que se tenga la temperatura del aire en el local.

Existen numerosas variaciones de este termómetro, de las cuales destaca el termómetro de Kata plateado.

La medición del aporte de aire limpio al ganado no presenta problemas en aquellos locales ventilados exclusivamente por medios mecánicos . El movimiento del aire através de los ventiladores o de sus conductos puede medirse con facilidad con un termómetro de Kata o con un anemómetro de lectura directa, multiplicando la velocidad del aire por la sección del orificio , se obtendrá la cantidad de aire que se suministra en total .

3.4.4.- Medición de la ventilación.

La medición de la ventilación, se realiza liberando un gas en cantidad constante en el interior de un edificio, midiendo la concentración final a la que se establece el equilibrio. El gas más utilizado es el dióxido de carbono (CO_2) y la fuente de producción son los mismos animales. Los únicos datos que se necesitan es la concentración de CO_2 en la atmósfera y el nivel de eliminación del gas por los animales.

3.5.- Termorregulación.

Dado que la finalidad de la cámara climática es evaluar bovinos tolerantes al trópico húmedo. Es conveniente considerar las formas en que los organismos responden a las condiciones ambientales que se simularán en la cámara.

El ajuste de la conducta a las condiciones térmicas, varía en la misma especie según las diferentes razas de ganado vacuno. La exposición de las razas europeas a rigores térmicos da lugar a babeo, sudoración y aumento en el consumo de agua, sin embargo el ganado Cebú puede resistir los climas cálidos y húmedos (Dukes et al, 1981).

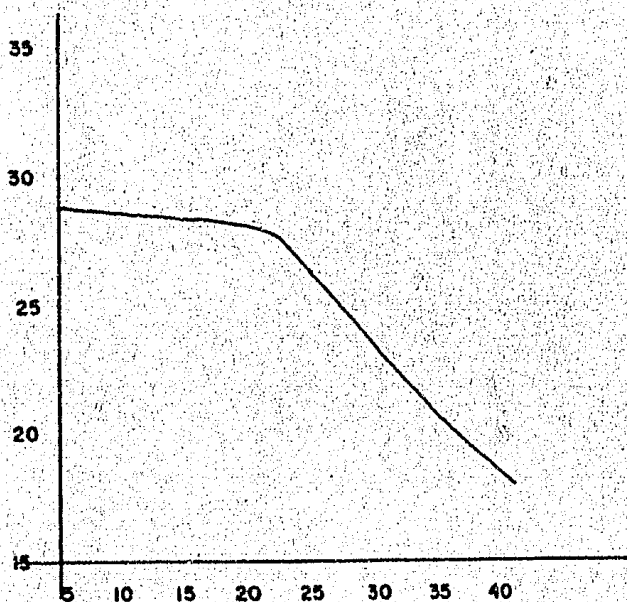
De igual modo entre las diferentes especies e incluso entre los diferentes individuos de una especie se presenta una considerable variación en su capacidad de ajuste al estrés ambiental (Hafez, 1972).

Dentro de una escala de temperatura de 0°C a 21°C el rendimiento del ganado vacuno queda en el rango de la normalidad (Hafez, 1972).

En la gráfica No. 2 se observa el efecto de la temperatura ambiente sobre la producción láctea.

La temperatura óptima del medio ambiente para la lactancia depende de la especie, raza y grado de tolerancia al calor y frío (Hafez, 1972). También existen diferencias de especie, raza e individuo en la temperatura crítica máxima, pasando la cual, la producción disminuye rápidamente; a temperaturas menores de -5.0°C , entre 21°C a 27°C , el rendimiento de leche disminuye

ligeramente y al pasar los 27°C esta disminución es mucho mayor.



Gráfica No. 2.- Efecto de la temperatura ambiente sobre la producción láctea.

Fuente: Colección Salvat " Construcciones Rurales "

Salvat Editores , Madrid , España .

La producción láctea disminuye con altos porcentajes de humedad en el medio, la elevación de la productividad en las regiones tropicales húmedas se ve afectada y limitada no solo por los factores inherentes a los animales, su resistencia al estrés térmico, aclimatación o adaptación a dichas regiones sino a factores propios de la región como bajo valor proteico y alto contenido de fibra en la mayoría de los forrajes disponibles, así como la proliferación de

parásitos y enfermedades.

El ganado vacuno expuesto a altas temperaturas ambientales con diferentes niveles de humedad relativa, aumentan y disminuyen algunos de los constituyentes de la leche. Por otra parte sabemos que la producción diaria de leche, el consumo de alimento y agua y la temperatura del cuerpo obtenidas de vacas lecheras tolerantes e intolerantes al calor sostenidas en distintas combinaciones de temperatura y humedad demostraron que los animales tolerantes al calor no disminuyen su producción significativamente (Hafez , 1972).

Para que un organismo logre mantener su homeostasis térmica, requiere -- mantener un equilibrio dinámico entre la producción y la pérdida de calor en el cuerpo: se produce calor por la actividad metabólica , pero también puede ganarse del exterior por radiación , conducción y convección (Dukes, 1981) , cuando la suma de los factores del medio ambiente superan la temperatura corporal del individuo.

La temperatura normal de los homeotermos se ve afectada por numerosas condiciones como son: hora del día , ejercicio, temperatura ambiente, sexo , estado productivo y reproductivo , alimentación y consumo de agua.

El calor que producen los organismos junto con el calor que pueden absorber de la radiación solar directa o indirecta, forman la ganancia de calor -- del animal que debe contrarrestarse con la pérdida del mismo, con la finalidad de mantener su temperatura normal.

El calor del organismo es transferido de éste al medio en forma de calor -- sensible por conducción, convección y radiación y en forma de calor latente -- por evaporación de agua a partir de la piel y vías respiratorias y por medio de la excreción de heces y orina.

Los diversos mecanismos termorreguladores consisten en una serie de ajustes físicos y fisiológicos que sirven para establecer un estado estacionario térmico a nivel de la temperatura orgánica normal y que constantemente pugnan por

mantener la igualdad entre ganancia y pérdida de calor. El grado en que se requieren tales ajustes es algo que depende mucho de la temperatura exterior y de las cualidades individuales de especie, raza, así como de los niveles productivos.

La termorregulación se efectúa en los animales homeotermos mediante ajustes físicos y fisiológicos. Los ajustes fisiológicos imponen la actividad involuntaria de respuesta somática y ajustes voluntarios de conducta, y los ajustes físicos incluyen cambios posturales, cambios cualitativos y cuantitativos en el consumo de agua y hábitos nocturnos. De tal modo que ha temperaturas elevadas, los animales tienden a lamerse el cuerpo, pastar por las noches, consumir alimentos jugosos, anorexia voluntaria, extensión corporal, dispersión del grupo, mayor consumo de agua, disminución de actividad locomotora, etc. (Dukes et al, 1981).

Los mecanismos fisiológicos, por los cuales un organismo homeotermo tiene de mantener su equilibrio térmico son, vaso dilatación periférica, muda inducida del pelaje, alta humedad aumenta la evaporación, incremento de la sudoración e incremento de su fuerza respiratoria hasta llegar al jadeo.

La vasodilatación cutánea causa una elevación en la temperatura de la piel que coloca el gradiente de recambio térmico para la temperatura ambiente por debajo de la temperatura cutánea, esto incrementa la pérdida de calor.

Por encima de una temperatura ambiente de 31°C , la vasodilatación cutánea deja de incrementar la dispersión calórica y produce una elevación de la temperatura orgánica (Dukes et al, 1981).

La pérdida por evaporación es una forma eficaz de pérdida de calor en las vacas, la evaporación máxima a partir de la superficie cutánea, puede llegar a $150\text{ g/m}^2/\text{h}$ con una temperatura exterior de 40°C , mientras la evaporación respiratoria bajo las mismas condiciones es únicamente de $50\text{ g/m}^2/\text{h}$ (Dukes et al, 1981).

La sudoración termorreguladora se produce reflejamente por estimulación de los receptores cutáneos de calor y por una elevación de la temperatura hipotálamica .

Los estudios del mecanismo del jadeo en el ganado vacuno demuestran que la refrigeración evaporativa se produce en las vías respiratorias altas y no por el enfriamiento de los pulmones.

Todos los mecanismos termorreguladores son controlados por el sistema nervioso central y los centros hipotalámicos apoyados en los sensores periféricos y los nervios aferentes y eferentes que reciben estímulos térmicos y dan respuesta a este mediante un arco reflejo.

3.6.- Aspectos del acondicionamiento climático.

Uno de los factores importantes que influyen en el organismo del ganado es el microclima. En las instalaciones animales para manejar más adecuadamente el microclima, existen instalaciones de ventilación y calefacción (Hossain, -- 1984) .

Para el mejor funcionamiento de las instalaciones de ventilación es necesario tener locales aislados de la temperatura exterior.

Para los cálculos del acondicionamiento climático se hace uso de una serie de fórmulas, tablas y cartas así como datos de los animales como son los límites permisibles de CO_2 , las humedades relativas máximas etc., así mismo se emplean datos de las instalaciones como orientación , áreas de ventanas, - puertas, etc. . La cantidad de humedad, dióxido de carbono máxima permisible y temperaturas requeridas para el ganado bovino se presentan en el cuadro No. 7. En el cuadro No. 8 se presenta la cantidad de calor sensible, dióxido de - carbono y vapor de agua que transpira el ganado bovino en condiciones óptimas.

Tipo de local .	Temperatura inter na del local ópti ma y mínima en °C		Humedad rela tiva del aire en % máximo.	Límite permí sible de áci do carbónico en el aire en lts./ m ³ .
Establo vacas	8	6	85	2.5
Establo vaquillas	6	4	85	2.5
Establo secas	10	8	70	2.5

Cuadro No. 7.- Cantidad de humedad, dióxido de carbono máximo permisible y temperatura requerida para el ganado bovino.

Fuente: Hossain, 1984

Animales.	Peso vivo.	Calor sensible	Bióxido de carbono	Vapor Calor latent
	Kg.	Kcal/h	lts /h	gm/h
Vaca con cría	400	672	110	284
Vaca lechera de	600	828	138	329
10 lts/día	400	693	114	292
	600	823	135	348
Vaca lechera de	400	1008	165	424
30 lts/día	600	1156	189	487

Cuadro No. 8.- Cantidad de calor, bióxido de carbono, vapor de agua, que transpira el ganado bovino, en condiciones óptimas .

Fuente: Hossain , 1984 .

Para el cálculo de la ganancia o pérdida de calor de las instalaciones se emplearon tres tablas que proporcionan dichos datos de acuerdo a la orientación y tipo de construcción.

Una de ellas corresponde a los valores de diferencia equivalente de temperatura entre el exterior y el interior en diferentes orientaciones con diferentes espesores de muro expresados en lb/p^2 a diferentes horas del día en grados Fahrenheit (Tabla No. 1) . La otra corresponde a los valores de diferencia equivalente de temperatura entre el exterior y el interior tratándose de losa expuesta a diferentes condiciones con diferentes espesores en lb/p^2 y a diferentes horas del día en grados Fahrenheit (Tabla No. 2) . En el caso del presente estudio se aplicó para la determinación de la ganancia solar a través de vidrio ordinario se empleó la tabla que proporciona dicha ganancia a 20° latitud norte a diferentes orientaciones de exposición y a diferentes horas del día expresado en Btu/h (Tabla No. 3) .

Tabla No.1.- Diferencia equivalente de temperatura en muros en diferentes orientaciones con diferentes espesores de muro expresado en lb/ p² a diferentes horas del día en grados Fahrenheit.

Fuente: Manual Carrier de Aire Acondicionado.

Peso de losa 2		A.M.												P.M.												A.M.				
Exposición	lb/p	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5					
noreste.	20	5	15	22	23	24	19	14	13	12	13	14	14	14	12	10	8	6	4	2	0	-2	-3	-4	-2					
	40	1	-2	-2	3	24	22	20	15	10	11	12	13	14	13	12	11	10	8	6	4	2	1	0	-1					
	100	4	3	4	4	4	10	16	15	14	12	10	11	12	12	11	10	9	8	7	6	6	5	3						
	140	5	5	6	6	6	6	6	6	10	14	16	14	12	10	10	10	10	10	10	9	9	8	7	7					
este	20	1	17	30	33	36	33	32	20	12	13	14	14	14	12	10	8	6	4	2	0	-1	-2	-3	-3					
	40	-1	-1	0	21	30	31	31	19	14	13	12	13	14	13	12	11	10	8	5	4	3	1	1	0					
	100	5	5	6	8	14	20	24	23	24	20	18	16	14	14	14	13	12	11	10	9	8	7	7	6					
	140	11	10	10	9	8	9	10	15	18	19	18	17	16	14	13	13	14	14	13	13	13	12	12	12					
sureste	20	10	6	13	19	26	27	28	26	24	19	15	13	14	12	10	8	6	4	2	0	-1	-1	-2	-2					
	40	1	1	0	13	20	24	28	26	25	21	18	15	14	13	12	11	10	8	6	5	4	3	3	2					
	100	7	7	6	6	6	11	16	17	18	19	18	16	14	13	12	11	10	10	9	9	8	8	7	7					
	140	9	8	8	8	8	7	6	11	14	15	16	16	15	14	13	12	12	12	11	11	10	10	9	9					
sur	20	-1	-2	-4	1	4	14	22	27	30	28	26	20	16	12	10	7	6	3	2	1	1	0	0	-1					
	40	-1	-3	4	3	7	7	12	20	24	25	26	23	20	15	12	12	9	6	4	3	2	1	1	0	-1				
	100	4	4	7	7	7	3	4	8	12	15	16	16	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5					
	140	7	6	6	5	4	4	4	8	12	15	16	16	15	14	14	14	13	12	12	10	9	9	8	7					
suroeste	20	-2	-4	-4	7	0	4	6	19	26	28	40	41	47	37	24	17	6	4	2	1	1	0	1	1					
	40	2	1	0	0	1	2	7	10	12	14	17	15	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5					
	100	7	3	6	5	4	5	6	7	8	12	14	19	22	23	24	23	22	15	14	13	12	11	10	9					
	140	8	8	8	8	8	7	6	6	6	7	8	9	14	15	16	15	15	14	13	12	11	10	9	8					
oeste	20	-2	-3	-4	-2	0	3	6	14	20	32	40	45	48	34	22	14	8	5	2	1	0	0	-1	-1					
	40	2	1	0	0	0	7	4	7	10	19	26	34	40	41	36	28	16	10	6	5	4	3	3	2					
	100	7	7	6	6	6	6	6	7	8	10	12	12	12	20	25	26	27	26	19	14	12	11	10	9					
	140	12	11	10	9	8	8	8	9	10	10	10	11	12	14	16	21	22	23	22	20	18	16	15	13					
noroeste	20	-3	-4	-4	-2	0	3	6	10	12	19	24	33	40	37	34	18	6	4	2	0	-1	-1	-2	-2					
	40	-2	-3	-4	-3	-2	0	2	6	8	10	12	21	30	31	32	21	12	8	6	4	3	1	0	-1					
	100	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	6	9	12	17	22	21	22	14	8	7	7	6	6	5					
	140	8	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	8	9	10	14	18	19	20	16	15	11	10	9					
norte	20	-3	-3	-4	-3	-2	1	4	8	10	12	14	15	12	10	8	6	4	2	0	0	-1	-1	-2	-2					
	40	-3	-3	-4	-3	-2	-1	0	3	6	8	10	11	12	12	12	12	10	8	6	4	2	1	0	-1					
	100	1	1	0	0	0	0	0	1	2	3	4	5	5	5	8	7	6	5	4	3	3	2	2	1					
	140	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	7	6	4	3	2	2	1					

- Para convertir lb (libras) a Kg se multiplica por 0.4536

2

- Para convertir p (pies cuadrados) a m (metros) se multiplica por 0.0929

Tabla No. 3.- Ganancia solar através de vidrio ordinario a 20° latitud norte en diferentes dias del año con diferentes orientaciones de exposición y a diferentes horas del día expresado en Btu/h .

Fuente: Manual Carrier de Aire Acondicionado.

		A.M.												P.M.					
Dia del año		exposición	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6				
junio 21	North	28	41	33	25	19	17	15	12	10	8	7	6	5	4				
	Northeast	19	134	144	127	83	78	15	14	14	14	12	10	9	8				
	East	14	144	169	143	94	91	14	14	14	14	14	12	9	7				
	Southeast	28	41	33	25	19	17	15	12	10	8	7	6	5	4				
	South	3	9	12	14	14	14	14	14	14	14	14	12	10	9				
	Southwest	3	9	12	14	14	14	14	14	14	14	14	12	10	9				
julio 23	West	3	9	12	14	14	14	14	14	14	14	14	12	10	9				
	Northeast	3	9	12	14	14	14	14	14	14	14	14	12	10	9				
	Horizontal	11	10	121	156	216	235	250	255	258	258	258	258	258	258				
	North	20	28	21	17	15	14	14	14	14	14	14	12	10	9				
	Northeast	21	112	138	141	71	11	13	13	13	13	13	12	10	9				
	East	21	112	163	145	99	46	14	14	14	14	14	12	10	9				
y mayo 21	Southeast	31	10	85	79	57	27	17	14	14	14	14	12	10	9				
	South	3	9	12	13	14	14	14	14	14	14	14	12	10	9				
	Southwest	3	9	12	13	14	14	14	14	14	14	14	12	10	9				
	West	3	9	12	13	14	14	14	14	14	14	14	12	10	9				
	Northeast	3	9	12	13	14	14	14	14	14	14	14	12	10	9				
	Horizontal	8	15	118	175	216	247	251	245	245	245	245	245	245	245				
agosto 24	North	4	10	11	13	14	14	14	14	14	14	14	13	11	10				
	Northeast	45	111	119	89	50	18	14	14	14	14	14	13	11	10				
	East	53	147	165	149	106	51	14	14	14	14	14	13	11	10				
	Southeast	29	87	113	108	98	55	27	18	14	14	14	13	11	10				
	South	2	7	11	14	20	24	26	24	22	22	22	21	19	17				
	Southwest	2	7	11	13	14	14	29	55	59	105	113	89	79	72				
y abril 20	West	2	7	11	13	14	14	14	51	105	149	165	142	121	101				
	Northeast	2	7	11	13	14	14	14	14	50	89	118	111	81	61				
	Horizontal	5	48	107	167	210	235	247	245	245	245	245	245	245	245				
	North	0	6	11	13	14	14	14	14	14	14	14	13	11	10				
	Northeast	0	61	87	59	22	14	14	14	14	14	14	13	11	10				
	East	0	110	143	142	104	45	14	14	14	14	14	13	11	10				
y marzo 22	Southeast	0	99	136	140	120	81	41	14	14	14	14	13	11	10				
	South	0	8	22	38	57	63	65	63	57	39	22	11	10	8				
	Southwest	0	7	11	13	14	14	45	105	129	140	133	93	73	53				
	West	0	4	11	13	14	14	14	45	104	149	163	137	117	97				
	Northeast	0	4	11	13	14	14	14	14	14	14	14	13	11	10				
	Horizontal	0	30	93	153	198	225	233	225	198	153	93	33	0	0				
octubre 23	North	0	4	7	12	13	14	14	14	14	14	14	13	11	10				
	Northeast	0	44	52	29	11	14	14	14	14	14	14	13	11	10				
	East	0	99	147	141	109	47	14	14	14	14	14	13	11	10				
	Southeast	0	91	146	160	149	119	74	27	11	12	12	9	4	0				
	South	0	21	50	76	93	104	111	104	93	76	50	21	0	0				
	Southwest	0	4	7	12	13	14	14	14	14	14	14	13	11	10				
y febrero 20	West	0	4	7	12	13	14	14	14	45	104	149	163	137	117				
	Northeast	0	4	7	12	13	14	14	14	14	14	14	13	11	10				
	Horizontal	0	18	68	127	171	196	208	200	171	127	68	18	0	0				
	North	0	3	8	11	13	13	13	13	13	13	13	11	8	7				
	Northeast	0	24	26	14	13	13	13	13	13	13	13	11	8	7				
	East	0	71	128	171	91	43	13	13	13	13	13	11	8	7				
y noviembre 21	Southeast	0	21	44	164	145	136	143	119	74	27	11	12	9	4				
	South	0	28	69	103	123	136	143	119	74	27	11	12	9	4				
	Southwest	0	3	8	11	13	13	13	13	13	13	13	11	8	7				
	West	0	3	8	11	12	13	13	13	13	13	13	11	8	7				
	Northeast	0	3	8	11	12	13	13	13	13	13	13	11	8	7				
	Horizontal	0	5	48	101	145	172	180	172	148	101	48	5	0	0				
y enero 21	Southeast	0	21	44	164	145	136	143	119	74	27	11	12	9	4				
	South	0	28	69	103	123	136	143	119	74	27	11	12	9	4				
	Southwest	0	3	8	11	13	13	13	13	13	13	13	11	8	7				
	West	0	3	8	11	12	13	13	13	13	13	13	11	8	7				
	Northeast	0	3	8	11	12	13	13	13	13	13	13	11	8	7				
	Horizontal	0	5	48	101	145	172	180	172	148	101	48	5	0	0				
diciembre 22	North	0	2	7	11	12	13	13	13	13	13	13	11	7	7				
	Northeast	0	14	18	12	12	13	13	13	13	13	13	11	7	7				
	East	0	56	118	121	85	74	71	13	13	13	13	11	7	7				
	Southeast	0	59	139	167	159	134	97	65	20	11	7	7	2	0				
	South	0	25	74	111	132	148	149	146	132	111	74	25	0	0				
	Southwest	0	2	7	11	12	13	13	13	13	13	13	11	7	7				
	West	0	2	7	11	12	13	13	13	13	13	13	11	7	7				
	Northeast	0	2	7	11	12	13	13	13	13	13	13	11	7	7				
	Horizontal	0	4	36	92	135	161	170	161	135	92	36	4	0	0				

3.6.1.- Determinación del valor U equivalente.

Sabiendo el valor U de los materiales que constituyen una estructura es factible determinar el valor U equivalente (U_{eq}) de dicha estructura de la forma siguiente:

- En caso de que la estructura esté compuesta de dos materiales se tiene :

$$U_{eq} = \frac{(U_1) (U_2)}{(U_1) + (U_2)}$$

Donde:

U_1 = Valor de transferencia calórica de un material.

U_2 = Valor de transferencia calórica del segundo material.

- En caso que la estructura esté compuesta de tres materiales se tiene :

$$U_{eq} = \frac{(U_1) (U_2) (U_3)}{(U_1)(U_2) + (U_1)(U_3) + (U_2)(U_3)}$$

Donde:

U_1 = Valor de transferencia calórica del primer material.

U_2 = Valor de transferencia calórica del segundo material.

U_3 = Valor de transferencia calórica del tercer material.

3.6.2.- Ganancia térmica .

La ganancia o pérdida calórica através de una estructura compleja está dada por la fórmula :

$$Q = (U_{eq}) (A) (\Delta t)$$

Donde :

U_{eq} = Valor U equivalente de la estructura.

A = Area de la estructura.

Δt = Diferencia equivalente de temperatura (valor obtenido de la tabla correspondiente) .

Para obtener la diferencia de temperatura de una temperatura interna dada a una externa dada siendo la interna mayor que la externa se tiene :

$$Dr = Ti - Te.$$

Donde :

Dr = Diferencia de temperatura.

Ti = Temperatura interna dada.

Te = Temperatura externa dada.

Si se desea transformar dicha diferencia de temperatura de $^{\circ}\text{C}$ a $^{\circ}\text{F}$ para fines de cálculo , sólo se multiplica por el factor 1.8 .

Para obtener la diferencia de temperatura de una temperatura interna dada a una temperatura de habitación anexa cuando la temperatura exterior es conocida y menor que la interna, se tiene:

$$Dr = \left(\frac{Ti - Te}{2} \right) F$$

Donde :

Dr = Diferencia de temperatura.

Ti = Temperatura interna dada.

Te = Temperatura externa dada.

F = Factor de multiplicación 1.25 .

Para obtener la diferencia de temperatura de una temperatura interna dada a una externa dada siendo la interna menor que la externa se tiene :

$$Dr = Te - Ti$$

Donde :

Dr = Diferencia de temperatura.

Te = Temperatura externa dada.

Ti = Temperatura interna dada.

Para obtener la diferencia de temperatura de una temperatura interna dada a una temperatura de habitación anexa cuando la temperatura exterior es conocida y mayor que la interna , se tiene :

$$Dr = \left(\frac{Te - Ti}{2} \right) F$$

Donde :

Dr = Diferencia de temperatura .

Te = Temperatura externa dada.

Ti = Temperatura interna dada.

F = Factor de multiplicación 1.25 .

3.6.3.- Cálculo de cambios de aire.

Para este cálculo se determina en primera instancia el volumen de aire contenido en el local, así como el límite permisible de ácido carbónico en los locales (Cuadro No. 7) . Posteriormente el máximo de bióxido de carbono permisible en el local, se obtiene mediante el producto de los valores anteriores de la siguiente forma :

$$P = (Y) (W)$$

Donde :

P = Máximo permisible de CO₂ en los locales.

Y = Límite permisible de ácido carbónico en los locales lbs/ m^3 .

W = Volumen del local en m^3 .

El cálculo del tiempo requerido para la saturación se realiza de la siguiente forma :

$$t = \frac{P}{(L) (Z)}$$

Donde :

t = Tiempo requerido para la saturación en horas.

P = Máximo permisible de CO₂ en los locales.

L = Cantidad de dióxido de carbono que elimina el animal.

Z = Número de animales en el local.

Los cambios de aire que se efectuarán en la cámara climática por hora se

obtienen del reciproco del tiempo requerido para la saturación , así :

$$H = \frac{1}{t}$$

Donde :

H = Cambios de aire por hora.

t = Tiempo requerido para la saturación .

El gasto de aire nuevo se determina mediante la siguiente fórmula :

$$PCM = \frac{(W) (35.32) (H)}{60}$$

Donde :

PCM = Gasto másico en pies cúbicos por minuto.

W = Volumen del local en m³ .

H = Cambios de aire por hora.

Para determinar la capacidad del equipo de calefacción se emplea la siguiente fórmula :

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{(C_p) (\Delta t)}$$

Donde:

$\dot{m}$ = Gasto másico (cantidad de aire que calienta el equipo) .

C_p = Calor específico del aire seco.

Δt = Diferencia de temperatura dada por la temperatura de inyección del aire menos la temperatura interna.

$\dot{Q}$ = Ganancia por transmisión en la construcción.

3.6.4.- Determinación de la capacidad del equipo de humidificación .

Para la determinación de la capacidad del equipo de humidificación se hizo necesario el uso de la carta sicométrica (Gráfica No. 3) cuyo empleo se describe a continuación .



En primer lugar se hace la conversión de grados Centígrados a grados Fahrenheit , dicho valor se localiza en el eje correspondiente a la temperatura de bulbo seco, en seguida se asciende sobre la gráfica hasta encontrar el valor de humedad relativa deseado una vez hecho ésto se continúa la línea hasta llegar al eje de los granos de mezcla por libra de aire seco. Obtenido este ultimo valor, el incremento de humedad especifica por libra de aire seco se obtiene aplicando la siguiente fórmula :

$$he = W_1 - W_2$$

Donde :

he = Incremento de humedad especifica por libra de aire seco.

W_1 = Valor mayor en granos de humedad en el aire.

W_2 = Valor menor en granos de humedad en el aire.

Para obtener la capacidad del equipo necesario en lb/h se tiene:

$$K = \frac{(60 \text{ lb}) (he)}{18.8 \text{ horas}} \left(\frac{1 \text{ lb de vapor}}{7000 \text{ granos}} \right) (ma)$$

Donde:

K = Capacidad del equipo.

ma = Gasto másico expresado en pies cubicos por minuto.

he = Incremento de la humedad especifica.

3.6.5.- Factores para la conversión de unidades .

Para la realización del presente proyecto hubo necesidad de usar una tabla de factores para la conversión de unidades (Tabla No. 4) , para diversos - conceptos . Los valores en dicha tabla son considerando:

- El peso del aire seco es de 0.075 lb/p³ (1.2 Kg/m³).
- Calor específico del aire seco 0.24 Btu/ lb (0.133 Kcal/Kg)

Tabla No. 4.- Factores para la conversión de unidades .

Fuente: Sainsbury (1974) .

Definición	Para convertir	en	multiplicar por.
Incremento de temperatura.	$^{\circ} F$	$^{\circ} C$	0.55
	$^{\circ} C$	$^{\circ} F$	1.80
Superficie.	p_2^2 (pie)	m_2^2	0.0929
	m^2	p^2	10.7639
Volumen.	p_3^3	m_3^3	0.0283
	m^3	p^3	35.3148
Masa.	lb (libra)	Kg	0.4536
	Kg	lb	2.2046
Indice de transmisión de calor.	Btu/h	W (watts)	0.2931
	W	Btu/h	3.4121
	W	Kcal/h	0.8598
	Kcal/h	W	1.1638
	Btu/h	Kcal/h	0.2520
	Kcal/h	Btu/h	3.9680
Conductividad térmica.	Btu/pulgada/ p^2 $^{\circ} F$	Kcal/ m^2 /h $^{\circ} C$	0.1240
	(valor K) Kcal/ m^2 /h $^{\circ} C$	Btu/ pulgada/ p^2 /h $^{\circ} F$	8.0636
Transmisión de calor.	Btu/ p^2 /h $^{\circ} F$	Kcal/ m^2 /h $^{\circ} C$	4.8824
	(valor U) Kcal/ m^2 /h $^{\circ} C$	Btu/ p^2 /h $^{\circ} F$	0.2048
Humedad eliminada por respiración, y Vapor de agua atmosférico por unidad de peso de aire.	g/h	gr/h	15.4320
	granos/h (gr/h)	gramos/h (g/h)	0.0648
	gr/lb de aire	g/Kg de aire	0.1430
	g/ Kg de aire	gr/lb de aire	7.0

4.- Resultados.

Los resultados del presente trabajo se describen en el desarrollo del proyecto y en las diversas alternativas que a continuación se presentan.

4.1.- Desarrollo del proyecto.

Para la realización del proyecto fué necesario establecer en primera instancia las dimensiones de las instalaciones las cuales estan de acuerdo a -- los estudios realizados y a las necesidades del programa para la selección de bovinos tolerantes al trópico húmedo del Colegio de Postgraduados de Chapingo, dichas dimensiones se presentan en la figura No. 1.

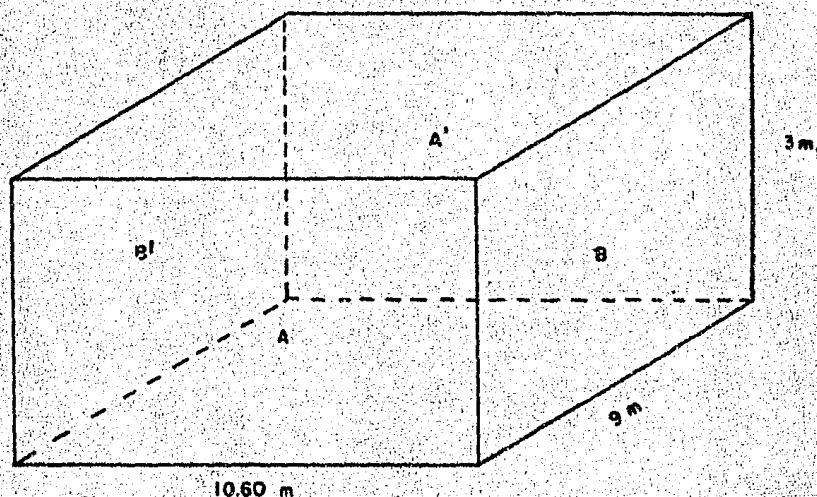


Figura No. 1.- Dimensiones de la cámara climática propuesta .

Una vez establecidas las dimensiones se hizo necesario buscar la mejor orientación de la construcción que en un momento dado permitiera tener la mayor ganancia calórica, así como determinar los materiales aislantes que fueran -- más accesibles.

De acuerdo al Manual Carrier de Aire Acondicionado los valores ideales para los materiales que en este caso se seleccionaron son:

- Valor U vidrio ordinario 3 mm.	1.0
- Valor U ladrillo con cámara de aire	0.35
- Valor U losa expuesta .	0.35
- Valor U material aislante.	0.25
- Valor U muro capuchino.	0.45

Combinando dichos materiales se logra una construcción con adecuado aislamiento térmico.

El cálculo del área susceptible de intercambiar calor fue determinada para cada lado del cuadrilátero que representa la cámara climática (Figura No.1), el área por lado expuesto se presenta en el cuadro No. 9 .

Estructura	Area en m ²
Losa expuesta	95.40
Muro A	31.80
Muro A'	31.80
Muro B	27.00
Muro B'	27.00

Cuadro No. 9.- Superficie en metros cuadrados de los lados expuestos al exterior de la cámara climática propuesta.

Buscando las mejores cualidades aislantes en la construcción de la cámara

climática que permitiera un menor costo de operación y un bajo costo de construcción se decidió:

- Emplear techos de losa con valor U de 0.35 con capa superior de material aislante que presente valor U de 0.25 .
- Emplear para los muros ladrillo hueco con cámara de aire con valor U de 0.35, material aislante con valor U de 0.25 y un muro capuchino con valor U de 0.45.
- En las ventanas emplear vidrio ordinario 3mm con valor U de 1.0 .

Una vez realizados los cálculos correspondientes se determinó que el valor U_{eq} para losa es de 0.1458 y el valor U_{eq} para muros es de 0.1101398.

Sabiendo que el valor Q es la capacidad aislante o térmica de una estructura en su conjunto, se puede obtener dicho valor para losa expuesta, muros y vidrios de la forma siguiente:

- Q_1 losa expuesta = $(U_{eq} \text{ losa}) (\text{Área de losa}) (\text{valor de la tabla No. 2})$
- Q_2 muros = $(U_{eq} \text{ muros}) (\text{Área de muros}) (\text{valor de la tabla No. 1})$
- Q_3 Vidrios = $(U_{eq} \text{ vidrio}) (\text{Área de vidrio}) (\text{valor de la tabla No. 3})$

El resultado de los productos anteriores está dado en Btu/h .

Sabemos que la ganancia total de calor en la construcción se determina por la sumatoria de las Q_i .

Dado que las tablas de acondicionamiento climático así como los aparatos y demás cálculos necesarios se encuentran en unidades inglesas, fue necesario emplear este sistema de unidades en el desarrollo del presente trabajo.

De tal modo lo primero que se hizo fue pasar de m^2 a p^2 esto se logró multiplicando por el factor de conversión correspondiente. Resultados de ello son los siguientes:

Estructura	m ²	Factor de multiplicación	p ²
Losa expuesta	95.4	10.7639	1026.87
Muros A y A'	31.8	10.7693	342.29
Muros B y B'	27.0	10.7693	290.62

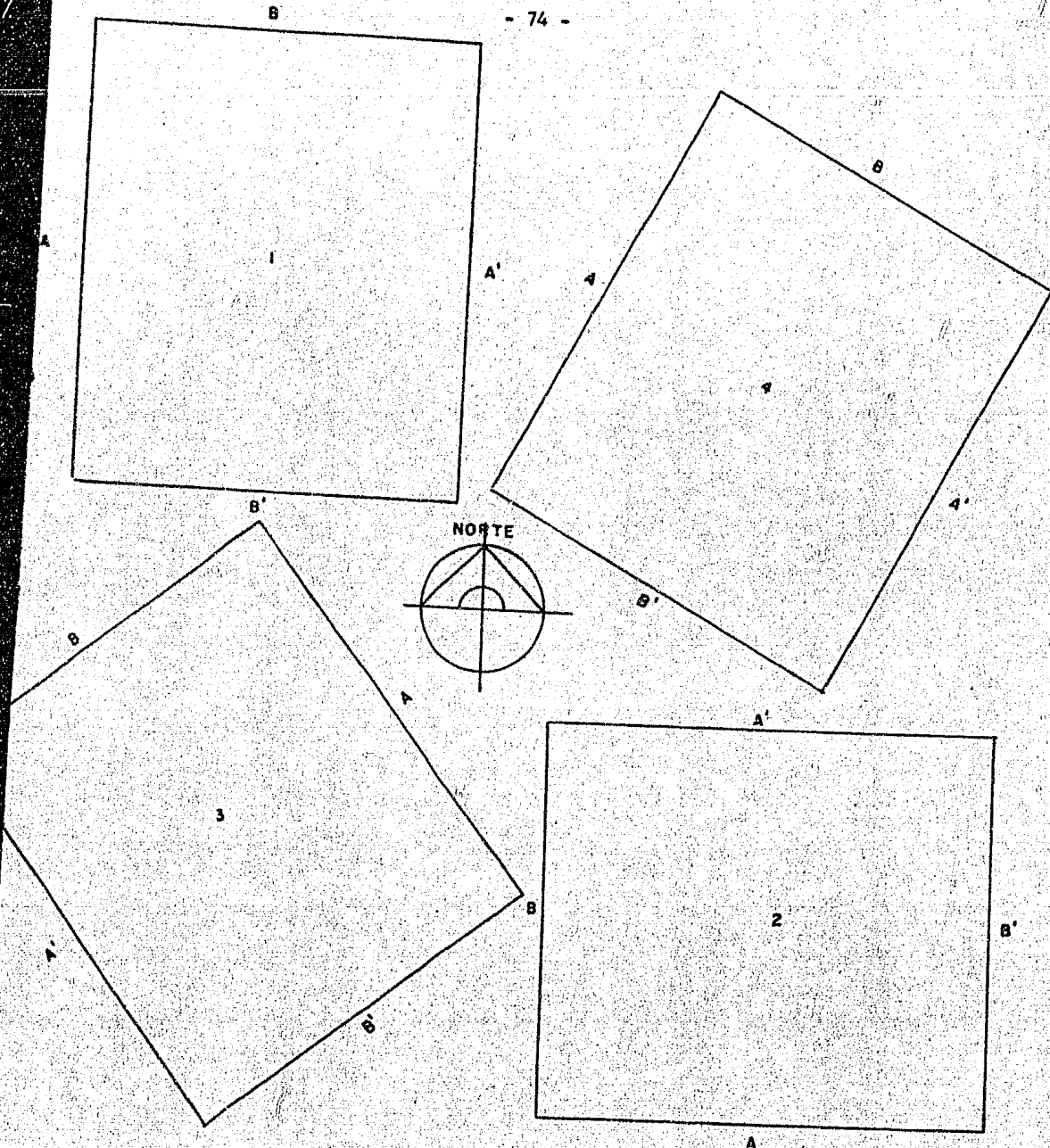
En la fórmula $Q=(Ueq)(\text{área})(\text{valor tabla})$, el producto $((Ueq)(\text{área}))$ es - una fracción constante en los diferentes horarios, alas distintas orientacio - nes , para cada estructura externa de la cámara climática , dichos valores - se presentan en el cuadro No. 10 .

Estructura	valor Ueq	P ²	(Ueq)(área)
Losa expuesta	0.1458	1026.87	149.72
Muro A y A'	0.110139	342.25	37.70
Muro B y B'	0.110139	290.62	32.01

Cuadro No. 10.- Cálculo del producto ((Ueq)(área)) para losa expuesta, muros ; A ; A' ; B ; B' del proyecto propuesto.

4.1.1.- Alternativas de orientación .

Para determinar la mejor orientación fué necesario plantear y calcular - cuatro posibles orientaciones. Estas se presentan en los esquemas que a con - tinuación se detallan.



Esquemas de las cuatro diferentes orientaciones propuestas para la construcción de la cámara climática.

En el caso del valor de losa expuesta éste no cambia con la orientación razón por la cual se calcularon los valores Q losa expuesta con sol y lluvia a las 3 , 6 , 9 , 12 A. M. y a las 3 , 6 , 9 , 12 P.M. con un espesor de losa de 20 lb/p^2 , dichos cálculos se presentan en los cuadros No. 11 y No.12 .

Hora	((Ueq)(área))	valor tabla	Q losa expuesta
3 a.m.	149.72	6	898.32
6 a.m.	149.72	0	0.0
9 a.m.	149.72	-1	-149.72
12 a.m.	149.72	16	2395.52
3 p.m.	149.72	36	5389.92
6 p.m.	149.72	43	6437.96
9 p.m.	149.72	30	4491.60
12 p.m.	149.72	15	2245.80

Cuadro No. 11.- Cálculo del valor Q losa expuesta en condiciones de sol visible a diferentes horas del día.

Hora	((Ueq)(área))	valor tabla	Q losa expuesta
3 a.m.	149.72	-3	-449.16
6 a.m.	149.72	-5	-748.60
9 a.m.	149.72	2	299.44
12 a.m.	149.72	16	2395.52
3 p.m.	149.72	20	2994.40
6 p.m.	149.72	14	2096.08
9 p.m.	149.72	6	898.32
12 p.m.	149.72	1	149.72

Cuadro No. 12.- Cálculo del valor Q losa expuesta en condiciones de lluvia

a diferentes horas del día.

4.1.2.- Alternativas sin ventanas.

En este caso las alternativas sin ventanas para la construcción de la cámara climática corresponden a las cuatro orientaciones propuestas. Para cada proposición se obtuvieron los valores Q de muros; A ; A' ; B ; B' a diferentes horas del día y a diferentes orientaciones. Los resultados de estos cálculos para la proposición No. 1 se presentan en los cuadros No. 13 al No. 16 ; para la proposición No. 2 se presentan en los cuadros No. 17 al No. 20 ; para la proposición No. 3 se presentan en los cuadros No. 21 al No. 24 ; finalmente para la proposición No. 4 se presentan en los cuadros No. 25 al No. 28 .

- Proposición No. 1 sin ventanas , presenta; al norte el muro B con valor - $((Ueq)(Área)) = AU = 32.01$; al sur el muro B' con $AU = 32.01$; al este muro A' con $AU = 37.7$. ; al oeste muro A con $AU = 37.70$.

Hora	valor AU	valor tabla	Q muro
3 a.m.	32.01	-1	-32.01
6 a.m.	32.01	-3	-96.03
9 a.m.	32.01	-3	-96.03
12 a.m.	32.01	4	128.04
3 p.m.	32.01	12	384.12
6 p.m.	32.01	12	384.12
9 p.m.	32.01	6	192.06
12 p.m.	32.01	0	0.0

Cuadro No. 13.- Cálculo de Q de muro B al norte en la orientación designada con el No. 1 a diferentes horas del día.

Hora	valor AU	valor tabla	Q muro
3 a.m.	32.01	0	0.0
6 a.m.	32.01	-2	-64.02
9 a.m.	32.01	1	32.01
12 a.m.	32.01	22	704.22
3 p.m.	32.01	28	896.28
6 p.m.	32.01	16	512.16
9 p.m.	32.01	7	224.07
12 p.m.	32.01	2	64.02

Cuadro No.14.- Cálculo de Q muro B' al sur en la orientación designada con el No. 1 a diferentes horas del día.

Hora	valor AU	valor tabla	Q muro
3 a.m.	37.70	-2	-75.40
6 a.m.	37.70	1	37.70
9 a.m.	37.70	33	1244.10
12 a.m.	37.70	32	1206.40
3 p.m.	37.70	13	490.10
6 p.m.	37.70	14	527.80
9 p.m.	37.70	8	301.60
12 p.m.	37.70	2	75.40

Cuadro No. 15.- Cálculo de Q muro A' al este en la orientación designada con el No. 1 a diferentes horas del día.

Hora	valor AU	valor tabla	Q muro
3 a.m.	37.70	0	0.0
6 a.m.	37.70	-2	-75.40
9 a.m.	37.70	-2	-75.40
12 a.m.	37.70	6	226.20
3 p.m.	37.70	32	1206.40
6 p.m.	37.70	48	1809.60
9 p.m.	37.70	12	527.80
12 p.m.	37.70	2	75.40

Cuadro No. 16.- Cálculo de Q muro A al oeste en la orientación designada en el No. 1 a diferentes horas del día.

- Proposición No. 2 sin ventanas, presenta; al norte muro A' con AU= 37.7; al sur muro A con AU= 37.7; al este muro B' con AU= 32.01; al oeste muro B con AU= 32.01 .

Hora	valor AU	valor tabla	Q muro
3 a.m.	37.70	-1	-37.70
6 a.m.	37.70	-3	-113.10
9 a.m.	37.70	-3	-113.10
12 a.m.	37.70	4	150.80
3 p.m.	37.70	12	452.40
6 p.m.	37.70	12	452.40
9 p.m.	37.70	5	226.20
12 p.m.	37.70	0	0.0

Cuadro No. 17.- Cálculo de la Q muro A' al norte con la orientación designada con el No. 2 a diferentes horas del día.

Hora	valor AU	valor tabla	Q muro
3 a.m.	37.70	0	0.0
6 a.m.	37.70	-2	-75.40
9 a.m.	37.70	1	37.70
12 a.m.	37.70	22	829.40
3 p.m.	37.70	28	1055.60
6 p.m.	37.70	16	603.20
9 p.m.	37.70	7	263.90
12 p.m.	37.70	2	75.40

Cuadro No. 18.- Cálculo de Q muro A al sur con la orientación designada con el No. 2 a diferentes horas del día.

Hora	valor AU	valor tabla	Q muro
3 a.m.	32.01	-2	-64.02
6 a.m.	32.01	1	32.01
9 a.m.	32.01	33	1056.33
12 a.m.	32.01	32	1024.32
3 p.m.	32.01	13	416.13
6 p.m.	32.01	14	448.14
9 p.m.	32.01	8	256.08
12 p.m.	32.01	2	64.02

Cuadro No. 19.- Cálculo de Qmuro B' al este en la orientación designada con el No. 2 a diferentes horas del día.

Hora	valor AU	valor tabla	Q muro
3 a.m.	32.01	0	0.0
6 a.m.	32.01	-2	-64.02
9 a.m.	32.01	-2	-64.02
12 a.m.	32.01	6	192.06
3 p.m.	32.01	32	1024.32
6 p.m.	32.01	48	1536.48
9 p.m.	32.01	12	448.14
12 p.m.	32.01	2	64.02

Cuadro No. 20.- Cálculo de la Q muro B al oeste en la orientación designada con el No. 2 a diferentes horas del día.

- Proposición No. 3 sin ventanas, presenta; al noroeste el muro B con AU= 32.01; al sureste el muro B' con AU= 32.01; al noreste muro A con AU=37.7; al suroeste el muro A' con AU= 37.7 .

Hora	valor AU	valor tabla	Q muro
3 a.m.	32.01	-1	-32.01
6 a.m.	32.01	-3	-96.03
9 a.m.	32.01	-2	-64.02
12 a.m.	32.01	6	192.06
3 p.m.	32.01	19	608.12
6 p.m.	32.01	40	1280.40
9 p.m.	32.01	18	576.18
12 p.m.	32.01	2	64.02

Cuadro No. 21.- Cálculo de la Q muro B al noroeste en la orientación designada con el No. 3 a diferentes horas del día.

Hora	valor AU	valor tabla	Q muro
3 a.m.	32.01	-1	-32.01
6 a.m.	32.01	10	320.10
9 a.m.	32.01	19	608.19
12 a.m.	32.01	28	896.28
3 p.m.	32.01	19	608.19
6 p.m.	32.01	14	448.14
9 p.m.	32.01	8	256.08
12 p.m.	32.01	2	64.02

Cuadro No. 22.- Cálculo de Q muro B' al sureste en la orientación designada con el No. 3 a diferentes horas del día.

Hora	valor AU	valor tabla	Q muro
3 a.m.	37.70	-3	-113.10
6 a.m.	37.70	5	188.50
9 a.m.	37.70	23	867.10
12 a.m.	37.70	14	527.80
3 p.m.	37.70	13	490.10
6 p.m.	37.70	14	527.80
9 p.m.	37.70	8	301.60
12 p.m.	37.70	2	75.40

Cuadro No. 23.- Cálculo de Q muro A al noreste en la orientación designada con el No. 3 a diferentes horas del día.

Hora	valor AU	valor tabla	Q muro
3 a.m.	37.70	0	0.0
6 a.m.	37.70	-2	-75.40
9 a.m.	37.70	-9	-339.30
12 a.m.	37.70	6	226.20
3 p.m.	37.70	34	1281.80
6 p.m.	37.70	47	1771.90
9 p.m.	37.70	12	452.40
12 p.m.	37.70	2	75.40

Cuadro No. 24.- Cálculo de Q muro A' al suroeste con la orientación designada con el No. 3 a diferentes horas del día.

- Proposición No. 4 sin ventanas, presenta; al noreste el muro B con AU=32.01; al suroeste el muro B' con AU= 32.01; al sureste muro A' con AU= 37.7 ; al noroeste el muro A con AU= 37.7 .

Hora	valor AU	valor tabla	Q muro
3 a.m.	32.01	-3	-96.03
6 a.m.	32.01	5	160.05
9 a.m.	32.01	23	735.23
12 a.m.	32.01	14	448.14
3 p.m.	32.01	13	416.13
6 p.m.	32.01	14	448.14
9 p.m.	32.01	8	256.08
12 p.m.	32.01	2	64.02

Cuadro No. 25.- Cálculo de Q muro B al noreste en la orientación designada con el No. 4 a diferentes horas del día .

Hora	valor AU	valor tabla	Q muro
3 a.m.	32.01	0	0.0
6 a.m.	32.01	-2	-64.02
9 a.m.	32.01	-9	-288.09
12 a.m.	32.01	6	192.06
3 p.m.	32.01	34	1088.34
6 p.m.	32.01	47	1504.47
9 p.m.	32.01	12	384.12
12 p.m.	32.01	2	64.02

Cuadro No. 26.- Cálculo de Q muro B' al suroeste en la orientación designada con el No. 4 a diferentes horas del día.

Hora	valor AU	valor tabla	Q muro
3 a.m.	37.70	-1	-37.70
6 a.m.	37.70	10	377.0
9 a.m.	37.70	19	716.30
12 a.m.	37.70	28	1055.60
3 p.m.	37.70	18	716.30
6 p.m.	37.70	14	527.80
9 p.m.	37.70	8	301.60
12 p.m.	37.70	2	75.40

Cuadro No. 27.- Cálculo de Q muros A' al sureste en la orientación designada con el No. 4 a diferentes horas del día.

Hora	valor AU	valor tabla	Q muro
3 a.m.	37.70	-1	-37.70
6 a.m.	37.70	-3	-113.10
9 a.m.	37.70	-2	-75.40
12 a.m.	37.70	6	226.20
3 p.m.	37.70	19	716.30
6 p.m.	37.70	40	1508.40
9 p.m.	37.70	18	678.60
12 p.m.	37.70	2	74.40

Cuadro No. 28.- Cálculo de Q muro A al noreste en la orientación designada con el No. 4 a diferentes horas del día.

Sabiendo que el valor Q de la construcción es igual a la sumatoria de las Q de los diferentes componentes de la construcción a una hora dada - se tienen los resultados que se presentan a continuación en los cuadros No. 29 al No. 32 .

Muros	horas							
	3a.m.	6a.m.	9a.m.	12 a.m.	3 p.m.	6 p.m.	9 p.m.	12 p.m.
Q muro norte	-32.01	-96.03	-96.03	128.04	384.12	384.12	192.06	0.0
Q muro sur	0.0	-64.02	32.01	704.12	896.28	512.16	224.07	64.02
Q muro este	-75.40	37.70	1244.10	1260.40	490.10	527.80	301.60	75.40
Q muro oeste	0.0	-75.40	-75.40	226.20	1206.40	1809.60	527.80	75.40
Qmuros	-107.41	-197.75	1104.68	2318.86	2976.90	3233.68	1245.53	214.12

Cuadro No. 29.- Sumatoria de las Q muros con la orientación designada con el No. 1 a diferentes horas del día.

Muros horas	3 a.m.	6 a.m.	9 a.m.	12 a.m.	3 p.m.	6 p.m.	9 p.m.	12 p.m.
Q muro norte	-37.70	-113.10	-113.10	-150.80	452.40	452.40	226.20	0.0
Q muro sur	0.0	-75.40	37.70	829.40	1055.60	603.20	263.9	75.40
Q muro este	-64.02	32.02	1056.33	1024.32	416.13	448.14	256.08	64.02
Q muro oeste	0.0	-64.02	-64.02	192.06	1024.32	1536.48	448.14	64.02
Qmuros	-101.72	-220.51	916.91	2196.58	2948.45	3040.22	1194.32	203.44

Cuadro No. 30.- Sumatoria de las Q muros con la orientación designada con el No. 2 a diferentes horas del día.

Muros horas	3 a.m.	6 a.m.	9 a.m.	12 a.m.	3 p.m.	6 p.m.	9 p.m.	12 p.m.
Q muro noroeste	-32.01	96.03	-64.02	129.06	608.19	1208.40	576.18	64.02
Q muro sureste	-32.01	320.10	608.19	896.28	608.19	448.14	256.08	64.02
Q muro nordeste	-113.10	188.50	867.10	527.80	490.10	527.80	301.60	75.40
Q muro suroeste	0.0	-75.40	-339.30	226.20	1282.80	1771.90	452.40	75.40
Qmuros	-177.12	337.17	1071.97	1842.34	2988.28	4028.24	1586.26	278.84

Cuadro No. 31.- Sumatoria de las Q muros en la orientación designada con el No. 3 a diferentes horas del día.

Muros horas								
	3 a.m.	6 a.m.	9 a.m.	12 a.m.	3 p.m.	6 p.m.	9 p.m.	12 p.m.
Q muro nor este	-96.03	160.05	735.23	448.14	416.13	448.14	256.08	64.02
Q muro sur oeste	0.0	-64.02	-288.09	192.06	1088.34	1504.47	384.12	64.02
Q muro sur este	-37.70	377.00	716.30	1055.60	716.30	527.80	301.60	75.40
Q muro nor oeste	-37.70	-113.10	-75.40	226.20	716.30	1508.00	678.60	75.40
Qmuros	-171.43	359.93	1089.04	1922.00	2937.07	3988.41	1620.40	278.84

Cuadro No. 32.- Sumatoria de las Q muros con la orientación designada con el No. 4 a diferentes horas del día.

Con la finalidad de calcular la Q total de la construcción sin ventanas se suman los valores Q muros más Q losa expuesta en los diferentes horarios establecidos y en los dos casos planteados con sol y con lluvia, por lo que se obtienen los valores que se presentan en los cuadros No. 33 y No.34.

En las gráficas No. 4 y No. 5 es posible observar el comportamiento térmico de la cámara climática con sol y con lluvia y sin ventanas en las cuatro orientaciones propuestas.

- Proposición No. 1

Horas.-	3	6	9	12	15	18	21	24
Q muros	-107.47	-197.75	1104.68	2318.86	2976.90	3233.68	1245.53	214.82
Q losa	898.32	0.0	-149.72	2395.52	5389.92	6437.96	4491.60	2245.80
Q total con sol	790.91	-197.75	954.96	4714.38	8366.82	9671.64	5737.13	2460.62

- Proposición No. 2

Q muros	-101.72	-220.51	916.91	2196.58	2948.45	3040.22	1194.32	203.44
Q losa	898.32	0.0	-149.72	2395.52	5389.92	6437.96	4491.60	2245.80
Q total con sol	796.60	-220.51	767.19	4592.10	8338.37	9478.18	5685.92	2449.24

- Proposición No. 3

Q muros	-177.12	337.17	1071.97	1842.34	2988.28	4028.24	1586.26	278.84
Q losa	898.32	0.0	-149.72	2395.52	5389.92	6437.96	4491.60	2245.80
Q total con sol	721.20	337.17	922.25	4237.86	8378.20	10466.20	6077.86	2524.64

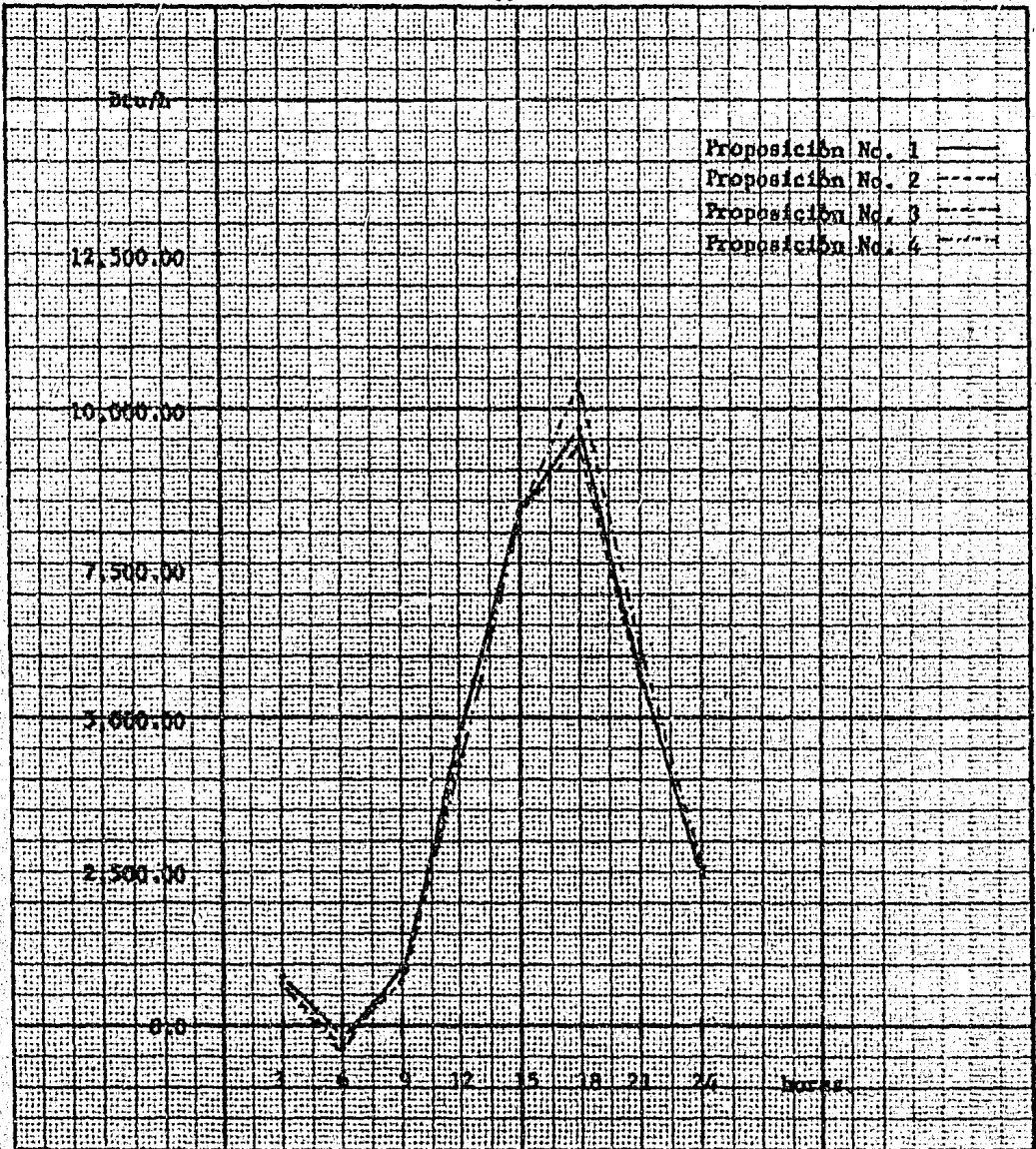
- Proposición No. 4

Q muros	-171.43	359.93	1089.04	1922.00	2937.07	3988.41	1620.40	278.84
Q losa	898.32	0.0	-147.72	2395.52	5389.92	6437.96	4491.60	2245.80
Q total con sol	726.84	359.93	939.32	4317.52	8328.99	10426.37	6113.00	2524.64

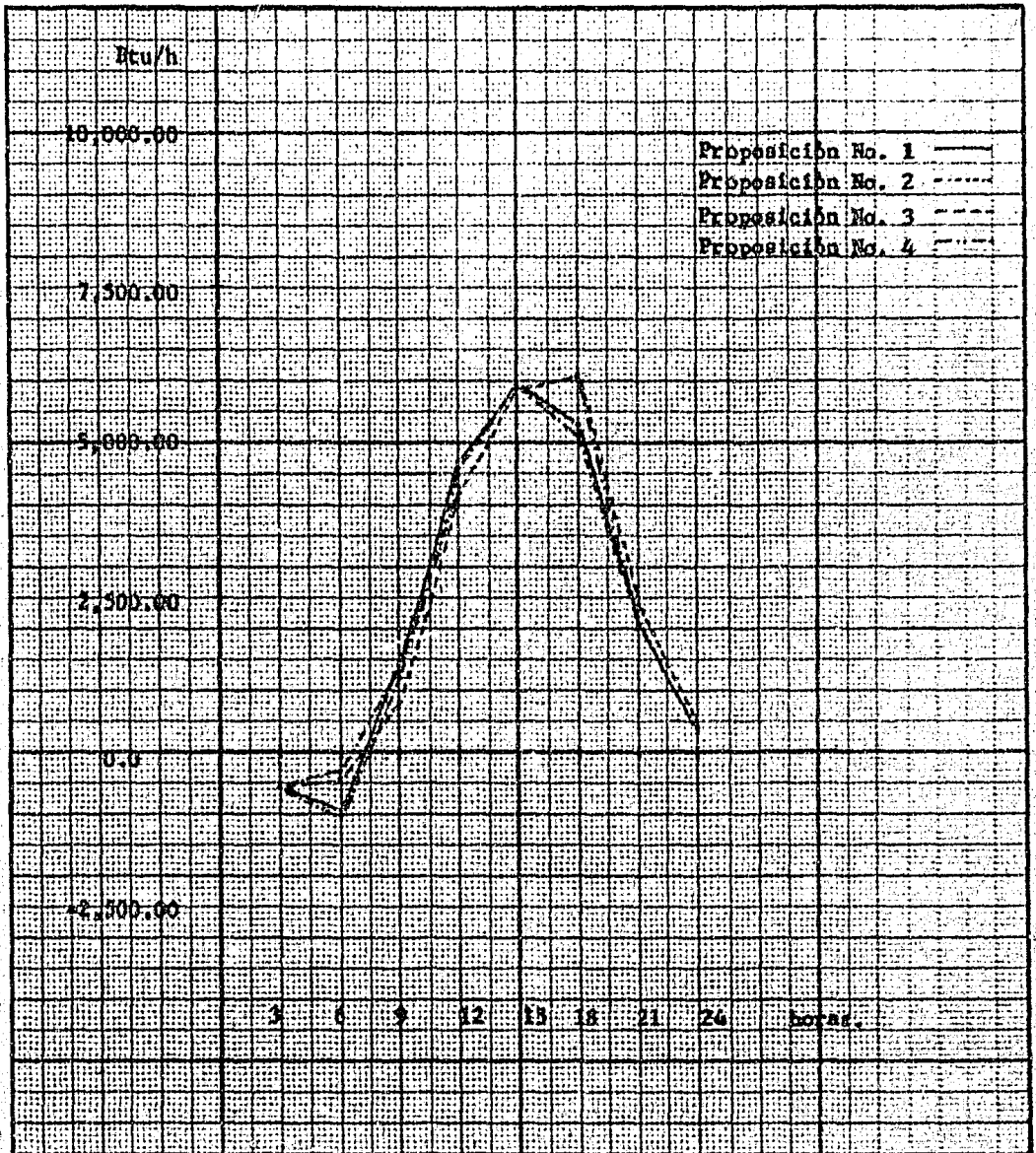
Cuadro No. 33 Cálculos de la Q total de la cámara climática sin ventanas en las cuatro orientaciones propuestas a diferentes horas del día y en presencia de sol.

- Proposición No.1								
Horas.-	3	6	9	12	15	18	21	24
Q muros	-107.14	-197.75	1104.68	2318.86	2976.90	3233.68	1245.53	214.82
Q losa	-449.16	-748.60	299.44	2395.52	2994.40	2096.08	898.32	149.72
Q total con lluvia.	-556.57	-946.35	1404.12	4714.38	5971.30	5329.76	2143.85	364.54
- Proposición No.2								
Q muros	-101.72	-220.51	916.91	2196.58	2948.45	3040.22	1194.32	203.44
Q losa	-449.16	-748.60	299.44	2395.52	2994.40	2096.08	898.32	149.72
Q total con lluvia.	-550.88	-1033.13	1216.35	4592.10	5942.85	5136.30	2092.64	353.16
- Proposición No. 3								
Q muros	-177.12	337.17	1071.97	1842.34	2988.28	4028.24	1586.26	278.84
Q losa	-449.16	-748.60	299.44	2395.52	2994.40	2096.08	898.32	149.72
Q total con lluvia.	-626.28	-411.43	1371.41	4237.86	5982.68	6124.32	2484.58	428.56
- Proposición No. 4								
Q muro	-171.43	359.93	1089.04	1922.00	2937.07	3988.41	1620.40	278.84
Q losa	-449.16	-748.60	299.44	2395.52	2994.40	2096.08	898.32	149.72
Q total con lluvia.	-620.59	-388.67	1388.48	4317.52	5931.47	6084.49	2519.72	428.52

Cuadro No. 34.- Cálculos de la Q total de la cámara climática sin ventanas en las cuatro orientaciones propuestas a diferentes horas del día con presencia de lluvia.



Gráfica No. 4.- Comportamiento térmico de la cámara climática en presencia de sol y sin ventanas en las cuatro orientaciones propuestas , escala 1/100 Btu/h



Gráfica No. 5.- Comportamiento térmico de la cámara climática en presencia de lluvia y sin ventanas en las cuatro orientaciones propuestas, escala 1/100 Btu/h

Del comportamiento térmico de la cámara climática en las alternativas propuestas se deduce, que el caso en que existe una mayor ganancia térmica corresponde a la orientación designada con el No. 3 a las 18 horas la cual se presenta en la figura No. 2 .

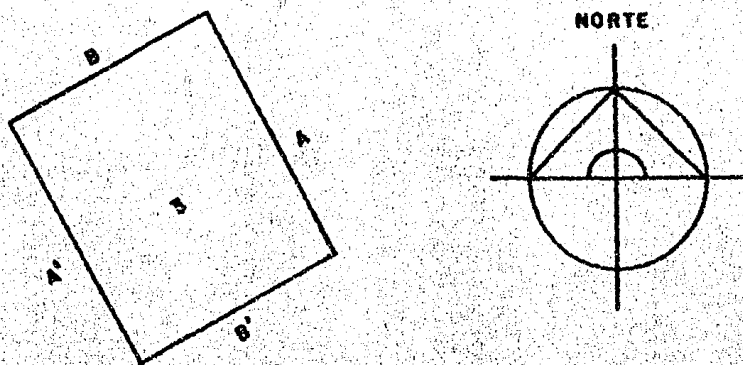


Figura No. 2.- Mejor orientación de la cámara climática sin ventanas para obtener la máxima ganancia térmica en la zona de Chapingo, Edo. de México .

Esto implica que de construirse la cámara climática sin ventanas la opción a elegir en cuanto a la orientación corresponde a la proposición designada con el No. 3 .

4.1.3.- Alternativas con ventanas.

Posterior al cálculo sin ventanas se hizo necesario realizar los mismos cálculos con ventanas por diferentes razones.

- Al contar con ventanas la cámara climática podrá dar servicio docente aún en funcionamiento.

- Permite una iluminación natural con él, consecuente ahorro de energía eléctrica
- Economiza energía, ya que permite una mayor ganancia por radiación solar.
- Puede funcionar igualmente con cortinas como cámara climática sin ventanas.

Dada la distribución interna de la cámara, las ventanas se plantearon - en los muros A y A' , se proponen tres tamaños de ventanas , que corresponden a tres casos diferentes de dimensiones . A cada caso corresponden - 4 posiciones de la cámara climática en diferentes orientaciones. De tal modo los casos fueron los siguientes:

Caso No. 1

- En este caso se propone la construcción de tres ventanas de 1.5 m de largo por 1 m de ancho, cada una en los muros A y A' , quedando las siguientes dimensiones de cálculo en este caso , como a continuación se describe :

Estructura.	Superficie.
Losa expuesta	95.40 m ²
Muro A y A'	27.30 m ²
Ventana A y A'	4.50 m ²
Muro B y B'	27.00 m ²

Caso No. 2

- En este caso se propone la construcción de tres ventanas de 2. m de largo por 1 m de ancho, cada una en los muros A y A' , quedando las siguientes dimensiones de cálculo en este caso, como a continuación se describe :

Estructura.	Superficie.
Losa expuesta	95.40 m ²
Muro A y A'	25.80 m ²
Ventana A y A'	6.00 m ²
Muro B y B'	27.00

Caso No. 3

- En este caso se propone la construcción de tres ventanas de 2.5 m de largo por 1 m de ancho , cada una en los muros A y A' , quedando las siguientes dimensiones de cálculo en este caso, como a continuación se describe:

Estructura.	Superficie.
Losa expuesta	95.40 m ²
Muro A y A'	24.30 m ²
Ventana A y A'	7.50 m ²
Muro B y B'	27.00 m ²

Como en el caso del cálculo sin ventanas se obtuvo el valor $(U_{eq})(\text{Área}) = AU$, de cada estructura el cual es un valor constante, mismo que se presenta en el cuadro No. 35.

Para la realización de los cálculos de acuerdo con la orientación , estos se realizaron considerando una determinada posición dados los valores de muro B y B' los cuales se mantienen constantes en los tres casos, no así los valores de muro A y A' los cuales varían en cada caso.

Por esta razón los valores de Q muros B y B' se obtuvieron una sola vez - para los tres casos y los valores de Q muros A y A' se obtuvieron una vez para cada caso , dichos cálculos se presentan en los cuadros No. 36 al No. 39 .

Estructura	Superficie m ²	Factor de conversión m ² a p ²	p ²	Ueq	AU
- Caso No. 1					
Losa expuesta	95.4	10.7639	1026.87	0.1458	149.72
Muro A	27.3	10.7639	293.85	0.11013	32.36
Ventana A	4.5	10.7639	48.44	1.0	48.44
Muro A'	27.3	10.7639	293.85	0.11013	32.36
Ventana A'	4.5	10.7639	48.44	1.0	48.44
Muro B	27.0	10.7639	290.62	0.11013	32.01
Muro B'	27.0	10.7639	290.62	0.11013	32.01
- Caso No. 2					
Losa expuesta	95.4	10.7639	1026.87	0.1458	149.72
Muro A	25.8	10.7639	277.70	0.11013	30.58
Ventana A	6.0	10.7639	64.58	1.0	64.58
Muro A'	25.8	10.7639	277.70	0.11013	30.58
Ventana A'	6.0	10.7639	64.58	1.0	64.58
Muro B	27.0	10.7639	290.62	0.11013	32.01
Muro B'	27.0	10.7639	290.62	0.11013	32.01
- Caso No. 3					
Losa expuesta	95.4	10.7639	1026.87	0.1458	149.72
Muro A	24.3	10.7639	261.56	0.11013	28.80
Ventana A	7.5	10.7639	80.72	1.0	80.72
Muro A'	24.3	10.7639	261.56	0.11013	28.80
Ventana A'	7.5	10.7639	80.72	1.0	80.72
Muro B	27.0	10.7639	290.62	0.11013	32.01
Muro B'	27.0	10.7639	290.63	0.11013	32.01

Cuadro No. 35.- Cálculo del producto $((Ueq)(\text{Área})) = AU$ para ; losa expuesta;
 Área de ventanas; muros ; A ; A' ; B ; B' , para las distintas dimensiones de ventana .

- Proposición No. 1 con ventanas, presenta; al norte muro B con $AU = 32.01$;
al sur muro B' con $AU = 32.01$; al este muro A' con $AU_1 = 32.36$, $AU_2 = 30.58$,
 $AU_3 = 28.80$; al oeste muro A con $AU_1 = 32.36$, $AU_2 = 30.58$, $AU_3 = 28.80$.

Muro B al norte.

horas	tabla	AU	Q muro
6 a.m.	-3	32.01	-96.03
9 a.m.	-3	32.01	-96.03
3 p.m.	12	32.01	384.12
6 p.m.	12	32.01	384.12

Muro B' al sur.

horas	tabla	AU	Q muro
6 a.m.	-2	32.01	-64.02
9 a.m.	1	32.01	32.01
3 p.m.	28	32.01	896.28
6 p.m.	16	32.01	512.16

Muro A' al este.

hrs.	tabla	AU_1	AU_2	AU_3	Q muro ₁	Q muro ₂	Q muro ₃
6 a.m.	1	32.36	30.58	28.80	32.36	30.58	28.80
9 a.m.	33	32.36	30.58	28.80	1067.88	1007.16	950.40
3 p.m.	13	32.36	30.58	28.80	420.68	396.76	374.40
6 p.m.	14	32.36	30.58	28.80	453.04	427.28	403.20

Muro A al oeste.

hrs.	tabla	AU_1	AU_2	AU_3	Q muro ₁	Q muro ₂	Q muro ₃
6 a.m.	-2	32.36	30.58	28.80	-64.72	-61.04	-57.60
9 a.m.	-2	32.36	30.58	28.80	-64.72	-61.04	-57.60
3 p.m.	32	32.36	30.58	28.80	1035.52	976.64	921.60
6 p.m.	48	32.36	30.58	28.80	1553.28	1464.96	1382.40

Cuadro No. 36.- Cálculo de Q muros ; A ; A' ; B ; B' , con la orientación designada con el No. 1 a diferentes horas del día con diferentes Áreas de ventana en los muros A y A'.

- Proposición No. 2 con ventanas, presenta; al norte muro A' con $AU_1 = 32.36$; $AU_2 = 30.58$, $AU_3 = 28.80$; al sur muro A con $AU_1 = 32.36$, $AU_2 = 30.58$, $AU_3 = 28.80$; al este muro B' con $AU = 32.01$; al oeste muro B con $AU = 32.01$.

Muro A' al norte.

hrs.	tabla	AU_1	AU_2	AU_3	Q muro ₁	Q muro ₂	Q muro ₃
6 a.m.	-3	32.36	30.58	28.80	-97.08	-91.56	-86.40
9 a.m.	-3	32.36	30.58	28.80	-97.08	-91.56	-86.40
3 p.m.	12	32.36	30.58	28.80	388.32	366.24	345.60
6 p.m.	12	32.36	30.58	28.80	388.32	366.24	345.60

Muro A al sur.

hrs.	tabla	AU_1	AU_2	AU_3	Q muro ₁	Q muro ₂	Q muro ₃
6 a.m.	-2	32.36	30.58	28.80	-64.72	-61.04	-57.60
9 a.m.	1	32.36	30.58	28.80	32.36	30.58	28.80
3 p.m.	28	32.36	30.58	28.80	906.08	854.56	806.40
6 p.m.	16	32.36	30.58	28.80	517.76	488.32	460.80

Muro B' al este.

hora	tabla	AU	Q muro
6 a.m.	1	32.01	32.01
9 a.m.	33	32.01	1056.33
3 p.m.	13	32.01	416.13
6 p.m.	14	32.01	448.14

Muro B al oeste.

hora	tabla	AU	Q muro
6 a.m.	-2	32.01	-64.02
9 a.m.	-2	32.01	-64.02
3 p.m.	32	32.01	1024.32
6 p.m.	48	32.01	1536.48

Cuadro No. 37.- Cálculo de Q muros; A ; A' ; B ; B' , con la orientación designada con el No. 2 a diferentes horas del día y con diferentes áreas de ventana en los muros A y A' .

- Proposición No. 3 con ventanas, presenta; al noroeste muro B con AU = 32.01; al sureste muro B' con AU = 32.01; al noreste muro A con AU₁ = 32.36, AU₂ = 30.58, AU₃ = 28.80; al suroeste muro A' con AU₁ = 32.36, AU₂ = 30.58, AU₃ = 28.80.

Muro B al noroeste.

horas	tabla	AU	Q muro
6 a.m.	-3	32.01	-96.03
9 a.m.	-2	32.01	-64.02
3 p.m.	19	32.01	608.19
6 p.m.	40	32.01	1280.40

Muro B' al sureste.

horas	tabla	AU	Q muro
6 a.m.	10	32.01	320.10
9 a.m.	19	32.01	608.19
3 p.m.	19	32.01	608.19
6 p.m.	14	32.01	448.14

Muro A al noreste.

hrs.	tabla	AU ₁	AU ₂	AU ₃	Q muro ₁	Q muro ₂	Q muro ₃
6 a.m.	5	32.36	30.58	28.80	161.80	152.60	144.00
9 a.m.	23	32.36	30.58	28.80	744.28	701.96	662.40
3 p.m.	13	32.36	30.58	28.80	420.68	396.76	374.40
6 p.m.	14	32.36	30.58	28.80	453.04	427.28	403.20

Muro A' al suroeste.

hrs.	tabla	AU ₁	AU ₂	AU ₃	Q muro ₁	Q muro ₂	Q muro ₃
6 a.m.	-2	32.36	30.58	28.80	-64.72	-61.04	-57.60
9 a.m.	-9	32.36	30.58	28.80	-291.24	-274.68	-259.20
3 p.m.	34	32.36	30.58	28.80	1100.24	1037.68	979.20
6 p.m.	47	32.36	30.58	28.80	1520.92	1434.44	1353.60

Cuadro No. 38.- Cálculo de Q muros ; A ; A' ; B ; B' , con la orientación designada con el No. 3 a diferentes horas del día y con diferentes Áreas de ventana en los muros A y A' .

- Proposición No. 4 con ventanas, presenta; al noreste muro B con $AU = 32.01$;
al suroeste muro B' con $AU = 32.01$; al sureste muro A' con $AU_1 = 32.36$, $AU_2 =$
 30.58 , $AU_3 = 28.80$; al noroeste muro A con $AU_1 = 32.36$, $AU_2 = 30.58$, $AU_3 = 28.80$.

Muro B al noreste.

horas	tabla	AU	Q muro
6 a.m.	5	32.01	160.05
9 a.m.	23	32.01	736.23
3 p.m.	13	32.01	416.13
6 p.m.	14	32.01	448.14

Muro B' al suroeste.

horas	tabla	AU	Q muro
6 a.m.	-2	32.01	-64.02
9 a.m.	-9	32.01	-288.09
3 p.m.	34	32.01	1088.34
6 p.m.	47	32.01	1504.47

Muro A' al sureste.

hrs.	tabla	AU_1	AU_2	AU_3	Q muro ₁	Q muro ₂	Q muro ₃
6 a.m.	10	32.36	30.54	28.80	323.60	305.40	288.00
9 a.m.	19	32.36	30.54	28.80	614.84	579.88	547.20
3 p.m.	19	32.36	30.54	28.80	614.84	579.88	547.20
6 p.m.	14	32.36	30.54	28.80	563.04	427.28	403.20

Muro A al noroeste.

hrs.	tabla	AU_1	AU_2	AU_3	Q muro ₁	Q muro ₂	Q muro ₃
6 a.m.	-3	32.36	30.54	28.80	-97.08	-91.56	-86.40
9 a.m.	-2	32.36	30.54	28.80	-64.72	-61.04	-57.60
3 p.m.	19	32.36	30.54	28.80	614.84	579.88	547.20
6 p.m.	40	32.36	30.54	28.80	1294.40	1220.80	1152.00

Cuadro No. 39.- Cálculo de Q muros ; A ; A' ; B ; B' , con la orientación designada con el No. 4 a diferentes horas del día y con diferentes áreas de ventana en los muros A y A' .

Una vez realizados los cálculos respectivos para obtener los valores Q muros para los tres casos de ventana y las cuatro orientaciones propuestas, fué necesario calcular la ganancia que tendrían las ventanas en los muros A y A' de acuerdo a sus dimensiones y a la época del año. Para dicho cálculo se realizó un muestreo trimestral y se seleccionaron los días:

- 22 de diciembre.
- 23 de octubre y 20 de febrero.
- 22 de septiembre y 22 de marzo.
- 21 de junio.

Para el cálculo anterior se consideró que la orientación de las ventanas era constante, para cada proposición y cada caso. De tal modo que se realizó una tabla para cada día propuesto que enmarca los tres casos; las cuatro orientaciones; así como la hora del día; el valor de la tabla correspondiente y el valor Q de ventana según sus dimensiones.

La descripción de dichas tablas se presenta a continuación.

Tabla No. 5.- Ganancia por radiación solar para el día 22 de diciembre con tres dimensiones distintas de ventana, con cuatro orientaciones propuestas y a diferentes horas del día.

Tabla No. 6.- Ganancia por radiación solar para el día 23 de octubre y 20 de febrero con tres dimensiones distintas de ventana, con cuatro orientaciones propuestas y a diferentes horas del día.

Tabla No. 7.- Ganancia por radiación solar para los días 22 de septiembre y 22 de marzo con tres dimensiones distintas de ventana, con cuatro orientaciones propuestas y a diferentes horas del día.

Tabla No. 8.- Ganancia por radiación solar para el día 21 de junio con tres dimensiones distintas de ventana con cuatro orientaciones propuestas y a diferentes horas del día.

Exposición	Horario	Tabla (valor)	Q vent. ₁ (48.44)	Q vent. ₂ (64.58)	Q vent. ₃ (80.72)
------------	---------	------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

- Proposición No. 1

Este	6 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Este	9 a.m.	121	5861.24	7814.18	9767.12
Este	3 p.m.	11	532.84	710.38	887.92
Este	6 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Oeste	6 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Oeste	9 a.m.	11	532.84	710.38	887.92
Oeste	3 p.m.	121	5861.24	7814.18	9767.12
Oeste	6 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0

- Proposición No. 2

Norte	6 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Norte	9 a.m.	11	532.84	710.38	887.92
Norte	3 p.m.	11	532.84	710.38	887.92
Norte	6 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Sur	6 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Sur	9 a.m.	111	5376.40	7168.38	8959.92
Sur	3 p.m.	111	5376.40	7168.38	8959.92
Sur	6 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0

- Proposición No. 3

Noreste	6 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Noreste	9 a.m.	12	581.28	774.96	968.64
Noreste	3 p.m.	11	532.84	710.38	887.92
Noreste	6 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Suroeste	6 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Suroeste	9 a.m.	11	532.84	710.38	887.92
Suroeste	3 p.m.	167	8089.48	10784.86	13480.24
Suroeste	6 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0

- Proposición No. 4

Noroeste	6 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Noroeste	9 a.m.	11	532.84	710.38	887.92
Noroeste	3 p.m.	12	581.28	774.96	968.64
Noroeste	6 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Sureste	6 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Sureste	9 a.m.	167	8089.48	10784.86	13480.24
Sureste	3 p.m.	11	532.85	710.38	887.92
Sureste	6 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla No. 5

Exposición	Horario	Tabla (valor)	Q vent. ₁ (48.44)	Q vent. ₂ (64.58)	Q vent. ₃ (80.72)
------------	---------	------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

- Proposición No. 1

Este	6 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Este	9 a.m.	141	6830.04	9105.78	11381.52
Este	3 p.m.	12	581.28	774.96	968.64
Este	6 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Oeste	6 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Oeste	9 a.m.	12	581.28	774.96	968.64
Oeste	3 p.m.	141	6830.04	9105.78	11381.52
Oeste	6 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0

- Proposición No. 2

Norte	6 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Norte	9 a.m.	12	581.28	774.96	968.64
Norte	3 p.m.	12	581.28	774.96	968.64
Norte	6 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Sur	6 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Sur	9 a.m.	38	1840.72	2454.04	3067.36
Sur	3 p.m.	38	1840.72	2454.04	3067.36
Sur	6 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0

- Proposición No. 3

Noreste	6 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Noreste	9 a.m.	29	1404.76	1872.82	2340.88
Noreste	3 p.m.	12	581.28	774.96	968.64
Noreste	6 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Suroeste	6 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Suroeste	9 a.m.	13	629.72	839.54	1049.36
Suroeste	3 p.m.	140	6781.60	9041.20	11300.80
Suroeste	6 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0

- Proposición No. 4

Noroeste	6 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Noroeste	9 a.m.	12	581.28	774.96	968.64
Noroeste	3 p.m.	29	1404.76	1872.82	2340.88
Noroeste	6 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Sureste	6 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Sureste	9 a.m.	160	7750.40	10332.80	12915.20
Sureste	3 p.m.	12	581.28	774.96	968.64
Sureste	6 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0

Exposición	Horario	Tabla (valor)	Q vent. ₁ (48.44)	Q vent. ₂ (64.58)	Q vent. ₃ (80.72)
------------	---------	-------------------	---------------------------------	----------------------------------	---------------------------------

- Proposición No.1

Este	6 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Este	9 a.m.	149	7217.56	9622.42	12027.28
Este	3 p.m.	13	629.72	839.54	1049.36
Este	6 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Oeste	6 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Oeste	9 a.m.	13	629.72	839.54	1049.36
Oeste	3 p.m.	149	7217.56	9622.42	12027.28
Oeste	6 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0

- Proposición No. 2

Norte	6 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Norte	9 a.m.	13	629.72	839.54	1049.36
Norte	3 p.m.	11	532.84	710.38	887.92
Norte	6 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Sur	6 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Sur	9 a.m.	38	1840.72	2454.04	3067.36
Sur	3 p.m.	38	1840.72	2454.04	3067.36
Sur	6 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0

- Proposición No. 3

Noreste	6 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Noreste	9 a.m.	59	2857.96	3810.22	4762.48
Noreste	3 p.m.	13	629.72	839.54	1049.36
Noreste	6 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Suroeste	6 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Suroeste	9 a.m.	14	678.16	904.12	1130.08
Suroeste	3 p.m.	140	6781.60	9041.20	11300.80
Suroeste	6 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0

- Proposición No.4

Noroeste	6 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Noroeste	9 a.m.	13	629.72	839.54	1049.36
Noroeste	3 p.m.	87	4214.28	5618.46	7022.64
Noroeste	6 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Sureste	6 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
Sureste	9 a.m.	140	6781.60	9041.2	11300.80
Sureste	3 p.m.	13	629.72	839.54	1049.36
Sureste	6 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0

Exposición	Horario	Tabla (valor)	Q vent. ₁ (48.44)	Q vent. ₂ (64.58)	Q vent. ₃ (80.72)
------------	---------	------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

- Proposición No. 1

Este	6 a.m.	81	3923.64	5230.98	6538.32
Este	9 a.m.	143	6926.92	9234.94	11542.96
Este	3 p.m.	14	678.16	904.12	1130.08
Este	6 p.m.	3	145.32	193.74	242.16
Oeste	6 a.m.	3	145.32	193.74	242.16
Oeste	9 a.m.	14	678.16	904.12	1130.08
Oeste	3 p.m.	143	6926.92	9234.94	11542.96
Oeste	6 p.m.	81	3923.64	5230.98	6538.32

- Proposición No. 2

Norte	6 a.m.	28	1356.32	1808.24	2260.16
Norte	9 a.m.	25	1211.00	1614.50	2018.00
Norte	3 p.m.	25	1211.00	1614.50	2018.00
Norte	6 p.m.	28	1356.32	1808.24	2260.16
Sur	6 a.m.	3	145.32	193.74	242.16
Sur	9 a.m.	14	678.16	903.12	1130.08
Sur	3 p.m.	14	678.16	903.12	1130.08
Sur	6 p.m.	3	145.32	193.74	242.16

- Proposición No. 3

Noreste	6 a.m.	81	3923.64	5230.98	6538.32
Noreste	9 a.m.	122	5909.68	7878.76	9847.84
Noreste	3 p.m.	14	678.16	904.12	1130.08
Noreste	6 p.m.	3	145.32	193.74	242.16
Suroeste	6 a.m.	3	145.32	193.74	242.16
Suroeste	9 a.m.	14	678.16	904.12	1130.08
Suroeste	3 p.m.	66	3197.04	4262.28	5327.52
Suroeste	6 p.m.	28	1356.32	1808.21	2260.16

- Proposición No. 4

Noroeste	6 a.m.	3	145.32	193.74	242.16
Noroeste	9 a.m.	14	678.16	904.12	1130.08
Noroeste	3 p.m.	122	5909.68	7878.76	9847.84
Noroeste	6 p.m.	81	3923.64	5230.98	6538.32
Sureste	6 a.m.	28	1356.32	1808.24	2260.16
Sureste	9 a.m.	66	3197.04	4262.28	5327.52
Sureste	3 p.m.	14	678.16	904.12	1130.08
Sureste	6 p.m.	3	145.32	193.74	242.16

Tabla No. 8

Posteriormente se realizó la sumatoria de los valores Q muros para cada caso obteniendo los datos que se presentan en el cuadro No.40..

			6 a.m.	9 a.m.	3 p.m.	6 p.m.
Proposición No.1	caso 1	Q muros	- 192.41	939.14	2736.60	2902.60
Proposición No.1	caso 2	Q muros	-190.57	882.10	2653.80	2788.52
Proposición No.1	caso 3	Q muros	-188.85	828.78	2576.40	2681.88
Proposición No.2	caso 1	Q muros	-193.81	927.59	2734.85	2890.70
Proposición No.2	caso 2	Q muros	-184.61	931.27	2661.25	2839.18
Proposición No.2	caso 3	Q muros	-176.01	934.71	2592.45	2791.02
Proposición No.3	caso 1	Q muros	321.15	997.27	2737.30	3702.50
Proposición No.3	caso 2	Q muros	315.63	971.45	2650.82	3590.26
Proposición No.3	caso 3	Q muros	310.47	947.37	2569.98	3485.34
Proposición No.4	caso 1	Q muros	322.55	998.26	2734.15	3810.05
Proposición No.4	caso 2	Q muros	309.67	966.98	2664.23	3600.69
Proposición No.4	caso 3	Q muros	297.63	937.74	2598.87	3507.81

Cuadro No. 40.- Sumatoria de Q muros para cada caso(dimensiones de ventana) en las cuatro orientaciones propuestas a diferentes horas del día.

La ganancia calórica en los diferentes casos en las diferentes orientaciones, en diferentes días del año y horarios se obtiene de la adición de Q de muros + losa expuesta la sol con la Q por radiación solar (ventanas) correspondiente a las horas del día y fechas del año, dichos valores se presentan en los cuadros No.41 al No. 43

Día del año	Horario			
	6 a.m.	9 a.m.	3 p.m.	6 p.m.
- Proposición No.1 , caso No.1				
21 de junio	3246.55	8394.50	15731.60	13409.52
22 de septiembre y				
22 de marzo	-192.40	8636.70	15973.80	9340.56
23 de octubre y				
2 de febrero	-192.40	8200.74	15537.84	9340.56
22 de diciembre	-192.40	7183.50	14526.60	9340.56
- Proposición No.2 , caso No.1				
21 de junio	1307.83	2667.03	10013.93	10830.30
22 de septiembre y				
22 de marzo	-193.81	3248.32	10498.33	9328.66
23 de octubre y				
2 de febrero	-193.81	3199.87	10546.77	9328.66
22 de diciembre	-193.81	6689.11	14034.01	9328.66
- Proposición No.3 , caso No.1				
21 de junio	4390.11	7435.33	12002.42	11642.10
22 de septiembre y				
22 de marzo	321.15	4383.61	15538.54	10140.46
23 de octubre y				
2 de febrero	321.15	2881.97	15490.10	10140.46
22 de diciembre	321.15	1961.61	16749.54	10140.46
- Proposición No. 4 , caso No.1				
21 de junio	1834.19	4723.74	14711.91	14316.97
22 de septiembre y				
22 de marzo	322.55	8259.86	12968.07	10248.01
23 de octubre y				
2 de febrero	322.55	9180.22	10110.11	10248.01
22 de diciembre	322.55	9570.86	9238.19	10248.01

Cuadro No. 41.- Ganancia Calórica de la cámara climática propuesta en el caso No. 1 , seis días distintos del año en cuatro horarios y cuatro distintas orientaciones expresada en Btu/h .

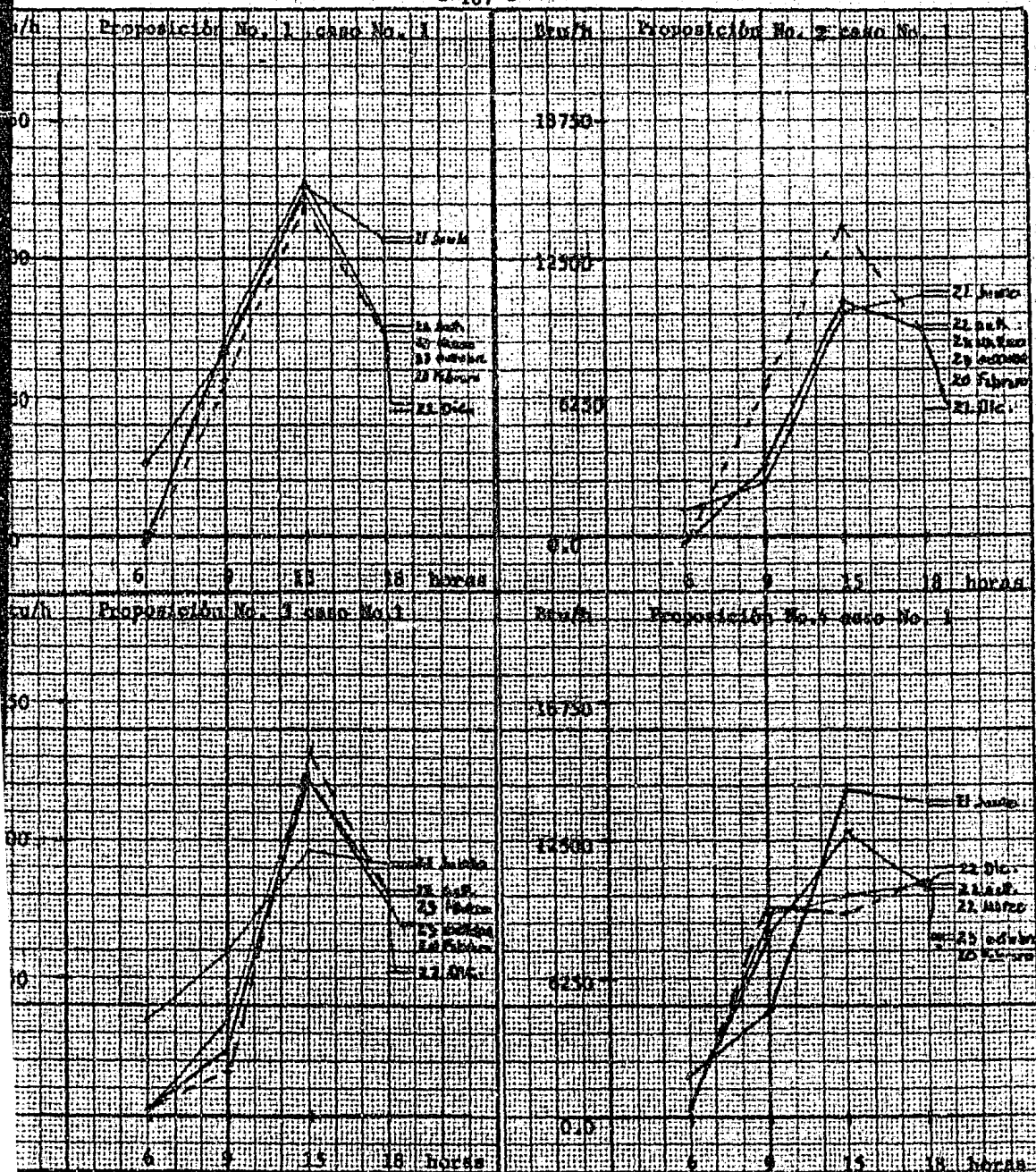
El comportamiento térmico de la cámara climática en las cuatro orientaciones propuestas con tres ventanas de 1.5 m^2 c/u en los muros A y A' en los seis días diferentes del año en cuatro diferentes horarios se presentan en la

gráfica No. 6.

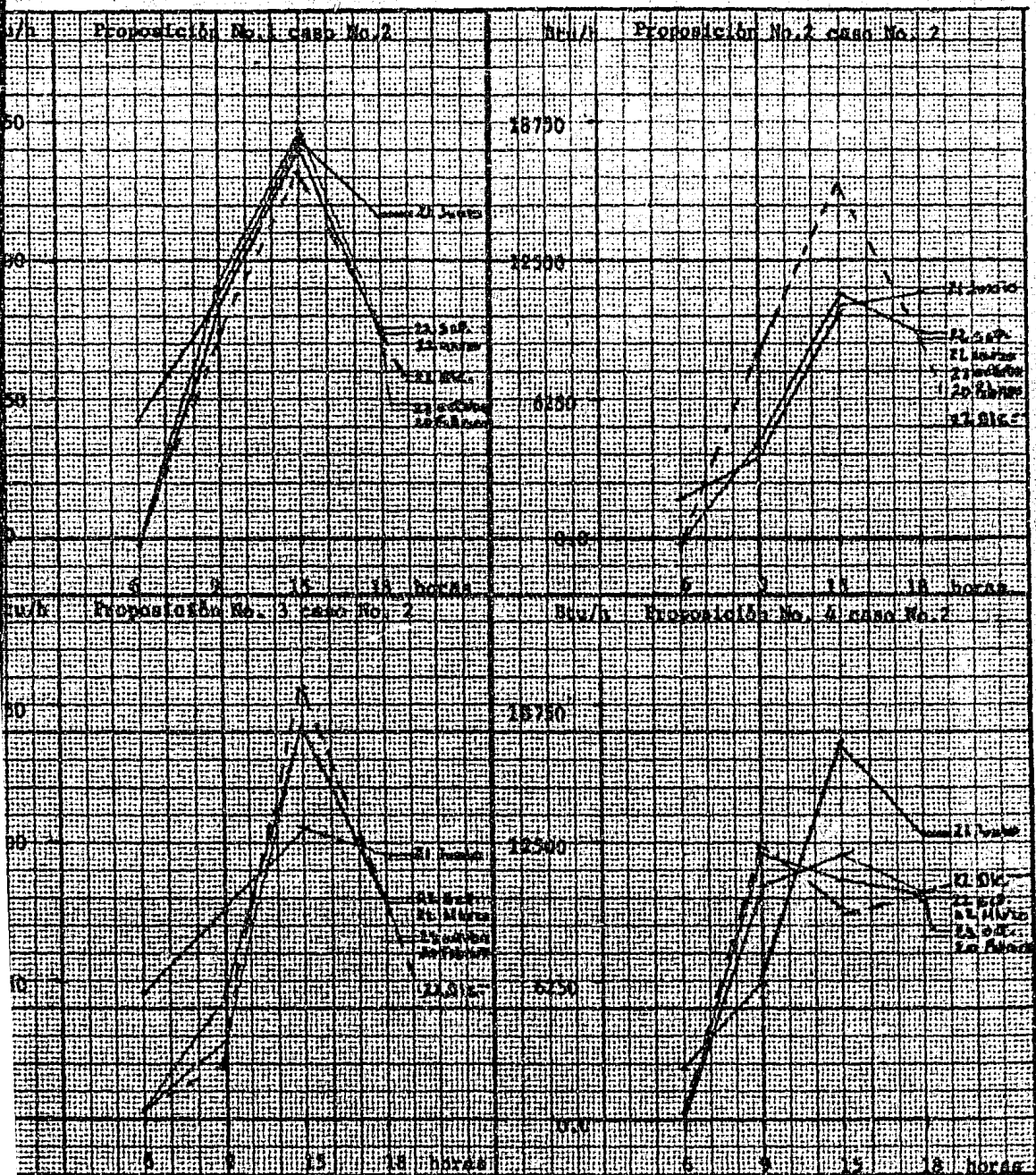
Día del año	Horario			
	6 a.m.	9 a.m.	3 p.m.	6 p.m.
- Proposición No. 1 , caso No.2				
21 de junio	5234.15	10871.44	18182.78	14651.20
22 de septiembre y				
22 de marzo	-190.57	11194.34	18505.68	9226.48
23 de octubre y				
2 de febrero	-190.57	10613.12	17924.46	9226.48
22 de diciembre	-190.57	9256.94	16568.28	9226.48
- Proposición No. 2 , caso No.2				
21 de junio	1817.37	3299.17	10568.79	11279.12
22 de septiembre y				
22 de marzo	-184.61	4075.13	11215.59	9277.14
23 de octubre y				
2 de febrero	-184.61	4011.15	11280.17	9277.14
22 de diciembre	-184.61	8660.31	15929.93	9277.14
- Proposición No. 3 , caso No.2				
21 de junio	5740.35	9065.61	13207.14	12030.17
22 de septiembre y				
22 de marzo	315.65	5536.07	17921.48	10028.22
23 de octubre y				
2 de febrero	315.65	3534.09	17856.90	10028.22
22 de diciembre	315.65	2307.07	19536.02	10028.22
- Proposición No. 4 , caso No. 2				
21 de junio	2311.65	5983.66	16837.03	15463.37
22 de septiembre y				
22 de marzo	309.67	10698.00	14512.15	10038.65
23 de octubre y				
2 de febrero	309.67	11925.02	10701.93	10038.65
22 de diciembre	309.67	12312.50	9539.49	10038.65

Cuadro No. 42.- Ganancia calórica de la cámara climática propuesta en el caso No. 2 , seis días distintos del año en cuatro horarios y cuatro distintas orientaciones expresada en Btu/h.

El comportamiento térmico de la cámara climática en las cuatro orientaciones propuestas con 3 ventanas de 2 m^2 c/u en los muros A y A' en seis días diferentes del año en cuatro diferentes horarios se presenta en la gráfica No. 7 .



Gráfica No. 6 .- Comportamiento térmico de la cámara climática en las cuatro orientaciones propuestas con 3 ventanas de 1.5 m c/u en los muros A y A' en 6 días diferentes del año a diferentes horas del día.

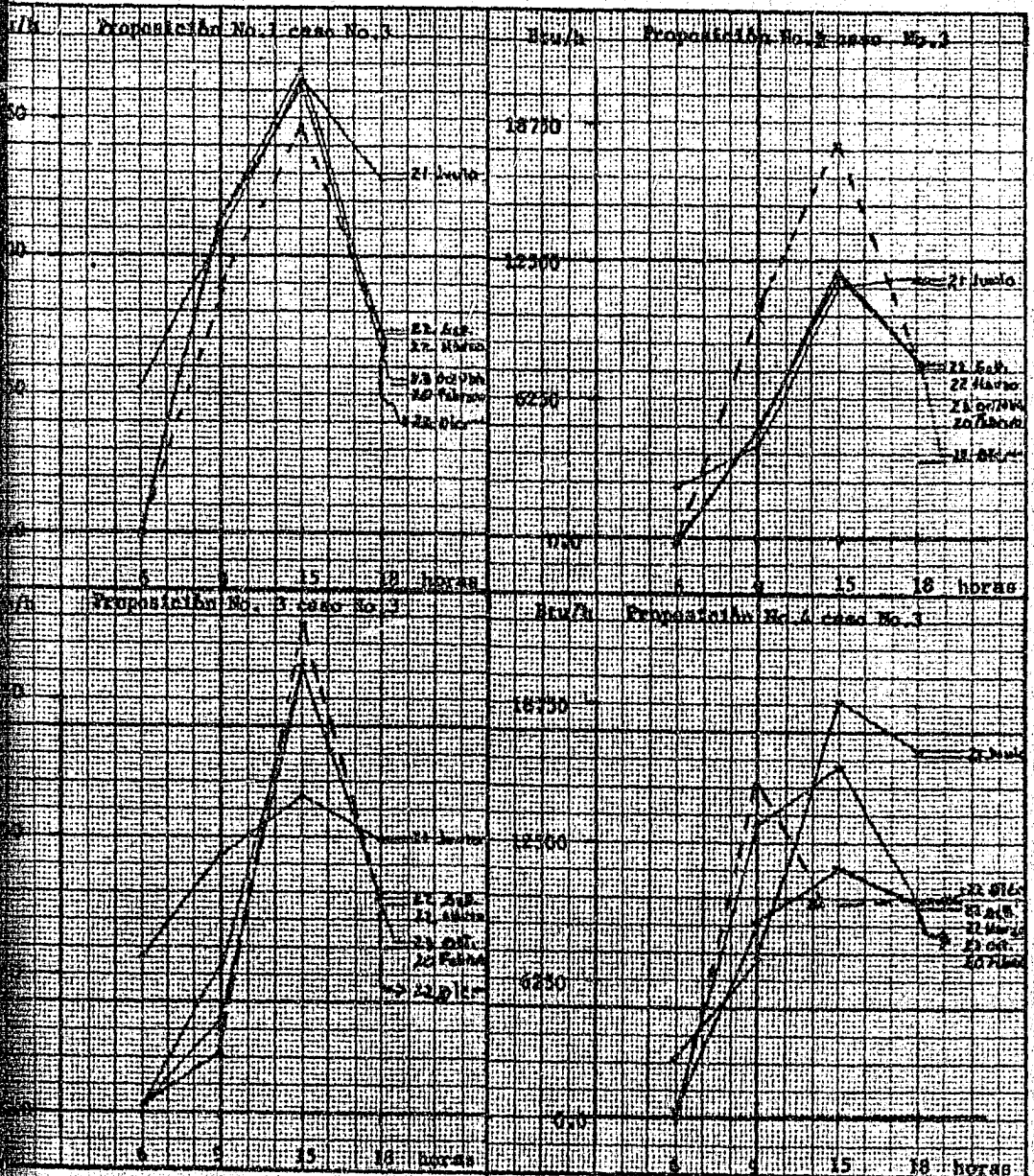


Gráfica No. 7 .- Comportamiento térmico de la cámara climática en las cuatro orientaciones propuestas con 3 ventanas de 2 m c/u en los muros A y A' en 6 días diferentes del año en 4 diferentes horarios.

Día del año	Horario			
	6 a.m.	9 a.m.	3 p.m.	6 p.m.
- Proposición No.1 , caso No.3				
21 de junio	6591.63	13352.10	20639.36	15900.32
22 de septiembre y				
22 de marzo	-188.85	13755.70	21042.96	9119.84
23 de octubre y				
2 de febrero	-188.85	13028.22	20316.40	9119.84
22 de diciembre	-188.85	11334.10	18621.33	9119.84
- Proposición No.2 , caso No.3				
21 de junio	2326.31	3933.07	11131.17	11731.30
22 de septiembre y				
22 de marzo	-176.01	4901.71	11937.65	9228.98
23 de octubre y				
2 de febrero	-176.01	4820.99	12018.37	9228.98
22 de diciembre	-176.01	10632.83	17830.21	9228.98
- Proposición No.3 , caso No.3				
21 de junio	7090.95	11775.57	14417.50	12425.62
22 de septiembre y				
22 de marzo	310.47	6690.21	20310.06	9923.30
23 de octubre,y				
2 de febrero	310.47	4187.89	20229.34	9923.30
22 de diciembre	310.47	2654.25	22328.06	9923.30
- Proposición No.4 , caso No.3				
21 de junio	2799.95	7245.66	18966.71	16726.25
22 de septiembre y				
22 de marzo	297.63	13138.18	16060.79	9945.77
23 de octubre y				
2 de febrero	297.63	14671.86	11298.31	9945.77
22 de diciembre	297.63	15156.18	9845.35	9945.77

Cuadro No. 43.- Ganancia calórica de la cámara climática propuesta en el caso No. 3 , seis días distintos del año en cuatro orientaciones y cuatro distintos horarios expresada en Btu/h.

El comportamiento térmico de la cámara climática en las cuatro orientaciones propuestas , con tres ventanas de 2.5 m^2 c/u en los muros A y A' en seis días diferentes del año en cuatro diferentes horarios se presentan en la gráfica No. 8 .



Gráfica No. 8 .- Comportamiento térmico de la cámara climática en las cuatro orientaciones propuestas con 3 ventanas de 2.5 m c/u en los muros A y A' en 6 días diferentes del año en 4 diferentes --horarios.

5 .--Discusión.

Una vez desarrolladas las diversas opciones de orientación, presencia o ausencia de ventanas y dimensiones de las mismas, se llegó a la determinación de que la mejor orientación para la construcción de la cámara climática corresponde a la proposición No. 3 , dado que ésta permite una mayor ganancia térmica con un menor costo de operación. Además se determinó que la presencia de ventanas permite una mayor ganancia térmica que las otras opciones.

Por la razón anterior y después de haber analizado 3 distintas dimensiones de la superficie de ventanas se determinó que 7.5 m^2 de ventanas en los muros A y A' son la mejor opción para los propósitos del presente estudio.

En base al análisis de los resultados anteriores y con fundamento en la investigación realizada en el desarrollo del proyecto, se propone el proyecto arquitectónico y el sistema de acondicionamiento climático que en este capítulo se describen por considerar que ello es lo más factible de construir para simular un microclima tropical.

Considerando la dirección prevaleciente de los vientos dominantes y --- vientos de velocidad de la zona donde se pretende construir la cámara climática, se determinó que la puerta de acceso a los animales debe estar en el muro B , dado que la abertura de esta puerta es ocasional y al inicio o al final de cada experimento.

Las dimensiones de la puerta para la entrada de animales , se sugiere - que sean de 2.4 metros de ancho por 2.6 metros de altura, misma que será - abatible y desde luego aislada, formada por tres capas que son: madera, capa aislante, y madera.

Además se propone el uso de ventanas con vidrio doble de 3 mm de espesor con cámara de aire de 5 cm. ya que ello constituye un buen sistema aislante.

5.1.- Proyecto arquitectónico.

La superficie de las diversas estructuras que conforman la cámara climática, así como sus valores U equivalente se presentan en el cuadro No. 44.

Estructura.	superficie en m ²	superficie en p ²	U eq (valor)	((Ueq)(área))
Losa expuesta	95.4	1026.87	0.1458	149.72
Muro A	24.3	261.56	0.1101398	28.80
Muro A'	24.3	261.56	0.1101398	28.80
Ventana A	7.5	80.72	0.56	45.20
Ventana A'	7.5	80.72	0.56	45.20
Muro B	20.76	223.45	0.1101398	24.61
Fuente muro B (animales)	6.24	67.166	0.12727	8.54
Fuente muro B' (servicio)	3.12	33.58	0.12727	4.27
Ventana interior B'	3.0	32.29	0.56	18.08
Muro interior B'	20.88	224.75	0.1101398	24.75

Cuadro No. 44.- Superficies y valores Ueq de las estructuras que conforman la cámara climática así como el producto ((Ueq)(área)) correspondiente a cada estructura.

5.1.1.- Especificaciones de la construcción.

- Limpieza y trazo del terreno:

Se retirará todo tipo de vegetación y escombros que obstruyan el trazo de la cámara climática.

- Excavación.

Se hará en forma manual de acuerdo a las formas y dimensiones de la cimentación.

- Cimentación.

Se construirá a base de zapatas aisladas, de concreto armado $F'C = 200 \text{ Kg/cm}^2$ y acero de $\emptyset 3/8$, con trabes de concreto armado $F'C = 200 \text{ Kg/cm}^2$, reforzadas con cuatro varillas de $\emptyset 3/8$, con estribos a cada 20 cm de alambro de $\emptyset 1/4$.

- Rellenos.

Deberán ser compactos en capas de 20 cm con pisón de mano y la humedad necesaria.

- Impermeabilización de dallas de desplante.

Se hará sobre el área de contacto con los muros aplicándose una capa de asfalto en frío sobre la cual se colocará una membrana de cartón asfáltico de 20 cm. de ancho en toda la longitud de la dala.

- Columnas.

Serán de concreto armado de $F'C = 200 \text{ Kg/cm}^2$ con cuatro varillas de $\emptyset 3/8$ y estribo de alambro de $\emptyset 1/4$ a cada 18 cm..

- Muro capuchino.

Será a base de tabique de barro rojo recocido (6cm) (12cm) (26cm), asentado en 6 cm, junteados con cemento mortero y arena, en proporción 1:5 debiendo tener plomo y nivel en sus hiladas, será aparente una cara.

- Muro block.

Serán a base de block hueco vertical (12cm) (12 cm) (26 cm), con acero de refuerzo tanto en el sentido vertical como en el horizontal, debiendo tener plomo y nivel en sus hiladas.

- Muro de tabique.

Serán a base de tabique rojo recocido (6 cm) (12 cm) (26 cm), junteado con cemento mortero y arena en proporción 1:5, debiendo tener plomo y nivel en sus hiladas. Ambas caras serán aparentes.

- Aislante en muro capuchino.

Se aplicará sobre una superficie limpia, libre de partículas sueltas, una capa de sellador sobre la cual colocará una capa de emulsión asfáltica que ligará a una membrana de fibra de vidrio, la que sellará con una segunda capa de emulsión asfáltica.

- Trabes y cerramientos.

Serán de concreto armado $F'C = 200 \text{ Kg/cm}^2$ con acero de refuerzo de $\emptyset 3/8$ con estribos de $\emptyset 1/4$ de alambroñ, deberán de cumplir con nivel y plomada en sus caras.

- Losa

Todas las losas ya sean de entrepiso ó de azotea, se construirán de concreto armado $F'C = 200 \text{ Kg/cm}^2$, con acero de refuerzo de $\emptyset 3/8$ en forma y dimensión de acuerdo a plano. Las losas azotea irán pulidas por su cara superior, guardando una superficie uniforme.

- Piso.

En el área de la cámara climática se colocará un firme de concreto de 8 cm de espesor, con acabado escobillado integral. En el resto se colocará un firme con acabado de cemento pulido, con excepción del baño, donde sobre un firme se colocará azulejo, nueve cuadros (11cm)(11cm) antiderrapante.

Con las pendientes necesarias para la canalización de los desechos líquidos de los animales, en el área de pesebre se llevará a cabo previo al firme, una capa de emulsión asfáltica, ligando a una membrana de polietileno y una capa más de emulsión asfáltica y con acabado final sobre el firme capa de caucho.

- Lambrín de azulejo.

En el baño se colocará azulejo en la zona de muros, sobre un repellado de cemento, arena y junteado con una lechada de cemento blanco.

- Escalera.

La escalera será de acero estructural prefabricado

- Drenaje y registros.

El drenaje de pesebres será a base de una media caña de concreto, con acabado de cemento pulido, que se unirá a la red general de la cual será de tubos de albanal de 20 cm de diámetro. En ésta línea se construirán registros de 40 cm por 60 cm, de tabique rojo recocido con aplanado, pulido en el interior, media caña en el fondo y tapa dotada de marco y contramarco metálico.

- Instalación hidráulica y sanitaria.

Las alimentaciones y ramaleos aparentes serán de tubo galvanizado, cédula 40 y en las ramales ocultos se empleará tubo de cobre, en diámetros según plano. Se utilizarán tinacos de 400 litros (individuales), los bebederos de los pesebres serán automáticos, los muebles de baño serán de porcelana blanca toda la red se probará a presión durante 12 horas, cada tinaco contará con su propia válvula de globo para un control independiente.

- Instalación eléctrica.

La instalación eléctrica de la cámara climática será oculta, con tubo de polyducto de 1/2 de diámetro. Las cajas apagadores y accesorios serán del país marca Lusa o similar, llevará una caja de switch de 2 fases para fusibles de 30 amperes, además un interruptor térmico ISA modelo QU₂ de 30 amperes.

- Herrería.

Se usarán perfiles tubulares comerciales con lámina No.20 para la construcción de ventanas de modulación, funcionamiento y ubicación indicadas en plano arquitectónico, toda la herrería deberá estar protegida con pin

tura anticorrosiva y la colocación de estos elementos deberá ser a plomo y a nivel. La ventanería tendrá un repisón integrado para evitar humedad.

- Vidriería.

En las ventanas de la cámara climática se utilizará vidrio doble con cámara de aire, el espesor del vidrio será de 3 mm.

- Carpintería.

Las puertas de acceso a la cámara serán de bastidor y triplay de pino de 6 mm, con una capa intermedia de aislante, las demás puertas serán a base de bastidor y triplay de pino de 3 mm.

En los planos No. 1 al No. 4 se presenta la distribución de los espacios en la cámara climática propuesta. En el plano No. 2 se presenta el acceso a la planta alta ya que para la cuantificación del consumo de agua se propone un abastecimiento individual a base de tinacos.

5.1.2.- Costos de la construcción.

Concepto	unidad	cantidad	precio unitario noviembre 1984	costo total
Limpieza de terreno	m ²	116.55	21.59	2516.31
Trazo.	m ²	116.55	13.52	1575.75
Excavación .	m ³	9.72	768.34	7468.26
Plantilla pedacería de rabique.	m ²	12.16	260.00	3161.60
Zapatas aisladas .	Pza.	19.00	3500.00	66500.00
Trabes de liga.	m lineal	84.95	1903.73	161721.86
Impermeabilización cadena de desplante.	m lineal	50.15	171.36	8593.70
Muro capuchino.	m ²	90.24	780.14	70399.83
Aislante en muro capuchino.	m ²	90.24	550.00	49632.00

Concepto	unidad	cantidad	precio unitari noviembre 1984	costo total
Muro block hueco vertical	m ²	90.24	1800.00	162432.00
Muro tabique rojo recocido 6x12x26	m ²	183.48	1040.19	190854.06
Trabes.	m lineal	84.95	2037.23	173062.68
Losa.	m ²	137.70	4500.00	619650.00
Columnas.	m lineal	57.00	1602.00	91314.00
Relleno de tepetate	m ³	19.08	266.01	5075.47
Firme de concreto	m ²	137.70	1183.42	162956.93
Escobillado integral en firme.	m ²	95.40	177.67	16949.71
Acabado fino en firme.	m ²	42.30	275.98	11673.95
Impermeabilización losa azotea.	m ²	116.55	340.28	39659.63
Piso azulejo.	m ²	4.05	3195.95	12943.63
Aplanado en muros .	m ²	25.50	528.21	13459.35
Azulejo en muros.	m ²	20.28	2983.30	60501.32
Pretíl .	m lineal	59.30	594.74	35268.08
Enladrillado.	m ²	116.55	783.59	91327.41
Chaflán .	m lineal	59.30	201.01	11919.89
Herrería.	m ²	37.80	2440.82	92262.99
Vidrios.	m ²	37.80	2684.52	101474.85
Pintura herrería	m ²	37.80	235.45	8900.01
Registros.	Pza.	4.00	5499.37	21997.48
Instalación sanitaria e hidráulica.	Lote	1.00	730000.00	730000.00

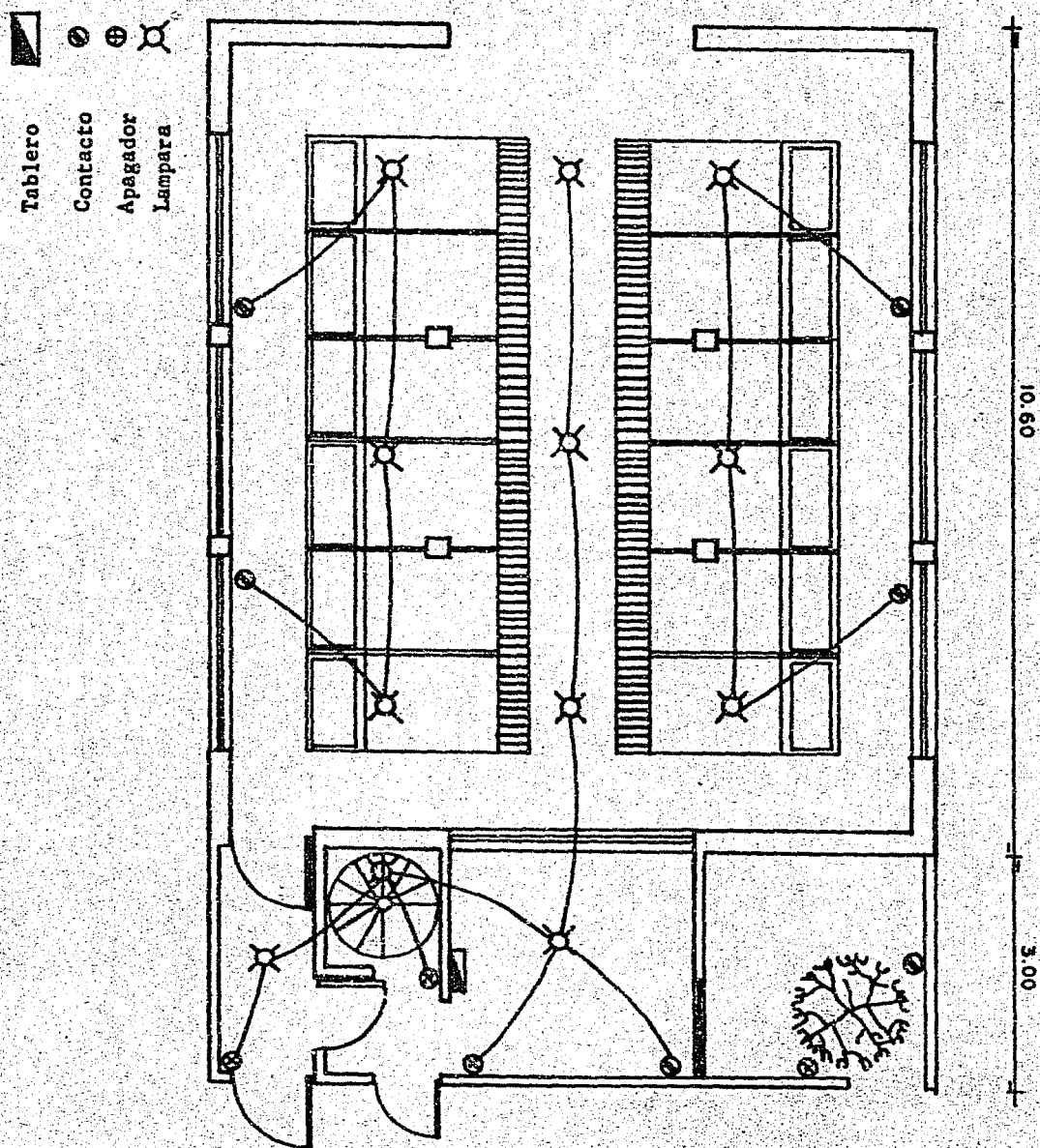
Concepto	unidad	cantidad	precio unitario noviembre 1984	costo total
Instalación eléctrica.	salida	24.00	3500.00	84000.00
Carpintería	lote	1.00	120000.00	120000.00
Muebles sanitarios.	lote	1.00	49977.47	49977.47
Puerta herrería.	Pza.	1.00	11047.70	11047.70
Colocación herrería.	m ²	37.80	304.23	11499.89
Marcos metálicos	Pza.	10.00	2000.00	20000.00
Bases tinacos.	Pza.	13.00	5420.39	70465.07
			total	\$ 3,392,242.88

5.2.- Acondicionamiento climático.

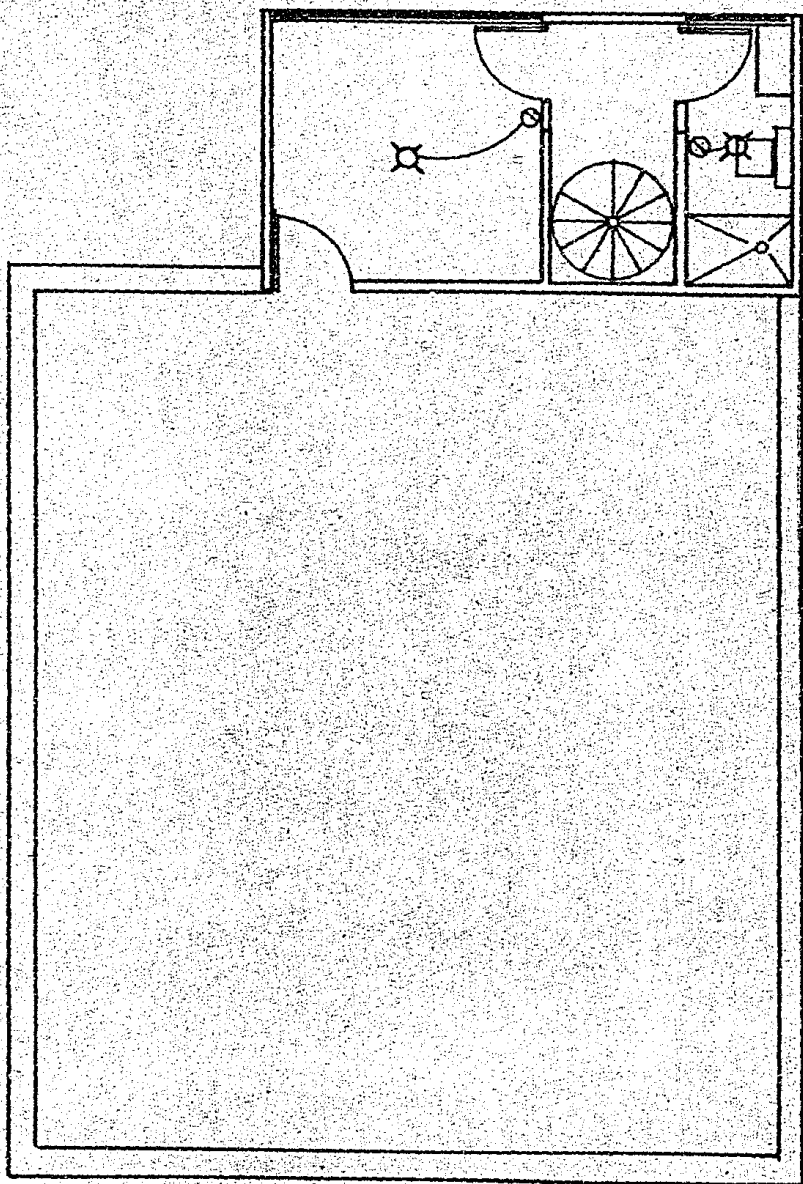
Con éste tipo de climatización se podrá simular cualquier condición de temperatura y humedad relativa de los climas tropicales en cualquier día del año.

Dichas condiciones podrán modificarse a lo largo del día . de manera que concuerden las condiciones internas de la cámara con las condiciones reales , en cierto lugar del trópico húmedo a la misma hora del día tanto en Chapingo como en el lugar dado del trópico. Es decir no se simularán condiciones climáticas de medio día a las doce de la noche, inicialmente las variaciones serán en forma manual y podrán ser variadas por un operario cada hora de acuerdo con tabla del trópico húmedo que se proporcionará.

Con la finalidad de que el equipo abarque todo el rango de operación que ésto implica, el cálculo de la calefacción se realiza considerando que se de sea lograr en la cámara climática , una temperatura de 44°C , cuando en el exterior existe una temperatura de 8°C.



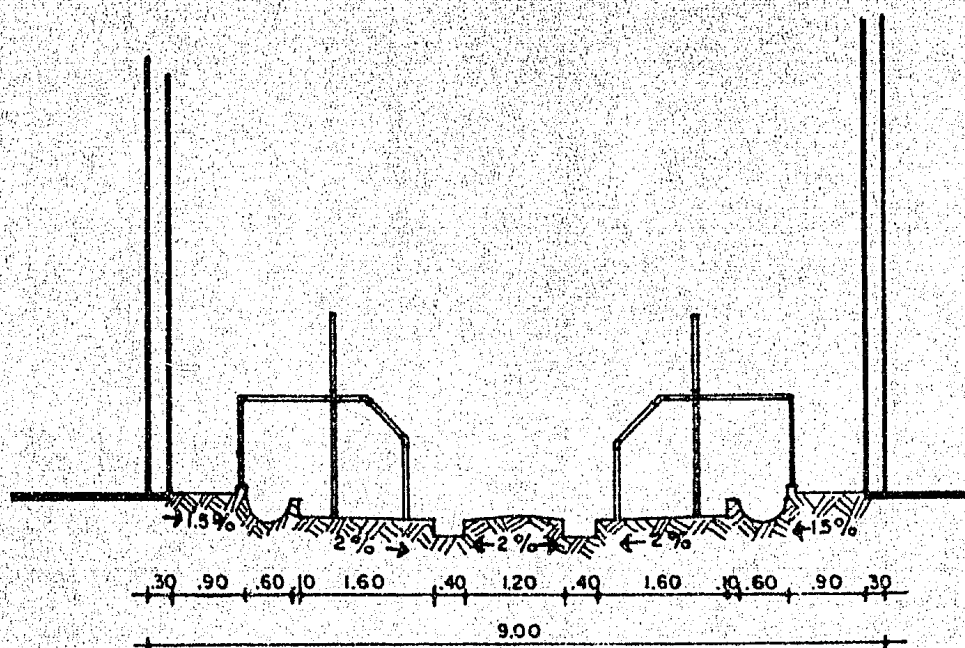
Plano No.1.- Planta baja câmara climática .



PLANTA ALTA CAMARA CLINATICA

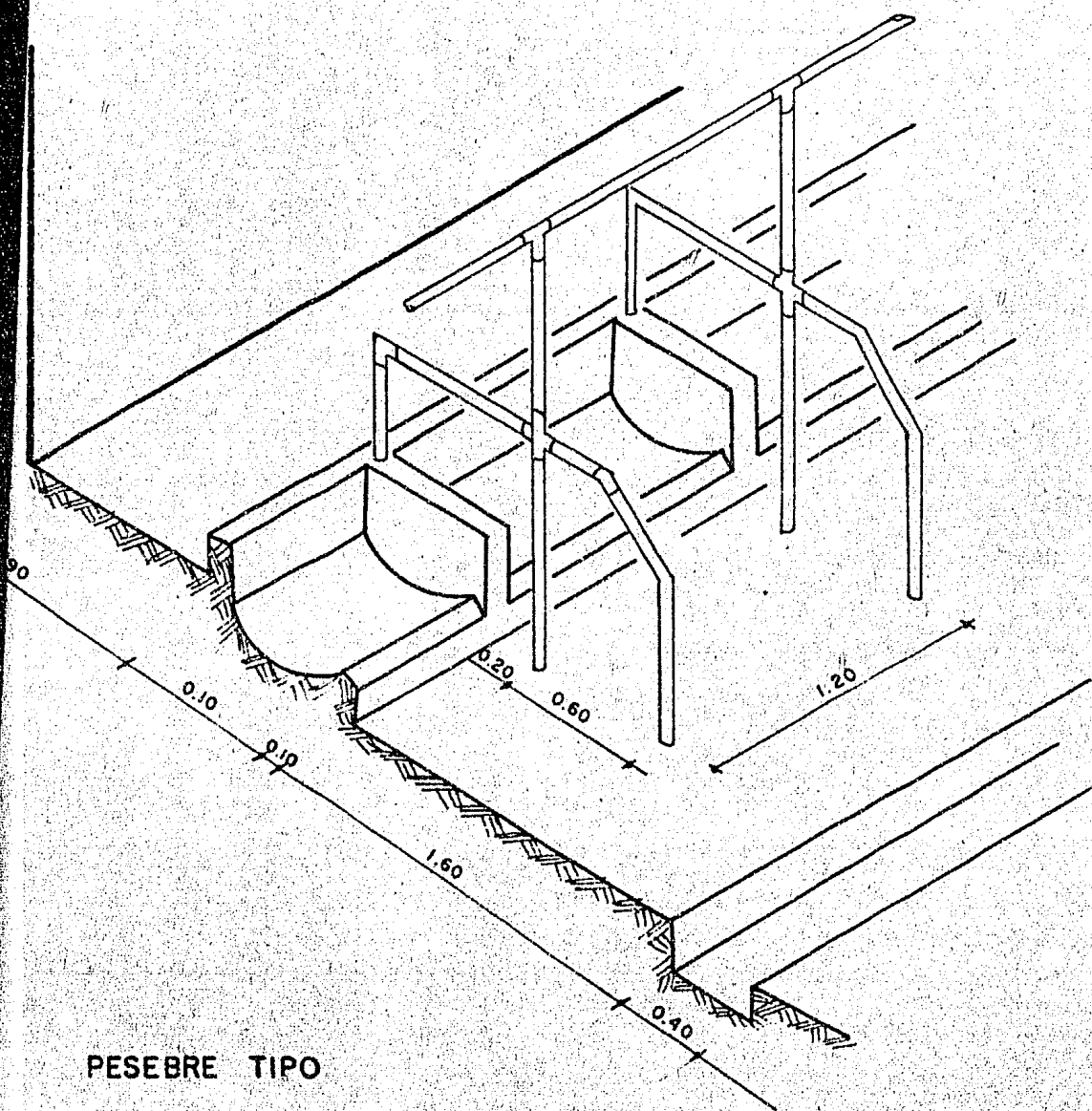
ESC 1:75

CORTE TRANSVERSAL



CAMARA CLIMATICA.

PLANO Nº 3



PESEBRE TIPO

PLANO Nº 4

El cálculo de la refrigeración se realiza considerando que en el exterior de la cámara climática existe una temperatura de 35 °C y en el interior se desea una temperatura de 20 °C.

La humedad será una variable que se controlará por separado de la temperatura. Debido a que el motivo de este trabajo es acondicionar a clima tropical húmedo, se considera únicamente el problema de humidificar y no deshumidificar. De la misma manera que el operario podía variar la temperatura - cada hora, lo podrá hacer con la humedad.

5.2.1.- Cálculo de cambios de aire.

Considerando que el CO₂ producido por un animal adulto es una estimación máxima de la producción de este gas para efectuar los cálculos de cambios - de aire se tomó el valor reportado por Rossain (1984) para dicho cálculo.

De acuerdo con el mencionado autor una vaca adulta con 30 litros de producción láctea por día, produce 189 litros de CO₂ por hora entonces 12 vacas producen;

$$(189 \text{ l/CO}_2/\text{h}) (12 \text{ vacas}) = 2268 \text{ l/CO}_2/\text{h}$$

El volumen de la cámara climática de acuerdo a las dimensiones propuestas es de 286.2 m³ por tanto para saturarse de CO₂ requiere:

$$(2.5 \text{ l/CO}_2/\text{m}^3) (286.2 \text{ m}^3) = 715.50 \text{ l/CO}_2/\text{m}^3$$

En estas circunstancias el tiempo requerido para la saturación es:

$$\frac{715.50 \text{ l/CO}_2/\text{m}^3}{2268.00 \text{ l/CO}_2/\text{h}} = 0.315 \text{ horas.}$$

Por lo tanto se requieren los siguientes cambios de aire por hora:

$$\frac{1}{0.315} = 3.17 \text{ cambios por hora con cambios totales de aire.}$$

El gasto de aire nuevo es igual a :

$$\frac{286.2 \text{ m}^3 \times 35.32 \times 3.17 \text{ c/h}}{60 \text{ minutos / hora}} = 534 \text{ pies cubicos por minuto}$$

De lo anterior se deduce que se requieren, un mínimo de 3.17 cambios de aire o una introducción mínima de aire del exterior con $0.1/\text{m}^3$ de CO_2 de 534 pies cubicos por minuto , siempre que los cambios de aire no sean menos de 3.17 por hora.

5.2.2.- Cálculo de la calefacción.

Para este cálculo se emplea, la ganancia por transmisión y el valor - del gasto de aire nuevo (534 pies cubicos por minuto) .

Se consideró que se desea una temperatura interna de 44°C cuando en el exterior existe una temperatura de 8°C cuadro No. 45 .

Estructur	pie ²	Ueq	(Área)(Ueq)	Diferencia de temperatura (44-8)(1.8)	Btu/h
Muros exteriores					
Muro A	261.56	0.11014	28.80	64.80	1866.24
Muro A'	261.56	0.11014	28.80	64.80	1866.24
Muro B	223.45	0.11014	24.61	64.80	1594.72
					<u>5327.20</u>
Muro interior				36/2(1.25)(1.8)	
Muro B'	224.75	0.11014	24.75	40.50	1002.37
Ventana exterior					
Ventana A	80.72	0.56	45.20	64.80	2928.96
Ventana A'	80.72	0.56	45.20	64.80	2928.96
Ventanas interiores					<u>5857.92</u>
Ventana B'	32.29	0.56	18.08	40.50	732.33
Puerta exterior					
Puerta B	67.16	0.12727	8.54	64.80	533.39
Puerta interior					
PuertaB'	33.58	0.12727	4.28	40.50	172.93
Losa expuesta	1026.87	0.1458	149.71	64.80	9701.20
				Total	23,347.34

Cuadro No. 45.- Ganancia por transmisión para la cámara climática con temperatura exterior de 8°C deseando en el interior una temperatura de 44°C .

Al resultado obtenido $Q_1 = 23,347.34 \text{ Btu/h}$, se le determino el gasto másico, sabiendo que:

$$\dot{Q} = (\dot{m})(C_p) (\Delta t)$$

$$\frac{\dot{Q}}{C_p (\Delta t)} = \frac{23,347.34}{.24 \times 10 \times 1.8} = 5404.39 \text{ lb/h}$$

$$= 54040 \text{ lb/h} \times 1\text{h}/60\text{min.} \times 18.8 \text{ p}^3/\text{lb}$$

$$= 1693.37 \text{ p}^3/\text{minuto}$$

Sabiendo que Q_2 está dada por:

$$Q_2 = (\dot{m})(C_p) (\Delta t)$$

Donde:

Q_2 = cantidad de calor que se agrega al aire exterior.

$\dot{m}$ = gasto másico en p^3/minuto .

C_p = calor específico.

Δt = Diferencia de temperatura.

$$Q_2 = 534 \times 0.24 \times 1.8 \times 60/18.8$$

$$Q_2 = 26504.57 \text{ Btu/h}$$

La capacidad total del equipo de calefacción esta dada por:

$$Q_{\text{total}} = Q_1 + Q_2$$

$$= 23,347.34 \text{ Btu/h} + 26,504.57 \text{ Btu/h}$$

$$= 49,851.97 \text{ Btu/h}$$

5.2.3.- Cálculo de la refrigeración.

Este se efectúa determinando:

- Ganancia por radiación solar.
- Ganancia por transmisión.
- Ganancia por alumbrado.
- Ganancia por ocupantes.

Para determinar la ganancia por radiación solar se empleó el cálculo correspondiente al día 22 de diciembre a las 3 de la tarde (p.m.), por ser el día y la hora de mayor ganancia calórica por radiación solar cuadro No. 46 .

En el caso de la ganancia por transmisión , se consideró una temperatura externa máxima de 35°C y una interna de 20°C por ser ésta última una condición todavía no estresante cuadro No. 47.

En el caso de la ganancia por alumbrado se calculó considerando un abasto máximo de iluminación correspondiente a 20 W/m^2 , este abasto máximo se tomo previendo que se pudiera en la cámara climática incluir en los estudios el control de esta variable.

La ganancia por ocupantes se calculó considerando una capacidad máxima en la cámara climática de cuatro personas realizando trabajo pesado y 12 vacas lecheras de alta producción (30 litros de leche por día) .

El cálculo de la ganancia total de la cámara climática resulta de la suma de sus ganancias; por radiación ; transmisión ; alumbrado y ocupantes, misma que se presenta en el cuadro No. 48 .

Estructuras	pies ²	Ueq	(Área)(Ueq) tabla (valor)	Btu/h
Losa expuesta al noreste	1026.87	0.1458	149.71 36	5389.92
Muro A al suroeste	261.56	0.11014	28.80 13	374.40
Muro A' al noreste	261.56	0.11014	28.80 34	977.20
Ventana A al suroeste	80.72	0.56	45.20 11	497.20
Ventana A' al noroeste	80.72	0.56	45.20 167	7548.40
Muro B al noroeste	223.45	0.11014	24.61 19	467.59
Puerta B	67.16	0.12727	8.54 19	162.26
Ganancia por radiación solar total.				\$ 15,419.53

Cuadro No. 46.- Cálculo de la ganancia por radiación solar para la cámara climática , el día 22 de diciembre a las 15 horas.

Estructura	pies ²	Ueq	(Área)(Ueq)	Diferencia de temp. (15)(1.8)	Btu/h
- Muros exteriores					
Muro A	261.56	0.11014	28.80	27	777.60
Muro A'	261.56	0.11014	38.80	27	777.60
Muro B	223.45	0.11014	24.61	27	<u>664.47</u>
					2219.67
- Muro a interior					
Muro B'	224.75	0.11014	(15/2)(1.25)(1.8) 24.75	16.87	417.53
- Ventanas exteriores					
Ventana A	80.72	0.56	45.20	27	1220.40
Ventana A'	80.72	0.56	45.20	27	<u>1220.40</u>
					2440.80
Ventana interior					
Ventana B'	32.29	0.56	18.08	16.87	305.05
Puerta exterior					
Puerta B	67.16	0.12727	8.54	27	230.58
- Puerta interior					
Puerta B'	33.58	0.12727	4.27	16.68	72.03
Losa expuesta	1026.87	0.1458	149.71	27	4042.17
ganancia por transmisión					
total					\$ 9,727.83

Cuadro No. 47.- Cálculo de la ganancia por transmisión para la cámara climática propuesta, considerando una temperatura máxima exterior de 35 °C y una interior de 20 °C .

Sabemos que el calor producido por un watio corresponde a 3.4 Btu, si se propone dar una iluminación máxima de 20 watos/m²/h y tenemos una área a iluminar de 95.40 m² así:

$$\begin{aligned}\text{Ganancia por alumbrado} &= 95.40 \text{ m}^2 \times 20 \text{ W/m}^2/\text{h} \times 3.4 \text{ Btu/W} \\ &= 6487.00 \text{ Btu/h}\end{aligned}$$

La ganancia por ocupantes se obtuvo sabiendo que una persona adulta realizando trabajo pesado produce 465 Btu/h de calor sensible y 985 Btu/h de calor latente, ambos valores fueron tomados del Manual Carrier de Acondicionamiento Climático. Además Rossain (1984) reporta que una vaca adulta de alta producción desprende 1156 Kcal/h de calor sensible y 487 g/h de vapor como calor latente, de tal forma tenemos lo siguiente:

$$Q_s = 4 \text{ personas} \times 465 \text{ Btu/h} = 1860.00 \text{ Btu/h}$$

$$Q_l = 4 \text{ personas} \times 985 \text{ Btu/h} = 3940.00 \text{ Btu/h}$$

$$Q_s = 12 \text{ vacas} \times 1156 \text{ Kcal/h} \times 0.252 \text{ Btu/Kcal} = 3496.00 \text{ Btu/h}$$

$$Q_l = 12 \text{ vacas} \times 487 \text{ g/h} \times 975.0 \text{ Btu/lb} \times 1\text{b}/424\text{g} = 13438.00 \text{ Btu/h}$$

$$\begin{aligned}\text{Ganancia por ocupantes} &= 1860 \text{ Btu/h} + 3940 \text{ Btu/h} + \\ &\quad 3496 \text{ Btu/h} + 13438 \text{ Btu/h} \\ &= 22734.00 \text{ Btu/h}\end{aligned}$$

	Calor sensible	Calor latente
Ganancia por radiación	15419.53	
Ganancia por transmisión	9727.83	
Ganancia por alumbrado	6487.00	
Ganancia por ocupantes		
personas	1860.00	3940.00
vacas	3496.00	13438.00
	36990.36	17378.00

Cuadro No. 48.- Cálculo de la ganancia total de la cámara climática en el cálculo para determinar la capacidad del equipo de refrigeración.

Por tanto, la capacidad del equipo de refrigeración requerido para lograr las condiciones deseadas en la cámara climática esta dada por la adición - del calor sensible y el calor latente, lo que representa una capacidad de - 54,368.36 Btu/h .

5.2.4.- Cálculo de la humedad.

Las condiciones de cálculo de la humedad con calefacción serán cuando - afuera haya poca humedad y dentro se desea simular condiciones de elevada humedad, es decir cuando en el exterior hace frío seco y en el interior se requiere calor húmedo. Estas condiciones se presentan cuando en el interior deseamos una temperatura de 44°C con una humedad relativa de 70 % y en el exterior tenemos una temperatura de 8°C con una humedad relativa de 20 % .

Las condiciones de cálculo con refrigeración se toman considerando que - el aire que se introduce proviene en un 100 % del exterior a una temperatura de 35°C con una humedad relativa del 20 % y en el interior debe existir una temperatura de 20°C con una humedad relativa de 80 % .

Para el empleo de la carta sicométrica , fué necesario transformar los grados Centígrados a grados Fahrenheit para poder realizar el cálculo.

Cálculo con calefacción.

			granos de humedad en el aire
Interior	112.2°F	70 % h.r.	340
Exterior	46.4°F	20 % h.r.	12

Cálculo con refrigeración.

Interior	68.0°F	80 % h.r.	110
Exterior	95.0°F	20 % h.r.	65

Para obtener los valores de granos de humedad en el aire se empleo la - carta sicométrica (Gráfica No. 3), dichos valores estan dados en granos de humedad en el aire por libra de aire seco.

Posteriormente se obtuvo el incremento de la humedad específica en ambas condiciones de cálculo de la forma siguiente:

- Cálculo con calefacción:

$$h_e = 340 - 12 = 328 \text{ granos de humedad en el aire por libra de aire seco.}$$

- Cálculo con refrigeración:

$$h_e = 110 - 65 = 45 \text{ granos de humedad en el aire por libra de aire seco.}$$

El valor mayor, resultado del cálculo anterior será el determinante para la capacidad del equipo de humidificación, así el valor del incremento de humedad específica empleado en el cálculo es :

$$h_e = 328 \text{ granos de humedad en el aire por libra de aire seco.}$$

Considerando un gasto másico de 534 pies cúbicos por minuto de aire nuevo, la capacidad del humidificador será igual al producto de estos dos valores, así tenemos :

- Cálculo de la capacidad del humidificador:

$$\begin{aligned} \text{Capacidad del humidificador} &= 534 \text{ p}^3/\text{min} \times 328 \text{ gr/lb aire seco} \times 60 \text{ min/h} \\ &\quad \times 1 \text{ lb}/18.8 \text{ p}^3 \times 1 \text{ lb}/7000 \text{ gr} \\ &= 79.85 \text{ lb de agua por hora.} \end{aligned}$$

5.2.5.- Costo de la calefacción.

Concepto.	cantidad	precio unitario noviembre 1984	costo total
- Serpentin calefacción de vapor.	1	100,000.00	100,000.00
- Humidificador Climatrón ST 100 .	4	36,380.00	145,520.00
- Sistema refrigeración 50 DA 006 Carrier .	1	657,800.00	657,800.00
- Ductos y rejillas .		100,000.00	100,000.00
- Válvula motorizada.	1	30,000.00	30,000.00
- Modutrol y accesorios.	1	100,000.00	100,000.00
- Válvula de dos vías para calefacción.	1	50,000.00	50,000.00
- Tubería y accesorios para humidificador y calefactor	20 metros	400,000.00	400,000.00
- Termostatos	2	50,000.00	100,000.00
- Interruptor , contac- tor y arrancador.		100,000.00	100,000.00
- Instalación eléctrica		60,000.00	60,000.00
- Imprevistos.		100,000.00	100,000.00
Costo total			\$ 2,023,120.00

6.- Conclusiones.

En base a los estudios económicos y climatológicos del presente trabajo es posible concluir, que el establecimiento de una cámara climática para evaluar bovinos tolerantes al trópico húmedo en el área de Chapingo Edo. de México es una posibilidad cuya realización podrá generar investigaciones que conlleven al incremento de la productividad del ganado en el trópico.

La cámara climática que se propone representa una inversión total de - \$ 5,415,362.88 pesos M/N al mes de noviembre de 1984. De acuerdo al programa de mejoramiento del ganado de doble propósito desarrollado en el Colegio de Postgraduados de Chapingo, tendrá capacidad para evaluar grupos de 12 bovinos (hembras o machos de tres días de edad en adelante) en -- circunstancias simuladas de Trópico Húmedo.

La cámara climática está calculada para controlar rangos de temperatura que oscilan entre 20 °C y 44 °C en el interior de ella, existiendo en el exterior una temperatura que puede oscilar entre 8°C y 35 °C . Asegurando además una humedad relativa interior de 80 % .

Se concluye que la orientación de la cámara climática que se propone -- es la mejor alternativa.

7.- Bibliografía.

- 1.- Allen, T.E., S.M. Donegan. 1974. Bos indicus and Bos taurus, Crossbreed dairy cattle in Australia. III A Climate room test of heat tolerance use in the selection of young sires for progeny testing.
- 2.- Asociación Mexicana de Ingenieros en Calefacción y Aire Acondicionado, México D.F., Datos personales.(1982).
- 3.- Barry, R.G. and Chorley R.J.. 1978. Atmosfera Tiempo y Clima. Ed. Omega S.A., Barcelona España.
- 4.- Cardoso, D. Ma. D.,. 1979. El Clima de Chiapas y Tabasco ,Ed. U.N.A.M., México , D.F. .
- 5.- Carmona, Medero M. A. 1980. Adaptación Genético Ambiental al Trópico Húmedo en Bos taurus , Bos indicus y sus cruza. Chapingo ,México.
- 6.- Carrier Manual de aire Acondicionado. México D.F. .
- 7.- Colección Salvat. Construcciones Rurales , colección Agrícola Salvat. Ed. Salvat Editores S.A., Barcelona ,Madrid.
- 8.- Deane G. Carter. 1961 . Construcciones para Granjas. Ed. Diana S.A. , México D.F. .
- 9.- Dukes, H. and Swenson, M.J. 1981. Fisiología de los Animales Domésticos , Tomo II, Ed. Aguilar, España.
- 10.- Ensminger, M. E. Zootecnia General, Ed. el Ateneo. Buenos Aires , Argentina .
- 11.- Fernandez- Quintanilla C. . 1974. Construcciones para el Ganado Vacuno . Ed. Mundi-Prensa , Madrid.
- 12.- Francis W. Sears. Mecánica Calor y Sonido , Fundamentos de Física I, Ed. Aguilar S.A. , 7a. Ed. Madrid España.

- 13.- Frank, Kreith. 1976. Principios de Transferencia de Calor.
Ed. Herrero Hermanos 2da. Ed. México .
- 14.- García , E. 1968. Modificaciones al sistema Climático de Koppen
para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana.,
Ed. U.N.A.M. México.
- 15.- García-Vaquero, E. 1979. Diseño y Construcciones de Alojamientos
Ganaderos., Ed. Mundi-Prensa.
- 16.- Gomes da Silva, R. 1973. Improving tropical beef cattle by simulta
neus selection for weight and heat tolerance heritabilities and
correlations of the traits J.Anim. Sci. 37: 637-642 .
- 17.- Guevara Lemus . 1979. Anteproyecto para la creación de un Centro
de mejoramiento y fomento del Ganado Ovino Trópical en la
Isla de Cozumel Quintana Roo. Tesis, U.N.A.M. , F.M.V.Z. México.
- 18.- Hafez, E.S.E. 1972. Adaptación de los Animales de Granja.
Ed. Herrero S.A., México.
- 19.- Hossain, A. 1984. Mecanización de las Explotaciones Ganaderas.
Memorias Curso . F.E.S.C. México.
- 20.- Kamal, R.H., M.R. Shcbaita. 1972. Natural and controlled hot climatic
effects on blood volume and plasma total solids in Frisians
and Water buffaloes; Isotope studies on the physiology of domestic
animals. International Atomic Energy Agency. Vienna. pp 103- 109.
- 21.- Lawrence, H. Van Vlack. 1981. Materiales para Ingeniería.
Ed. Continental S.A. . México.
- 22.- Lee, H.K.D. and R.W. Phillips. 1948. Assesmet of the adaptability
of livestock to climatic stress. J. Anim. Sci. 7: 391.
- 23.- Matallan V.S. . 1959. Alojamientos para el Ganado. Ed.

Salvat S.A. Barcelona Espana.

24.- McDowell, R.E., E.G., Moody, P.J. Van Soest, R.P. Lehmann, and G.L.

Ford. 1969. Effect of heat stress on energy and water utilization of lactating cows.

25.- Ortiz-Solorio y Cuauilo de la Cerda, 1977. Levantamiento Fisiográfico del Área de influencia de Chapingo. Colegio de Postgraduados Escuela Nacional de Agricultura de Suelos. Chapingo México.

26.- Quintanilla, C. y Arellano, S.M., Estudios de Prefactibilidad.

Taller de Evaluación de proyectos Agropecuarios. Depto. de Medicina Veterinaria y Zootecnia. E.N.E.P.C. U.N.A.M. México.

27.- Rhoad, A.O. 1944. The Iberia Heat Tolerance Test for cattle.

Tropical Agriculture 21: 162-164.

28.- Sainsbury David. 1974. Sanidad y Alojamiento para Animales. Ed.

Continental S.A. México.

29.- Sanchez Molina A., 1971. Síntesis Geográfica de México.

Ed. Trillas México.

30.- S.A.R.H., 1981. Producción de Leche del Ganado Bovino,

Estadísticas 1972-1980.

31.- Secretaría de la Presidencia 1976. Curso de Formulación y Evalua-

ción de Proyectos para el Desarrollo rural, Programa Nacional de Capacitación Tecnológica.

32.- Seminario Internacional sobre crianza de Ganado Tropical

1974. Fondo de Ganadería y Fomento de la Agricultura

F I R A Memoria.

33.- Soto Tinoco, 1971. Ocho Proyectos de Unidad de Explotación de

Ganado Bovino en zonas Cálidas Áridas, Ed. Fondo de Garan-
tía y fomento para la Agricultura. Ganadería y Avicultura.

- 34.- Srivastava, S.M.; N.S. Sidho. 1979. Heat tolerance studies on various cross bres genetic grups of cattle in V.P. (Izatnagar) Indian Jour. of Heredity 11: 77-83 .
- 35.- Sáarez y Salazar 1983. Costo y Tiempo en Edificaciones . Ed. Limusa México.
- 36.- Villama Sodeman Jr. Fisiopatología Clínica. Ed. Interamericana 5a. edición.
- 37.- Westinchouse 1962. Manual de Alumbrado editado por Electrónica Ibérica S.A.
- 38.- Yeates, N.T.M., D.M. Murray . 1966. Walking trialswith cattle. I.A. Breed comarison in moderate heat. J. Agric. Sci. Camb. 67: 353-358 .