# EFECTO DE LA ALTA TEMPERATURA Y HUMEDAD EN DIFERENTES RAZAS DE BOVINOS

por

JOSE MARIA COUTO SAMPAIO

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas
Turrialba, Costa Rica
Diciembre de 1955

# EFECTO DE LA ALTA TEMPERATURA Y HUMEDAD EN DIFERENTES RAZAS DE BOVINOS

Tesis

Sometida al Consejo de Estudios Graduados
como requisito parcial para optar el grado
de

Magistri Agriculturae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

APROBADO:

_____ Consejero

_____ Comité

_____ Comité

Diciembre de 1955

## AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos sinceros al Dr. Jorge de Alba, Jefe del Departamento de Industria Animal del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, por sus acertados consejos y orientaciones para el desarrollo del presente trabajo. Agradece igualmente al Dr. Mario Gutiérrez G., y al Sr. Rodrigo Umaña, sus sugerencias y la valiosa colaboración que le prestaron en la interpretación estadística de los resultados. A la Srta. Angelina Martínez, Bibliotecaria del Instituto, por su ayuda en la revisión de la literatura. Al Programa de Cooperación Técnica, Proyecto 39 de la Organización de los Estados Americanos, por intermedio de su Jefe en la Zona Sur, Ing. Manuel Elgueta, por haberle concedido una beca para la realización de este estudio. Finalmente, deja expreso reconocimiento para todos los buenos amigos que le ayudaron en la traducción de la presente tesis del portugués al español y cuyos nombres son: Srta. Ana María Paz, Sr. Luis Ramiro Beltrán, Sr. Luis Carlos Cruz R. y Sr. Luis Hernando Correa C.

## BIOGRAFIA DEL AUTOR

José María Couto Sampaio, nació el 8 de abril de 1927 en Bahia, Brasil.

Hizo sus estudios secundarios en el "Ginasio Nossa Senhora da Vitoria" de Bahia y en 1945 ingresó a la "Escola Agronomica da Bahia", en la cual recibió el título de Ingeniero Agrónomo en diciembre de 1948.

Trabajó como funcionario del "Ministerio da Agricultura do Brasil" en el "Instituto Agronomico do Leste" hasta junio de 1955 cuando ingresó al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de Turrialba, como alumno posgraduado del Departamento de Industria Animal hasta la presentación de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

# INTRODUCCION

Uno de los mayores problemas que confronta el hombre dedicado a la explotación animal es el de la aclimatación de las especies y razas a diferentes regiones geográficas.

El problema halla fácil solución en las zonas templadas ya que, debido a las condiciones favorables del clima, el hombre puede seleccionar tipos de ganado altamente productivos y perfectamente adaptados, dentro de las razas de antigua formación.

En cambio, el problema es más serio en la región tropical, que puede ser demarcada a groso modo entre los paralelos 30° de latitud sur y 30° de latitud norte, teniendo al Ecuador como punto crítico. En el trópico, debido a la acción directa del clima y a una serie de factores aliados (bajo valor nutritivo de los forrajes, alta infestación de endo y ecto parásitos, etc.) la producción pecuaria, expresada en carne, leche, trabajo, lana y huevos es en general inferior.

No es posible atribuir el estado de la zootecnia tropical exclusivamente al clima; innumerables errores han sido cometidos por los habitantes de esa región, en su afán de imitar las prácticas seguidas en las zonas templadas.

Es de conocimiento común que las razas de ganado que se hallan actualmente en la América Tropical, ecotipos altamente indicados para resistir a las inclemencias del medio ambiente, han sido poco mejoradas para producción de leche o de carne. La experiencia ha demostrado que no se justifica abandonar este excelente material básico disponible,

Uno de los mayores problemas con [illegible] es [illegible] la [illegible] en [illegible] diferentes [illegible] y [illegible] - sas a diferencias reginas [illegible].

Al [illegible] a [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] - cedido a las condiciones favorables [illegible] [illegible] que [illegible] [illegible] tipos de [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] - loc, dentro de las [illegible] [illegible] [illegible].

A cambio, el [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], se [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

en favor de razas de dudosa adaptación. Por esta razón las razas nativas y cebús, genéticamente identificadas con climas calientes, deben ser el punto de partida para el desarrollo de razas de carne y leche sin reducir materialmente sus superiores cualidades de adaptabilidad.

Por otro lado, corresponde a la ciencia investigar cómo, en que manera, actúa el clima como factor desfavorable en el alto rendimiento de la pecuaria tropical.

El presente trabajo fué realizado en el Departamento de Zootecnia del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, en Turrialba, Costa Rica. Su objetivo fué determinar la tolerancia al calor, en términos de temperatura rectal y de ritmo respiratorio, de animales, nacidos y criados en los trópicos, de las razas* Brahman, Santa Gertrudis, Criollas**, ($F_2$) Brown-Swiss x Red-Sindhi, Holstein, Guernesey, Ayrshire, y Jersey, sometidos a condiciones controladas de temperatura y humedad.

Pruebas climatológicas harían posible aislar dentro de una raza, los individuos con una mayor tolerancia a determinados factores ecológicos, para emplearlos posteriormente como reproductores en la obtención de poblaciones de mejor comportamiento, bajo las condiciones prevalecientes en las zonas tropicales.

---

* La palabra razas en el resto del texto se usa en forma colectiva para facilitar la escritura y abarca el ($F_2$) Brown-Swiss x Red-Sindhi, que obviamente no es una raza.

** La palabra Criollas usada en el texto, se refiere a novillas representativas de la raza Criolla lechera tropical que se perfecciona en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de Turrialba.

## REVISION DE LITERATURA

### Fisiología Climática*

Los animales se dividen en dos grandes grupos, con base de la relación entre la temperatura corporal y la del medio en que viven:

a) Poikilotérmicos o de sangre fría

b) Homeotérmicos o de sangre caliente

La temperatura del cuerpo de los animales poikilotérmicos varía con la temperatura del ambiente y el recurso disponible a estos animales para sustraerse de la misma, es invernar o paralizar sus actividades. Los peces, reptiles y batracios son animales poikilotérmicos. Algunos mamíferos, aun cuando homeotérmicos se comportan como poikilotérmicos; tal es el caso del oso polar que inverna cuando baja la temperatura ambiente.

Los animales homeotérmicos son aquellos que necesitan mantener la temperatura del cuerpo forzosamente estable, independientemente de las variaciones externas en las condiciones climáticas. A este grupo pertenece el hombre y la mayor parte de los vertebrados.

Siendo una especie biológica consecuencia de diferencias fisiológicas básicas, es lógico que sus comportamientos con relación a determinado factor, difieran considerablemente. Por ejemplo, animales con una masa total comparable como el caballo y la vaca, presentan diferentes reacciones fisiológicas al medio en que viven. Estas reacciones están siempre relacionadas directamente con el alza o la baja de

---

* En la preparación de esta sección se hizo uso de los trabajos de Dukes (6), Houssay y otros (11), Lee & Phillips (18) y Prosser (32).

## [illegible]

### [illegible]*

Los animales de [illegible] en dos [illegible] grupos, por [illegible] la [illegible] unión entre la [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]:

a) [illegible]

b) [illegible]

La [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

la temperatura ambiente y son la consecuencia de un complejo coordinador neurofisiológico que tiene como centro principal el hipotálamus. Este centro es sumamente sensible a los cambios de temperatura de la sangre que lo atraviesa y actúa como un termostato. Probablemente también está afectado por reflejos de los nervios motores, vasomotores y pilomotores, lo mismo que por los nervios reguladores del sudor y por los nervios pulmonares.

El sistema endocrino también desempeña su papel en la regulación de la temperatura, haciendo que las glándulas tiroides, suprarrenal e hipófisis manifiesten su acción mediante el aumento o la disminución del metabolismo.

Este intrincado sistema, les permite a los animales presentar diferentes reacciones cuando están sometidos a temperaturas extremas de calor o de frío, lo cual podríamos esquematizar así:

| FRIO | CALOR |
|---|---|
| Erizamiento | Sudor |
| Vasoconstricción | Vasodilatación |
| Contracción muscular | Distensión muscular |
| Actividad | Inactividad |
| Mayor ingestión de alimentos | Menor ingestión de alimentos |
| Metabolismo acelerado | Metabolismo bajo |
| Menor consumo de agua | Mayor consumo de agua |
| Concentración sanguínea | Dilución sanguínea |

La pérdida de calor de un organismo vivo se opera principalmente por radiación, conducción, convección y secundariamente por evaporación

La temperatura ambiente y con la consecuencia de un mecanismo controlado por neurofisiología que tiene como centro principal el hipotálamo. Este centro es sumamente sensible a los cambios de temperatura de la sangre que lo atraviesa y actúa como un termostato. Probablemente también el aletargamiento por reflejos de los nervios motores, vasomotores y pilomotores, lo cual es que los nervios reguladores del calor y por los nervios simpáticos.

El sistema endocrino también desempeña un papel en la regulación de la temperatura, ya que las glándulas tiroides, suprarrenales e hipofisiarias modifican su secreción cuando el cuerpo o la habitación del mismo se enfría.

Este mecanismo actúa, los pertenecientes a los animales pueden dividir frente a temperaturas cuando están sometidos a temperaturas diferentes de calor o de frío, lo cual podría ser consideran así:

| Frío | Calor |
|---|---|
| Vasoconstricción | Vasodilatación |
| Contracción muscular | Inmovilización muscular |
| Actividad | Inactividad |
| Mayor ingestión de alimentos | Menor ingestión de alimentos |
| Aumento metabólico | Disminución metabólica |
| Menor consumo de agua | Mayor consumo de agua |
| Concentración sanguínea | Dilución sanguínea |

La pérdida de calor de un mamífero vivo se efectúa principalmente por radiación, conducción, convección y secundariamente por evaporación

del agua, por el sudor, por los canales respiratorios y por las excreciones. Los tres primeros factores son responsables de la eliminación de más o menos el 75% del calor total perdido por un animal. A la evaporación cutánea y pulmonar se les atribuye la eliminación de un 20 y un 30% del calor expelido y depende directamente de la presencia de glándulas sudoríparas y del volúmen y humedad del aire inspirado. La pérdida de calor por las excreciones equivale a un 1%, siendo de importancia muy secundaria.

La actuación de todos estos procesos en conjunto dependen de los factores climáticos y de otros factores inherentes al animal.

FACTORES CLIMATICOS: Se clasifican en directos e indirectos.

1) Directos
   a) Temperatura
   b) Precipitación
   c) Humedad
   d) Movimientos del aire
   e) Luminosidad
   f) Presión atmosférica
   g) Nubosidad
2) Indirectos
   a) Alimentación
   b) Parásitos y enfermedades
   c) Efectos mecánicos

INHERENTES AL ANIMAL:

a) Color
b) Presencia de glándulas sudoríparas
c) Espesor de la piel

d) Espesor del pelo

e) Volúmen respiratorio

f) Presencia de sangre en los tejidos superficiales

g) Movimientos de la superficie corporal

h) Estado físico general

i) Superficie corporal

j) Metabolismo

k) Actitudes asumidas por los animales

Comportamiento de Bovinos en Condiciones Naturales

En Brasil, Rhoad (37) informó que las altas temperaturas y la humedad ejercen influencia en el nivel metabólico del ganado europeo e indio, habiendo observado diferencias entre las reacciones de ambas especies. Cuando la temperatura osciló entre los 23° y 36°C, el ganado europeo, y sus cruzamientos, sufrió grandes modificaciones en la tasa metabólica, en tanto que el ganado indio fué poco afectado. Al elevarse la temperatura a 36°C, el ganado europeo utilizó los recursos máximos de ventilación pulmonar para regular la temperatura corporal.

Phillips (31) cita que el mismo autor notó diferencias en el comportamiento de animales Brahman, Aberdeen Angus y su $F_1$ con cebú cuando fueron expuestos a la acción directa de los rayos solares. Los resultados confirmaron el trabajo anterior: los cebús sufrieron poca variación en la temperatura corporal, mientras que el Angus y su $F_1$ con cebú presentaron manifestaciones febriles y experimentaron una aceleración de su ritmo respiratorio.

Gaalaas (7) informa de una estrecha relación entre el aumento de la temperatura corporal y los movimientos respiratorios. Basado en 3298 lecturas hechas en vacas Jersey, concluyó que al cambiar la temperatura del aire de 50 a 90°F la temperatura corporal de los animales experimentó un incremento de 2°F. El incremento correspondiente de los movimientos respiratorios fué de 20 a 90 por minuto. La temperatura promedia de vacas mantenidas al sol fué 0.7°F mayor que la de un grupo testigo mantenido en la sombra.

Seath y Miller (39), observando vacas lecheras en meses calientes en los Estados Unidos, establecieron también que la temperatura ambiente es la mayor causa del aumento de la temperatura corporal y de los movimientos respiratorios.

En Louisiana, Seath y Miller (38) al comparar el comportamiento de vacas Jersey y Holstein en ambiente normal, encontraron que la temperatura corporal de estas últimas fué más afectada por el aumento de la temperatura del aire. Las diferencias entre razas en cuanto a movimientos respiratorios y pulsaciones fueron pequeñas. Los animales Jersey mostraron una mayor sensibilidad al aumento de la humedad que los Holstein.

Gaalaas (8), después de estudiar por 5 años consecutivos los efectos del clima sobre animales Jersey en los meses calientes, concluyó que el comportamiento varía con la edad. Que la tolerancia al calor en esta raza se estabiliza al alcanzar los animales 4 años de edad. Hijas de diferentes toros que presentaron reacciones distintas a los 2 y 3 años, no mostraron diferencia alguna después de los 4 años.

Dalrymple (7) indican de una estrecha relación entre el aumento de la temperatura corporal y los movimientos respiratorios. Basándose en 2092 lecturas hechas en vacas Jersey, concluyó que al cambiar la temperatura del aire de 20 a 5° la temperatura corporal de los animales experimentó un incremento de 2°C. Los movimientos correspondientes de los movimientos respiratorios fueron de 20 a 40 por minuto. La temperatura promedia de vacas mantenidas al sol fué 0.7°C mayor que la de un grupo testigo mantenido en la sombra.

Leach y Miller (12) observaron como lecheras en menor cantidad en los estados Unidos, establecieron también que la temperatura ambiente es la mayor causa del aumento de la temperatura corporal y de los movimientos respiratorios.

En Louisiana, Leach y Miller (13) al comparar el comportamiento de vacas Jersey y holstein en ambiente cálido, encontraron que la temperatura corporal de ambas razas fué afectada por el aumento de la temperatura del aire. Las diferencias entre razas en cuanto a índices respiratorios y pulsaciones fueron pequeñas. Los autores sugieren una mayor sensibilidad al aumento de la humedad en los holstein.

Yadava (8), después de estudiar por 2 años consecutivos los efectos del clima sobre animales de ganado en los meses calurosos, concluyó que el comportamiento varía con la edad. Que la tolerancia al calor en esta raza se establece al cuarto mes de edad. Hubo diferencias entre los animales de diferentes tamaños en pulsaciones y respiraciones en los 2 y 3 años, no apareciendo diferencias en edades de los 4 años.

Mullick y Kehar (27) estudiaron durante 2 años consecutivos la temperatura corporal, frecuencia de pulso y frecuencia respiratoria de vacas lecheras Harianas y búfalas Murrah. Los valores promedios observados para estas 3 características fueron: 101.4 y 100.4; 52.5 y 41.1; 25.7 y 21.2 respectivamente, denotando la superioridad de las búfalas Murrah.

En estudios semejantes, Bradeldin y Oloufa (2) comparando búfalas, vacas Shorthorn y vacas Jersey, encontraron que las primeras fueron superiores. Los mismos autores indican que el aumento de la temperatura ambiente causó una elevación de la temperatura corporal y de los movimientos respiratorios y una disminución de las pulsaciones. El aumento de la humedad resultó en incremento de la temperatura corporal y de las pulsaciones, pero no produjo aumento en el índice de los movimientos respiratorios, excepto en las vacas Shorthorn.

Mullick en otro trabajo (28) al examinar la diferencia entre animales cebú pura sangre, alto cruce cebú y 1/4 europeo x cebú, encontró que la elevación en la proporción de sangre cebú favorece un mejor comportamiento para el medio sub-tropical.

Instalando aspersores en los potreros, Miller y otros (26) notaron que la aspersión con agua actúa como aminoradora de la frecuencia respiratoria y de la temperatura corporal y aún como modificadora de hábitos de pastoreo en vacas Holstein lactantes. Los movimientos respiratorios de animales sometidos a tratamiento fueron 15% más bajos que en el grupo testigo.

Observando las variaciones en la temperatura corporal de vacas

Dill[illegible] y Heller (17) [illegible] han demostrado [illegible] 2 años consecutivos de temperatura corporal, frecuencia de pulso y frecuencia respiratoria [illegible] valores [illegible] normales y [illegible] Los [illegible] los obser-vados para estas 3 características fueron: 101.4 y 100.4; 72.5 y 4.1; 25.7 y 21.2 respectivamente, cuando [illegible] los [illegible]urrán.

En [illegible] estudios, [illegible] y [illegible] (?) [illegible], [illegible] y [illegible], encontraron que [illegible] su-periores. Los mismos autores [illegible] que [illegible] temperatura ambiente causó una elevación de la temperatura corporal y de los movi-mientos respiratorios y [illegible] las [illegible]. [illegible] aumen-to de la humedad resultó en incremento de la temperatura corporal y de las pulsaciones, pero no produjo aumento en el índice de los movimien-tos respiratorios, excepto en los [illegible].

[illegible] en otro trabajo (32) al aumentar la humedad [illegible] ani-males de [illegible] entre [illegible], encontró que la elevación en la proporción de [illegible] aumentó [illegible] [illegible] el [illegible] solo [illegible].

En [illegible] experiencias en los [illegible], [illegible] y otros (33) notaron que la elevación [illegible] temperatura [illegible] fre-[illegible] y de la [illegible] temperatura [illegible] [illegible] de pastoreo en [illegible] Holstein lecheras. Los movimientos res-piratorios de animales [illegible] a [illegible] fueron 15 [illegible] que en el [illegible] uno [illegible].

Observando las variaciones en la temperatura corporal de vacas

Ayrshire, Holstein y Shorthorn, Dobinson (5) encontró que la temperatura corporal comienza a elevarse a partir de 75°F. En una hora de exposición a esta temperatura, la temperatura promedio rectal fué de 101.78°F y de 102.23°F al cabo de 2 horas. En establos en que la temperatura ambiente alcanzó a 94°F el promedio de la temperatura corporal fué de 104.45°F. Rociadas y teniendo agua a su disposición, vacas mantenidas a 89°F no tuvieron elevaciones considerables en sus temperaturas. El índice de respiración a 78°F no pasa de 50 por minuto, mientras que se eleva a 130 cuando la temperatura del aire llega a 94°F.

Gastambide, Henning y Miller (9) en Puerto Rico, relacionaron el comportamiento de razas lecheras y de carne, con la temperatura y humedad relativa del medio ambiente y encontraron diferencias marcadas entre razas. Entre los animales lecheros, el Jersey fué el de mejor comportamiento bajo las condiciones de aquella isla. Esto fué atribuído a una menor variación en la temperatura corporal (101.9° ± 0.1°F), a un coeficiente respiratorio más bajo (48.9 ± 0.6), a un más alto nivel de hemoglobina (7.1 ± 0.1) y a haber ocupado el segundo lugar en cuanto a producción de leche. Entre las productoras de leche, las razas Brown Swiss, Guernesey, Ayrshire y Holstein en su orden, siguieron a la Jersey. Con relación a razas de carne, las vacas nativas y Brahman se comportaron mejor que la Hereford, debido a una temperatura corporal más baja, una menor frecuencia respiratoria, menos pulsaciones y un mayor porcentaje de hemoglobina. Las razas de carne demostraron una mayor sensibilidad a la elevación de la humedad. De acuerdo con dichos estudios, la temperatura ambiente parece ser de mayor importancia que

la humedad relativa como factor que afecta las reacciones fisiológicas.

La relación entre el peso y la superficie del cuerpo fué estudiada por McDowell, Lee y Fohrman (21) en animales Jersey y su $F_1$ con Red-Sindhi como posible índice de una mejor tolerancia al calor. No se estableció la existencia de tal relación y se comprobó que, aún cuando la superficie del cuerpo en los grupos estudiados fuese similar, su tolerancia bajo condiciones artificiales fué marcadamente distinta.

Utilizando el método de Rhoad (36) para calcular tolerancias al calor, Asker y otros (1) compararon ganado egipcio, búfalo y Shorthorn, en estudios destinados a averiguar el efecto de la edad y del estado de gordura. Los coeficientes indicaron que la tolerancia de los animales de 1 año fué menor que la de animales de 2 años. Comparando becerros búfalos que recibían alimentación rica, con un grupo testigo en que los aumentos diarios eran 1.5 y 0.7 libras respectivamente, los coeficientes fueron de 60 y 64 favorables a los últimos.

En Beltsville, Lee y sus asociados (19) encontraron que la producción de vacas Holstein en lactancia mantenidas en establos abiertos, decae cuando la temperatura excede los 71°F. Lo mismo ocurre cuando se mantienen los animales en el campo y la temperatura sobrepasa los 66°F.

Patchel (30) encontró que la temperatura rectal es más elevada en la tarde y más baja en las primeras horas de la mañana.

Quazi y otros (33) estudiaron los efectos de la radiación solar, la temperatura del aire, la presión de vapor y la velocidad del viento, en animales Jersey, Holstein y del $F_1$ Jersey x Brahman en varios

la humedad relativa como factor que afecta las reacciones fisiológicas.

La relación entre el peso y la superficie del cuerpo fué estudiada por Rubner, Lee y Kleiber (24) en animales tiroideos y normales, pudiendo como posible índice de una mayor tolerancia al calor. Se estableció la existencia de tal relación y se comprobó que, aún cuando la superficie del cuerpo en los grupos estudiados fué diferente, su tolerancia bajo condiciones ambientales los fué prácticamente idéntica.

Utilizando el método de Ebert (6) para calcular balances de calor, Baker y otros (1) compararon ganado cebú, holstein y shorthorns, en estudios desarrollados a fin de establecer el efecto de la edad y el estado de gordura. Los coeficientes indicaron que la tolerancia de los animales de 1 año fué menor que la de animales de 2 años. Asimismo se observó bóvidos que residían climatización más, con un grupo testigo en que los animales fueron 1.5 y 2.5 veces más sensibles, por consiguiente, los artificiosamente jóvenes de 30 y 60 días fueron más sensibles a los cambios.

A Beltsville, Ala y sus asociados (1a) encontraron que la producción de vacas Holstein en lactancia mantenidas en establos cerrados, decae cuando la temperatura excede los 77°F. Indican que no ocurre se manifiesta en los animales en ayuno y la temperatura sobre los 66°F.

Fetchel (10) encontró que la temperatura rectal se eleva en la tarde y más bajo en las primeras horas de la mañana.

Ward y otros (33) verificaron los efectos de la radiación solar, la temperatura del aire, la presión de vapor y la velocidad del viento, en animales Jersey, Holstein y cruzados Jersey x Holstein en verano.

períodos de 24 horas. Los resultados se expresaron en términos de temperatura rectal, de pulsaciones y de frecuencia respiratoria. Sus datos muestran una mayor tolerancia al calor por parte de los animales cruzados, seguidos por vacas Jersey y Holstein. Entre los factores estudiados, la temperatura del aire y la radiación solar fueron de considerable importancia. Los cruzamientos ($F_1$) fueron más afectados que los animales Holstein y Jersey por los aumentos en la presión de vapor. También la velocidad del viento mostró un mayor efecto en la temperatura rectal de los $F_1$ que en las otras dos razas.

Comportamiento de Bovinos en Cámara Climática

Estudiando el efecto del aumento de la temperatura ambiente de 40° a 100°F en vacas lecheras, Regan y Richardson (35) notaron un incremento uniforme de la temperatura corporal. Según estos autores, el punto crítico en que los animales dejan de mantener estable su temperatura se encuentra entre los 80° y 85°F, manifestándose en disminución de la producción de leche y del consumo de alimentos.

El efecto de la alta temperatura del medio ambiente sobre la temperatura corporal, el ritmo respiratorio y las pulsaciones en becerros ($F_1$) Red-Sindhi x Jersey, Jersey y Holstein fué estudiado por Hilder y McDowell (10) bajo condiciones naturales y bajo condiciones controladas. Los ($F_1$) Red-Sindhi x Jersey demostraron una mejor capacidad de mantener su temperatura estable, seguidos por los Jersey y finalmente por los Holstein. Con relación a los movimientos respiratorios, los ($F_1$) Red-Sindhi x Jersey mostraron también un mejor comportamiento.

perídos de 24 horas. Los resultados se expresan en términos de gran parámetro rectal, de manera que pueden ser comparados directamente. Los datos muestran una mayor tolerancia al calor por parte de los animales cruzados, seguidos por razas Jersey y Holstein. Para los bovinos estudiados, la temperatura del aire y la radiación solar son factores de gran significación [illegible]. Los murciélagos (Ch) fueron la especie que [illegible] los animales holstein, Jersey por los cruzados en la resistencia [illegible]. También la velocidad del viento ejerció un mayor efecto en la temperatura rectal de los Fl que en las otras dos razas.

Comportamiento de Bovinos en Diferentes Climas

Utilizando el efecto del aumento de la temperatura ambiente de 4° a 10°C en vacas lecheras, Kelly y Bond (39) notaron un incremento uniforme de la temperatura corporal. Según estos autores, el aumento en los animales jóvenes de mantener estable su temperatura se encuentra entre los 6°C, lo cual, manifestándose en disminución de la producción de leche y cambios en el [illegible] alimenticios.

El efecto de la altitud sobre el medio ambiente sobre la temperatura corporal, es [illegible] propuesto en bovinos (Fl) Holstein x Jersey, Jersey y [illegible] Holstein x Jersey y Criollo (Ch) bajo condiciones [illegible], bajo condiciones controladas. Los (Fl) Holstein x Jersey [illegible] mayor capacidad de mantener su temperatura estable, seguidos por los Jersey y Criollo por los Holstein. Con relación a los cruzados [illegible], los (Fl) Holstein x Jersey [illegible] [illegible].

En Beltsville (20) se estudió el efecto de la fase de lactancia y nivel de nutrición sobre la tolerancia al calor en vacas Holstein. No se encontraron diferencias en la temperatura del cuerpo de vacas secas ni en lactancia, a 65°F. Cuando la temperatura del aire alcanzó 90° y 100°F, hubo poco cambio en la temperatura corporal de las vacas secas, en tanto que sí hubo un incremento bien marcado en el grupo en lactancia. Las elevaciones máximas en la temperatura corporal estuvieron asociadas a un menor consumo de alimento. A la misma temperatura ambiente, los movimientos respiratorios fueron equivalentes en ambos grupos.

Kibler y Brody (13), observando el efecto de la disminución de la temperatura de 50° a 5°F y de la elevación de 50° a 95°F en vacas Holstein y Jersey, encontraron que la temperatura rectal permanece constante a temperaturas inferiores de 70°F. A 50°F. los movimientos respiratorios fueron de 20 a 30 por minuto, disminuyendo entre 10 y 15 a 5°F y aumentando a más de 100 a 95°F.

Los mismos autores (16) encontraron que, al aumentar la temperatura de 50° a 105°F, las vacas Holstein y Jersey cuya temperatura inicial era de 101°F, elevaron sus temperaturas a 106° e 108°F, respectivamente. También comprobaron que, con ese mismo incremento de temperatura, los movimientos respiratorios en el Holstein aumentaron entre 300 y 400% y en el Jersey a más de 500%.

Brody y otros (3) observaron una disminución del consumo de alimentos por el ganado europeo a temperaturas superiores de 75°F y por el ganado indio a temperaturas mayores de 90°F, variando en ambos

casos con la individualidad del animal y según su estado de productividad. Esta disminución en la ingestión de alimentos ocasiona una reducción en la producción de leche, calor y pulsaciones. Señalan que a 105°F, la temperatura corporal de las vacas indias es bastante más baja que la de las vacas europeas, sugiriendo que esta mayor tolerancia está asociada con una productividad más baja, una mayor superficie de área por unidad de peso y una mayor capacidad para sudar.

Estudios efectuados en Missouri (14) revelaron que, de acuerdo con la edad y la raza, los puntos críticos sobre reacciones fisiológicas son distintas en animales Brown Swiss y Brahman. Para la temperatura corporal, la temperatura ambiente crítica para vacas Brown Swiss fué 85°F y para vacas y novillas Brahman 100°F, en tanto que, para novillas de la primera raza, la temperatura crítica fué 95°F. Los movimientos respiratorios fueron afectados por temperaturas distintas: 70°F para vacas Brown Swiss, 85°F para vacas Brahman y alrededor de 80°F para novillas Brown Swiss y Brahman. Entre 100° y 105°F, el apetito del ganado Brahman fué mucho más acentuado que el del Brown Swiss. Si bien las reacciones de novillas Brahman y Brown Swiss difirieron poco, las diferencias entre animales adultos fueron considerables.

La influencia de las diversas épocas del año en animales Jersey y su $F_1$ con Red-Sindhi, sometidos a temperatura de 105°F con 34 mm. Hg por 6 horas, con observaciones de dos en dos meses, fué estudiada por McDowell y sus asociados en Beltsville (24). Los coeficientes de la temperatura rectal variaron considerablemente según las épocas del año, alcanzando su máximo en febrero, su mínimo en mayo-julio y su

valor intermedio en agosto. La temperatura rectal no sufrió las mis - mas oscilaciones puesto que sus valores permanecieron estables durante todo el año.

Johnston y Frye (12) estudiaron el comportamiento de animales Holstein y la $F_1$ Red-Sindhi x Holstein expuestos por 8 horas consecutivas a temperaturas de 75°, 95°, 100° y 105°F y humedades correspondientes de 15, 25, 30 y 40 mm. Hg de presión de vapor en cámara controlada. Encontraron que tanto la temperatura como la humedad son importantes como determinantes de las reacciones fisiológicas. Al ser sometidos a altos grados de temperatura y humedad, los ($F_1$) Red-Sindhi x Holstein mostraron mayor capacidad que los Holstein para mantener más bajos su temperatura y su ritmo respiratorio.

McDowell y otros (25) examinaron las diferencias de comportamiento entre vacas Jersey y su $F_1$ con Red-Sindhi sometidas a temperatura normal y a expesición por 3 horas a 105°F con la presión de vapor de 34 mm Hg. Los ($F_1$) Red-Sindhi x Jersey experimentaron una menor elevación en la frecuencia y volúmen respiratorio y aunque dieron indicaciones de un mejor comportamiento en relación al Jersey, las diferencias no fueron de suficiente magnitud para ser tomadas como índice básico de tolerancia al calor.

En Missouri (41) notóse que la disminución de la temperatura de 50° a 0°F fué acompañada por gran producción de calor y aumento en el consumo de alimento por parte de las vacas, así como por reducción de los movimientos respiratorios y de la ventilación pulmonar. El aumento de la temperatura influenció la elevación de la temperatura rectal a partir de 70°F, acompañada de disminución en el consumo de alimento,

valor intermedio en cuanto. La temperatura rectal no subió las dis- [illegible] decilitros, pero que sus valores permanecieron estables [illegible] todo el año.

Johnson y Ayre (12) describieron el comportamiento de animales Holstein y la F1 de Holstein x Holstein expuestos por 8 horas consecutivas a temperaturas de 72°, 90°, 100° y 105°F y una presión correspondiente de 15, 25, 30 y 40 mm. Hg de presión de vapor en cámaras controladas. Las conclusiones indicaron la temperatura como la variable más importante como determinantes de las reacciones fisiológicas. Al ser sometidos a altas presiones de temperatura y humedad, los (F1) Holstein x Holstein tuvieron mayor capacidad que los Holstein para mantener más bajos su temperatura y su ritmo respiratorio.

McDowell y otros (25) evaluaron las diferencias de comportamiento entre varias razas y F1 con Holstein sometidas a temperatura normal y a exposición por 3 horas a 105°F con la presión de vapor de 34 mm Hg. Los (F1) Holstein x Jersey experimentaron una menor elevación en la frecuencia y volumen respiratorio y menos diferencias fisiológicas de un mejor comportamiento en relación al Jersey, lo cual revela no tener de suficiente resistencia para ser tomada como índice básico de tolerancia al calor.

Un Hissourí (41) indica que la disminución de la temperatura de 50° a 0°F fué acompañada por una aproximación de calor y aumento en el consumo de alimento por parte de las vacas, así como por reducción de los movimientos respiratorios y de la ventilación pulmonar. Al aumento de la temperatura influenció la elevación de la temperatura rectal a partir de 70°F, compensada la disminución en el consumo de alimento,

la producción de leche, pulsaciones y producción de calor. En el ganado indio esta temperatura crítica es 85°F.

Ragsdale y sus colaboradores (34) dicen que el efecto de la humedad sobre la producción y composición de la leche, consumo de alimentos y agua, sólo se hace notar cuando la temperatura sobrepasa los 75°F.

Kibler y Brody (15) informan que, a partir de 75°F en el caso de vacas europeas y de 90°F para ganado Brahman, el aumento de la humedad atmosférica tiene efectos marcados sobre la temperatura rectal. Con relación a los movimientos respiratorios esta temperatura es de 85°F y 95°F para el ganado europeo y Brahman, respectivamente.

Naelapaa, Johnston y Vizinat (29) investigaron por 7 días en cámara climática a 104°F y 30 mm Hg y a 82°F y 22 mm Hg, el comportamiento de toros Holstein Friesian y Brown Swiss y sus cruzamientos con Red-Sindhi ($F_1$). Los toros cruzados mostraron temperatura corporal más baja en ambas atmósferas, en tanto que sus movimientos respiratorios solamente fueron más bajos en la temperatura inferior.

McDowell y sus colaboradores (22) averiguaron cómo se comportaban los Jersey, ($F_1$) Red-Sindhi x Jersey y 3/4 Red-Sindhi x Jersey entre 6 y 22 meses de edad, en cámara climática a 105°F y 34 mm Hg. Los valores iniciales de temperatura rectal difirieron muy poco; se obtuvieron indicaciones de que en todos los grupos se produce un ligero decrecimiento con el aumento de edad. La temperatura media de los animales 3/4 Red-Sindhi x 1/4 Jersey y la $F_1$ Red-Sindhi x Jersey fué significativamente inferior a la de animales Jersey pura sangre, pero los dos

primeros no difirieron entre sí.

En Missouri (40), encontraron que la producción interna de calor en vacas es aumentada alrededor de 20% al disminuir la temperatura de 80° a 10°F.

Cartwright (4) comparó razas de carne en cámara climática a 105°F con humedad relativa de 50% por varios períodos de 8 horas. Las diferencias significativas en temperatura corporal y ritmo respiratorio observadas entre animales Hereford, Brahman y su $F_1$ indicaban que, a una mayor proporción de sangre Brahman, correspondía una mayor tolerancia al calor. Los resultados encontrados en las mismas razas bajo régimen de campo fueron idénticos. Aún cuando la ($F_1$) Brahman x Hereford bajo condiciones artificiales tuvo un comportamiento intermedio entre las dos razas, durante los meses más cálidos mostró los mayores aumentos de peso.

Hembras Jersey y ($F_1$) Red-Sindhi x Jersey fueron sometidas por McDowell y otros (23) a exposición por 6 horas a la atmósfera standard de 105°F y 34 mm Hg. Las observaciones de movimientos respiratorios y temperatura corporal fueron hechas en animales a partir del 6° mes hasta llegar a la vaca en plena lactancia. El promedio de temperaturas corporales de los animales cruzados fué siempre menor en las diferentes edades. La temperatura inicial promedia de cada período de exposición fué menor conforme aumentó la edad. El estado de lactancia tuvo poca influencia pero en cuanto al nivel de producción, sí tuvo un efecto marcado. Los movimientos respiratorios fueron mayores en los Jersey que en las vacas cruzadas.

Klemm y sus compañeros (17) compararon becerros Australian Illawarra Shorthorn con el cruce Cebú x Hereford en varias atmósferas que variaron de 86° a 108°F y presión de vapor de 15 a 40 mm Hg. Sus observaciones fueron hechas a: 1-3 meses, 6-8 meses y 12-13 meses. A temperaturas superiores de 95°F, la elevación en la temperatura rectal fué mayor y el equilibrio fué alcanzado más lentamente en Illawarra Shorthorn que en Cebú x Hereford. El incremento en la humedad, a temperaturas por encima de 80°F produjo más efecto en los animales que el propio aumento en la temperatura.

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo comprende dos experimentos.

En el primer experimento se comparó la tolerancia de terneras Santa Gertrudis y Brahman sometidas a alta temperatura y humedad. Como índices básicos de comportamiento se tomaron, la temperatura corporal y los movimientos respiratorios. Los resultados fueron estimados bajo dos atmósferas distintas: la primera a 105°F (40,5°C) con un bulbo húmedo de 85°F (29,4°C) ó 25,5 mm Hg de presión de vapor, combinación considerada como típicamente difícil en la adaptación del bovino al calor; la segunda a 75°F (25°C) y bulbo húmedo de 65°F (18,3°C) ó 13 mm. Hg de presión de vapor, tomado como diario normal en Turrialba para la época en que se realizó el trabajo y que sirvió de índice comparativo.

Se quería encontrar en primer lugar, las diferencias entre las reacciones fisiológicas de las dos razas arriba citadas, cuando sus individuos se encontraban en lactancia y en segundo lugar, cuando los mismos estaban ya destetados. En este experimento, el diseño experimental usado fué el de un arreglo factorial en bloques irrestrictamente al azar, incluyendo dos razas y dos ambientes. Se hizo un análisis comparativo entre terneras mamando y terneras apartadas; al hacer este análisis quedan confundidos la edad y el estado de nutrición. Fueron calculados los coeficientes de correlación entre movimientos respiratorios y temperatura rectal, usando conjuntamente los datos de terneras Santa Gertrudis y Brahman, en los siguientes casos:

1. Con animales mamando, en ambientes normal y artificial
2. Con animales destetados, en ambientes normal y artificial

Para ese experimento se tomaron cuatro terneras Santa Gertrudis y cuatro terneras Brahman, del ganado existente en el Departamento de Ganadería. En la primera fase de los experimentos esas terneras tenían aproximadamente seis meses de edad, esto es mamando y la diferencia entre la más joven y la más vieja era de veinticinco días. La segunda fase fué hecha seis meses después, tomándose las mismas terneras que ya se encontraban destetadas.

El segundo experimento fué un estudio del comportamiento de novillas de las razas Brahman, Santa Gertrudis, Criollas, ($F_2$) Brown-Swiss x Red-Sindhi, Holstein, Guernesey, Ayrshire y Jersey, aproximadamente de doce meses de edad, sometidas a las mismas condiciones de temperatura y humedad usadas en el experimento anterior. Basándose en trabajos previos que indican que las reacciones fisiológicas varían de acuerdo con la hora del día, en este segundo experimento se hicieron observaciones diurnas y nocturnas. El diseño experimental usado fué el de un arreglo factorial en bloques irrestrictamente al azar, incluyendo ocho razas en dos ambientes; la suma de cuadrados de razas fué dividida en grados individuales de libertad. Se hizo un análisis comparativo entre el comportamiento de los animales durante el día y durante la noche, para establecer las diferencias existentes. Empleándose conjuntamente los datos de las ocho razas, los coeficientes de correlación entre movimientos respiratorios y temperatura rectal fueron calculados en los casos que siguen:

1. Observaciones diurnas, en ambientes normal y artificial
2. Observaciones nocturnas, en ambientes normal y artificial

En este segundo experimento fueron también establecidos los intervalos de confianza para los promedios de razas, tanto para movimientos respiratorios, como para temperatura rectal, haciéndose observaciones diurnas y nocturnas separadamente.

Los animales experimentales fueron tomados en parte del Departamento de Ganadería, incluyendo las novillas de razas Santa Gertrudis, Brahman, Criollas y ($F_2$) Brown-Swiss x Red-Sindhi, mientras que las razas Holstein, Guernesey, Ayrshire y Jersey fueron facilitadas por criadores particulares. Conviene destacar, que las dos últimas razas citadas provenían de haciendas situadas a 1.100 mts. de altitud y por consiguiente de zonas más frías, mientras que las otras razas provenían de la altitud del Valle de Turrialba, a 600 mts.

Aunque no todas las novillas usadas en este estudio poseían registro genealógico, tenían por lo menos tres generaciones consecutivas de padres importados y registrados. Las diferencias en edades eran mínimas y todas tenían aproximadamente un año de edad.

## Prácticas

En ambos experimentos se efectuaron pruebas de corta duración, por 6 horas consecutivas, a intervalos de 8 días. En cada una de las pruebas se hicieron observaciones sobre la temperatura rectal y los movimientos respiratorios a partir de la 1a., 3a., y 5a. hora de exposición al ambiente bajo estudio. Se hicieron 4 repeticiones por cada atmósfera usada y los promedios de cada observación dentro de un período de 6 horas, formaron los datos que se usaron para el análisis estadístico.

[illegible] este se [illegible] [illegible] [illegible] los in-
terruptores de conductores [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
tes protectores, etc. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
las [illegible] y monturas [illegible].

Con miras a experimentar [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
modelos de [illegible], ingenieros [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
de la [illegible] del [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

La temperatura rectal fué tomada con termómetros clínicos veterinarios introducidos 10 cm., habiéndose tenido cuidado de observar fielmente esta práctica en todos los animales. Todos los termómetros eran constatados para su exactitud antes de ser usados.

Los movimientos respiratorios se tomaron en 4 lecturas de 15 segundos, las que se sumaron posteriormente para obtener el total por minuto. A pesar de que algunos autores recomiendan contar los movimientos respiratorios por 1 minuto seguido, esta práctica no nos pareció efectiva debido a la movilidad constante de los animales.

En todas las observaciones diurnas, con temperatura elevada o en ambiente normal, los animales fueron puestos en la cámara a las 9 de la mañana. La primera lectura fué hecha a las 10 a.m., la segunda a las 12 y la tercera a las 14 horas. En los ensayos nocturnos los animales eran llevados a la cámara a las 20 horas; la primera lectura se tomaba a las 21 horas, la segunda a las 23 horas y la tercera a la 1 de la mañana del día siguiente. Aunque deseábamos tomar las lecturas cada hora, tal práctica no pudo ser ejecutada por solo una persona, debido a que cada observación tomaba de 1 a $1\frac{1}{2}$ horas.

Se tomaron algunos cuidados iniciales, tales como amansamiento, familiarización de los animales con la cámara, con el termómetro, etc. para evitar que el estado nervioso ocasionado por el contacto con lo desconocido pudiera afectar el comportamiento de los animales.

Las novillas que nos prestaron para los ensayos estuvieron bajo nuestro control en el Departamento durante 30 días antes de iniciar

cualquier trabajo con ellas, habiéndose tenido cuidado de mantenerlas bajo las mismas condiciones de alimentación que las nacidas en el Departamento.

La vigilancia de los animales con relación a enfermedades mereció especial atención y se usó el vermífugo fenotiazina regularmente cada 10 días.

Se hizo un formulario para los registros, el que contenía el nombre del animal, día de observación, hora, etc.

## RESULTADOS

Para mayor comprensión los resultados serán presentados separadamente.

### Estudio de la Temperatura Corporal y de los Movimientos Respiratorios en Becerras Lechales y Destetadas

Los promedios de temperatura rectal y movimientos respiratorios observados en este estudio aparecen en los cuadros N°1 y 2, respectivamente.

Cuadro N°1. Temperatura rectal. Promedios por razas y por ambientes en becerras Santa Gertrudis y Brahman lechales y destetadas. (Expresados en grados centígrados)

| Razas | | Ambientes | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Normal | Artificial | Promedios | |
| Brahman | Mamando | 38,78 | 39,61 | 39,19 | 39,173 |
| | Destetadas | 38,84 | 39,49 | 39,16 | |
| Santa Gertrudis | Mamando | 38,88 | 40,51 | 39,69 | 39,500 |
| | Destetadas | 38,74 | 39,89 | 39,31 | |
| Promedios para animales mamando | | 38,83 | 40,06 | | |
| Promedios para animales destetados | | 38,79 | 39,69 | | |
| Promedios para ambientes | | 38,81 | 39,87 | | |

[illegible]

[illegible] ecuado.

[illegible]

[illegible]

Los productos [illegible] especialmente [illegible] exportados [illegible] obsequiados en [illegible] los [illegible] los [illegible] [illegible] Valparaíso.

Cuadro nº2. [illegible]

| Clases | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
|---|---|---|---|---|
| Lanas | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| | [illegible] | [illegible] | [illegible] | |
| Pieles curtidas | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| | [illegible] | [illegible] | [illegible] | |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | |

En general, en el estudio del comportamiento de becerras Santa Gertrudis y Brahman, los promedios encontrados para movimientos respiratorios y para temperatura corporal mostraron valores más bajos para las Brahman. Como una excepción, en el caso de animales destetados en ambiente normal, la raza Santa Gertrudis con temperatura media corporal de 38,74, superó a la Brahman que se presentó con 38,84. El aumento de edad en ambas razas ocasionó un mejor comportamiento a las condiciones prevalecientes en este experimento.

Cuadro N°2. Movimientos respiratorios. Promedios por raza y por ambientes en becerras Santa Gertrudis y Brahman lechales y destetadas. (Expresados en total por minuto)

| Razas | | Ambientes | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Normal | Artificial | Promedios | |
| Brahman | Mamando | 28 | 94 | 61 | 57,75 |
| | Destetadas | 21 | 86 | 53,5 | |
| Santa Gertrudis | Mamando | 55 | 150 | 102,5 | 86,75 |
| | Destetadas | 28 | 114 | 71 | |
| Promedios para animales mamando | | 41,5 | 122 | | |
| Promedios para animales destetados | | 24,5 | 100 | | |
| Promedios para ambientes | | 33 | 111 | | |

Las diferencias entre ambientes para movimientos respiratorios y

En general, en el estudio del comportamiento de becerros Santa Gertrudis y Brahman, los promedios encontrados para movimientos respiratorios y para temperatura corporal mostraron valores más bajos para las Brahman. Como una excepción, en el caso de animales destetados en ambiente normal, la raza Santa Gertrudis con temperatura media corporal de 38,74, superó a la Brahman que se presentó con 38,84. El aumento de edad en ambas razas ocasionó un mejor comportamiento a las condiciones prevalecientes en este experimento.

Cuadro N°2. Movimientos respiratorios. Promedios por raza y por ambientes en becerros Santa Gertrudis y Brahman lechales y destetadas. (Expresados en total por minuto)

| Razas | | Ambientes | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Normal | Artificial | Promedios |
| Brahman | Mamando | 28 | 94 | 61 |
| | Destetadas | 21 | 86 | 53,5 |
| | | | | 57,75 |
| Santa Gertrudis | Mamando | 55 | 150 | 102,5 |
| | Destetadas | 28 | 114 | 71 |
| | | | | 86,75 |
| Promedios para animales mamando | | 41,5 | 122 | |
| Promedios para animales destetados | | 24,5 | 100 | |
| Promedios para ambientes | | 33 | 111 | |

Las diferencias entre ambientes para movimientos respiratorios y

temperatura rectal, fueron altamente significativas en los animales lechales y destetados. (Cuadros N°s. 3 y 4).

Cuadro N°3. Análisis de la variancia de la temperatura corporal, en becerras Santa Gertrudis y Brahman, lechales y destetadas

| Fuente de variación | G.L | Cuadrados medios | |
|---|---|---|---|
| | | Lechales | Destetados |
| Ambientes | 1 | 13,12 ** | 9,77 ** |
| Razas | 1 | 1,23 * | 0,28 |
| Razas x Ambientes | 1 | 0,59 | 0,76 * |
| Animales en Ambientes | 12 | 0,18 ** | 0,16 |
| Entre observaciones | 32 | 0,061 | 0,11 |
| T o t a l | 47 | | |

* Significativo al nivel de 5 %
** Significativo al nivel de 1 %

Cuadro N°4. Análisis de la variancia de los movimientos respiratorios, en becerras Santa Gertrudis y Brahman, lechales y destetadas.

| Fuente de variación | G.L | Cuadrados medios | |
|---|---|---|---|
| | | Lechales | Destetados |
| Ambientes | 1 | 77.730,80 ** | 68.101,33 ** |
| Razas | 1 | 21.017,07 ** | 3.536,33 ** |
| Razas x Ambientes | 1 | 2.290,81 * | 1.425,01 |
| Animales en Ambientes | 12 | 468,66 * | 582,19 |
| Entre observaciones | 32 | 173,61 | 322,42 |
| T o t a l | 47 | | |

* Significativo al nivel de 5 %
** Significativo al nivel de 1 %

[illegible]

[illegible]

[illegible]

| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
|---|---|---|---|
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |

[illegible]

[illegible]

| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
|---|---|---|---|
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |

[illegible]

La diferencia entre los animales Santa Gertrudis y Brahman fué altamente significativa para movimientos respiratorios en los animales mamando y destetados; para temperatura corporal alcanzó significancia al 5% en los animales lechales y no significancia en los destetados. En este último caso el promedio de Brahman 39,16 y el de Santa Gertrudis de 39,31 difieren muy poco.

Los valores de F para la interacción "razas x ambientes" no ofrecen significación en la temperatura rectal de las becerras lechales, ni tampoco en los movimientos respiratorios de los animales destetados, pero son significativos en los casos restantes. De conformidad con tablas de doble clasificación de los cuadros 1 y 2 encontraremos que, los aumentos experimentados por la raza Brahman del ambiente normal al artificial siempre fueron menores que los encontrados para la Santa Gertrudis. Este dato constituye una indicación de un mejor ajuste fisiológico del ganado Brahman para resistir los aumentos de temperatura y humedad.

Estudio Comparativo entre Becerras Lechales y Destetadas en cuanto a Temperatura Corporal y Movimientos Respiratorios

Al hacer el análisis comparativo entre becerras lechales y destetadas, se asumió que ambientes, edades y razas son efectos fijos. Esta presunción implica que se usó un solo cuadrado medio como error para probar la significancia de todos los demás. Los resultados se expresan en el cuadro N°5.

En cuanto a movimientos respiratorios las fuentes de variación,

edades, ambientes, razas, "edades x razas " y "ambientes x razas" fueron significativas. Respecto a temperatura rectal hubo significancia en ambientes, razas y "ambientes x razas".

Cuadro N°5. Movimientos respiratorios y temperatura rectal. Análisis comparativo entre becerras Brahman y Santa Gertrudis lechales y destetadas.

| Fuente de variación | G.L | Cuadrados Medios Movimientos Respiratorios | Cuadrados Medios Temperatura Rectal |
|---|---|---|---|
| Edades | 1 | 9.196,33 ** | 0,30 |
| Ambientes | 1 | 145.673,00 ** | 22,76 ** |
| Razas | 1 | 20.897,80 ** | 1,34 * |
| Ambientes x Edades | 1 | 159,14 | 0,13 |
| Razas x Ambientes | 1 | 3,695,20 * | 1,35 * |
| Razas x Edades | 1 | 3.655,21 * | 0,18 |
| Razas x Ambientes x Edades | 1 | 48,00 | 0,00 |
| Animales de la misma raza en Ambientes y Edades | 24 | 525,48 | 0,17 |
| T o t a l | 31 | | |

* Significativo al nivel de 5 %
** Significativo al nivel de 1 %

Siendo significativas las interacciones "razas x ambientes" y "razas x edades", se examinaron las correspondientes tablas de doble clasificación con los datos de los cuadros N°s. 1 y 2. El aumento de edad favoreció mucho más a la raza Santa Gertrudis que a la Brahman en cuanto a movimientos respiratorios. En cuanto a temperatura corporal la interacción "razas x edades" no presenta significancia. Los aumentos experimentados por la raza Santa Gertrudis al pasar del ambiente normal al

climático, siempre fueron mayores que para la raza Brahman, tanto en movimientos respiratorios como en temperatura corporal.

## Análisis de Correlación

Hecho el análisis de correlación entre movimientos respiratorios y temperatura corporal, de Santa Gertrudis y Brahman sometidas a ambiente artificial, encontramos valores de 0,905 en becerras lechales y de 0,837 en animales destetados. Concluímos por lo tanto que, al aumentar la temperatura corporal, los animales recurren a ventilación pulmonar como medio de disipar el exceso de calor. No se puede afirmar que esta dependencia exista en ambiente normal, ya que los valores encontrados 0,459 para becerras lechales y 0,105 para becerras destetadas, son de baja magnitud y no alcanzan la significación.

Estudio de la Temperatura Corporal y de los Movimientos Respiratorios de Novillas Brahman, Santa Gertrudis, Criollas, ($F_2$) Swiss xSindhi, Holstein, Guernesey, Ayrshire y Jersey Respecto a Observaciones Diurnas y Nocturnas

Los promedios por raza y por ambiente se presentan en los cuadros N°s. 6 y 7, para temperatura corporal y movimientos respiratorios, respectivamente. Los análisis de los datos son presentados en los cuadros N°s. 8 y 9.

Una marcada diferencia se observó entre el comportamiento de las razas, en cuanto a hora y ambiente. Los promedios por raza en ambiente artificial, tanto para temperatura corporal, como para movimientos respiratorios, fueron siempre más elevados en observaciones nocturnas. El mismo fenómeno se produjo con relación a temperatura corporal en ambiente normal, con excepción de la raza Jersey, la cual presentó una diferencia de0,23, menor para las observaciones nocturnas. En cambio bajo las mismas condiciones anteriores los movimientos respiratorios no presentaron los mismos resultados, ya que en éstos hay razas con valores más elevados en observaciones nocturnas y viceversa. Los aumentos experimentados por los animales al pasar del ambiente normal al artificial para los movimientos respiratorios y para la temperatura corporal, fueron mucho más elevados durante la noche que en el día. Tal hecho puede ser notado en las diferencias entre los promedios totales por raza y por ambientes, en que los aumentos para temperatura corporal del ambiente normal al artificial, fueron de 0,79 y 1,01, respectivamente. Para movimientos respiratorios los aumentos análogos

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Cuadro N°6. Temperatura rectal. Promedio de observaciones diurnas y nocturnas para 8 razas clasificadas según 2 ambientes.

| Razas | Diurnas | | | Nocturnas | | | Promedio general por razas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Normal | Artificial | Promedio | Normal | Artificial | Promedio | |
| Brahman | 38,84 | 39,49 | 39,16 | 39,04 | 39,83 | 39,43 | 39,29 |
| S. Gertrudis | 38,74 | 39,89 | 39,31 | 38,89 | 40,05 | 39,47 | 39,39 |
| Criollas | 38,77 | 39,67 | 39,22 | 38,77 | 39,68 | 39,22 | 39,22 |
| ($F_2$) Swiss x Sindhi | 38,92 | 39,62 | 39,27 | 38,95 | 39,68 | 39,31 | 39,29 |
| Holstein | 38,89 | 39,73 | 39,31 | 39,16 | 40,17 | 39,66 | 39,48 |
| Guernesey | 38,79 | 39,26 | 39,02 | 38,99 | 39,98 | 39,48 | 39,25 |
| Ayrshire | 39,31 | 40,31 | 39,81 | 39,68 | 40,90 | 40,29 | 40,05 |
| Jersey | 39,26 | 39,91 | 39,58 | 39,03 | 40,30 | 39,66 | 39,62 |
| Promedios por horas y por ambientes | 38,94 | 39,73 | 39,33 | 39,06 | 40,07 | 39,56 | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Cuadro N°7. Movimientos respiratorios. Promedio de observaciones diurnas y nocturnas para 8 razas clasificadas según 2 ambientes.

| Razas | Diurnas | | | Nocturnas | | | Promedio general por razas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Normal | Artificial | Promedio | Normal | Artificial | Promedio | |
| Brahman | 21 | 86 | 53,5 | 21 | 103 | 62 | 57,75 |
| S. Gertrudis | 28 | 114 | 71 | 34 | 121 | 77 | 74 |
| Criollas | 37 | 140 | 88 | 30 | 145 | 87 | 87,5 |
| ($F_2$) Swiss x Sindhi | 34 | 148 | 91 | 27 | 148 | 87 | 89 |
| Holstein | 36 | 125 | 80 | 32 | 144 | 88 | 84 |
| Guernesey | 40 | 111 | 75 | 52 | 148 | 100 | 87,5 |
| Ayrshire | 61 | 145 | 103 | 60 | 155 | 107 | 105 |
| Jersey | 46 | 144 | 95 | 37 | 154 | 95 | 95 |
| Promedios por horas y por ambientes | 38 | 127 | 82,5 | 37 | 140 | 88,5 | |

[illegible]

fueron de 89 durante el día y de 103 en la noche. Como era de suponer se los valores presentados por los movimientos respiratorios y por la temperatura rectal en observaciones diurnas y nocturnas, fueron mucho más elevados bajo condiciones artificiales que bajo condiciones normales.

Según el análisis de variancia en el cuadro N°9 correspondiente a movimientos respiratorios, ambientes, razas y "razas x ambientes" fueron altamente significativos, tanto en observaciones diurnas como en nocturnas. Iguales resultados se encuentran en el cuadro N°8 para temperatura corporal, excepto en la interacción "razas x ambientes", en que la F no alcanza significancia. La significancia de la interacción "razas x ambientes" en movimientos respiratorios se puede explicar por disproporciones entre los aumentos experimentados por las diferentes razas al pasar del ambiente normal al artificial.

El cuadro N°10 muestra la subdivisión de las sumas de cuadrados de razas de los cuadros 8 y 9 en 7 grados ortogonales de libertad. Los contrastes ortogonales entre la raza Brahman y las razas Santa Gertrudis, Criollas y ($F_2$) Brown-Swiss x Red-Sindhi demostraron gran superioridad de la primera, en cuanto a movimientos respiratorios. En cambio, en temperatura rectal, los valores encontrados no ofrecen base suficiente para establecer diferencias. Tal hecho no sorprende, ya que las razas Santa Gertrudis, Criollas y ($F_2$) Brown-Swiss x Red-Sindhi están siendo orientadas en el sentido de mejor resistencia a alta temperatura y humedad. La comparación de la raza Criolla contra Santa Gertrudis y ($F_2$) Brown-Swiss x Red-Sindhi solo muestra diferencia en

[illegible] de [illegible]
e la valor [illegible] por los [illegible]
[illegible]
[illegible]

Según el análisis [illegible]
[illegible] dos resultados [illegible]
[illegible]
nocturnas. [illegible]
temperaturas [illegible]
[illegible]

[illegible]

El caso [illegible]
de masas de los cuartos [illegible]
Los conectores [illegible]
dentro [illegible]
[illegible]

Cuadro N°8. Análisis de variancia de la temperatura rectal en novillas Brahman, Santa Gertrudis, Criollas, ($F_2$) Brown-Swiss x Red-Sindhi, Holstein, Guernesey, Ayrshire y Jersey en observaciones dirunas y nocturnas.

| Fuente de variación | G.L | Cuadrados Medios | |
|---|---|---|---|
| | | Diurnas | Nocturnas |
| Ambientes | 1 | 30,51 ** | 47,25 ** |
| Razas | 7 | 1,46 ** | 2,79 ** |
| Razas x Ambientes | 7 | 0,29 | 0,26 |
| Animales en Ambientes | 48 | 0,19 ** | 0,14 ** |
| Entre observaciones | 128 | 0,056 | 0,040 |
| T o t a l | 191 | | |

** Significativo al nivel de 1 %

Cuadro N°9. Análisis de variancia de los movimientos respiratorios en novillas Brahman, Santa Gertrudis, Criollas, ($F_2$) Brown-Swiss x Red-Sindhi, Holstein, Guernesey, Ayrshire y Jersey en observaciones dirunas y nocturnas.

| Fuente de variación | G.L | Cuadrados Medios | |
|---|---|---|---|
| | | Diurnas | Nocturnas |
| Ambientes | 1 | 377.365,33 ** | 510.365,63 ** |
| Razas | 7 | 5.891,21 ** | 4.702,80 ** |
| Razas x Ambientes | 7 | 1.653,14 ** | 1.357,23 ** |
| Animales en Ambientes | 48 | 305,55 ** | 343,65 ** |
| Entre observaciones | 128 | 143,41 | 131,47 |
| T o t a l | 191 | | |

** Significativo al nivel de 1 %

**Cuadro nº 8.** Análisis de varianza de la temperatura rectal en novillas Brahman, Santa Gertrudis, Criollas, ($F_2$) Brown-Swiss x Red-Sindhi, Holstein, Guernesey, Ayrshire y Jersey en observaciones diurnas y nocturnas.

| Fuente de variación | G.L. | Cuadrados medios | |
|---|---|---|---|
| | | Diurnas | Nocturnas |
| Tratamientos | 5 | [illegible] NS | [illegible] NS |
| Días | 7 | [illegible] NS | [illegible] NS |
| Días x Tratamientos | 7 | [illegible] | [illegible] |
| Error en [illegible] | [illegible] | [illegible] NS | [illegible] NS |
| Entre observaciones | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| T o t a l | [illegible] | | |

NS = No significativo al nivel de 1 %

**Cuadro nº 9.** Análisis de varianza de los movimientos respiratorios en novillas Brahman, Santa Gertrudis, Criollas, ($F_2$) Brown-Swiss x Red-Sindhi, Holstein, Guernesey, Ayrshire y Jersey en observaciones diurnas y nocturnas.

| Fuente de variación | G.L. | Cuadrados medios | |
|---|---|---|---|
| | | Diurnas | Nocturnas |
| Tratamientos | 5 | [illegible] NS | [illegible] NS |
| Días | 7 | [illegible] NS | [illegible] NS |
| Días x Tratamientos | [illegible] | [illegible] NS | [illegible] NS |
| Animales en [illegible] | [illegible] | [illegible] NS | [illegible] NS |
| Entre observaciones | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| T o t a l | [illegible] | | |

NS = No significativo al nivel de 1 %

Cuadro N°10. Contrastes ortogonales entre los promedios de raza y su significancia en observaciones diurnas y nocturnas, respecto a movimientos respiratorios (M.R) expresados en total por minuto y temperatura rectal (T.R) expresada en grados centígrados.

| Contrastes ortogonales | Diferencia entre promedios y su significancia | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Diurnas | | Nocturnas | |
| | M.R. | T.R. | M.R. | T.R. |
| (S. Gertrudis) vs ((F2) Swiss x Sindhi) | 20** | 0,05 | 10 | 0,15 |
| (Criollas) vs (S. Gertrudis, (F2) Swiss x Sindhi) | 7 | 0,07 | 6 | 0,24* |
| (Brahman) vs (S. Gertrudis, Criollas, (F2) Swiss x Sindhi) | 29,3** | 0,10 | 22** | 0,12 |
| (Brahman, S. Gertrudis, Criollas, (F2) Swiss x Sindhi) vs (Holstein) | 4 | 0,06 | 9,50* | 0,32* |
| (Brahman, S. Gertrudis, Criollas, (F2) Swiss x Sindhi, Holstein) vs (Guernesey) | 0,8 | 0,22* | 19,6** | 0,08 |
| (Ayrshire) vs (Jersey) | 8 | 0,22 | 11* | 0,63** |
| (Ayrshire, Jersey) vs (Brahman, S. Gertrudis, Criollas, (F2) Swiss x Sindhi, Holstein, Guernesey) | 22,4** | 0,48** | 17,8** | 0,55** |

temperatura rectal en observaciones nocturnas, como una demostración de que estas razas están aproximadamente en igualdad de condiciones en cuanto a su adaptabilidad a ambientes tropicales. Una indicación de que los comportamientos para la alta temperatura y humedad, depende de determinadas adaptaciones fisiológicas que adquieren los animales de acuerdo con el medio en que son criados, está dada por la alta significación de los contrastes entre las razas Ayrshire y Jersey contra otras razas. Como se dijo antes, estas dos razas son procedentes de zonas más frías y esta procedencia afecta de manera considerable sus comportamientos. En todas las observaciones, los valores hallados para las razas Ayrshire y Jersey, en cuanto a movimientos respiratorios y temperatura corporal, siempre fueron más elevados que para otras razas. Es interesante notar, que la raza Jersey entre las razas europeas, es tenida como la de mejor comportamiento cuando probada bajo otras condiciones.

En el cuadro N°11 están los límites de confianza al nivel del 5% para los promedios de las razas. Según estos intervalos la raza Brahman presenta, tanto en observaciones diurnas como en nocturnas, una manifiesta superioridad sobre las demás respecto a movimientos respiratorios. Las novillas Criollas, Holstein y ($F_2$) Swiss x Sindhi forman un grupo homogéneo. La raza Ayrshire tiene un promedio muy alto, constituyendo un grupo distinto a los dos anteriores. Con relación a temperatura corporal los resultados están influenciados por la hora de observación. En observaciones diurnas los límites permiten distinguir dos grupos diferentes, el primero integrado por las razas Brahman, Santa Gertrudis, Criollas ($F_2$) Swiss x Sindhi, Holstein y Guernesey, el segundo formado

**Cuadro N°11.** Límites de confianza para los promedios de 8 razas en cuanto a movimientos respiratorios y temperatura corporal en observaciones diurnas y nocturnas.

| Razas | Movimientos Respiratorios | | | | | | Temperatura Rectal | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Diurnas | | | Nocturnas | | | Diurnas | | | Nocturnas | | |
| | Promedio | $L_1$ * | $L_2$ * | Promedio | $L_1$ * | $L_2$ * | Promedio | $L_1$ * | $L_2$ * | Promedio | $L_1$ * | $L_2$ * |
| Brahman | 54 | 46,84 | 61,16 | 62 | 54,4 | 69,6 | 39,17 | 38,99 | 39,35 | 39,44 | 39,29 | 39,59 |
| S. Gertrudis | 71 | 63,84 | 78,16 | 77 | 69,4 | 84,6 | 39,32 | 39,14 | 39,50 | 39,47 | 39,32 | 39,62 |
| Criollas | 88 | 80,84 | 95,16 | 88 | 80,4 | 95,6 | 39,22 | 39,04 | 39,40 | 39,15 | 39,00 | 39,30 |
| ($F_2$) Swiss x Sindhi | 91 | 83,84 | 98,16 | 87 | 79,4 | 94,6 | 39,27 | 39,09 | 39,45 | 39,32 | 39,17 | 39,47 |
| Holstein | 80 | 72,84 | 87,16 | 88 | 80,4 | 95,6 | 39,31 | 39,13 | 39,49 | 39,67 | 39,52 | 39,82 |
| Guernesey | 76 | 68,84 | 83,16 | 100 | 92,4 | 107,6 | 39,03 | 38,85 | 39,21 | 39,49 | 39,34 | 39,64 |
| Ayrshire | 103 | 95,84 | 110,16 | 107 | 99,4 | 114,6 | 39,81 | 39,63 | 39,99 | 40,29 | 40,14 | 40,44 |
| Jersey | 95 | 87,84 | 102,16 | 96 | 88,4 | 103,6 | 39,59 | 39,41 | 39,77 | 39,66 | 39,51 | 39,81 |

* $L_1$ y $L_2$ indican límite inferior y superior, respectivamente.

por la raza Ayrshire. En observaciones nocturnas las razas Brahman, Santa Gertrudis, ($F_2$) Swiss x Sindhi y Guernesey continúan manteniéndose como grupo aparte y las novillas Ayrshire siguen teniendo una situación inferior.

Estudio Comparativo de Movimientos Respiratorios y Temperatura Rectal Según Observaciones Diurnas y Nocturnas en Novillas Brahman, S. Gertrudis, Criollas, ($F_2$) Swiss x Sindhi, Holstein, Guernesey, Ayrshire y Jersey

En este análisis para brevedad, a la fuente de variación diurna vs nocturna la llamaremos horas. En el análisis comparativo entre estas dos clases de observaciones se asumió que horas, ambientes y razas son efectos fijos, lo cual implica el uso de un solo error experimental. El análisis estadístico para movimientos respiratorios y temperatura corporal, dió significación para horas, ambientes, razas, "ambientes x horas", "razas x horas" y "razas x ambientes", como puede verse en el cuadro N°12.

Las significancias de las interacciones "ambientes x horas", "razas x horas" y "razas x ambientes", indican que las diferentes razas muestran aumentos distintos al pasar del ambiente normal al artificial, lo mismo que al cambiar de la noche al día. Tal hecho puede ser observado si se emplean tablas de doble clasificación con los datos de los cuadros N°s. 6 y 7.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

**Cuadro N°12.** Movimientos respiratorios y temperatura rectal. Análisis comparativo entre observaciones diurnas y nocturnas en novillas Brahman, Santa Gertrudis, Criollas, ($F_2$) Brown-Swiss x Red-Sindhi, Holstein, Guernesey, Ayrshire y Jersey.

| Fuente de Variación | G.L | Cuadrados Medios Movimientos Respiratorios | Cuadrados Medios Temperatura Rectal |
|---|---|---|---|
| Horas | 1 | 3.450,00 ** | 4,67 ** |
| Ambientes | 1 | 882.721,15 ** | 76,86 ** |
| Razas | 7 | 9.710,00 ** | 3,76 ** |
| Ambientes x Horas | 1 | 5.009,81 ** | 0,92 * |
| Razas x Ambientes | 7 | 2.789,88 ** | 0,36 * |
| Razas x Horas | 7 | 884,00 * | 0,49 ** |
| Razas x Ambientes x Horas | 7 | 220,50 | 0,19 |
| Animales de la misma raza en Ambientes y Horas | 96 | 324,60 | 0,16 |
| T o t a l | 127 | | |

* Significativo al nivel de 5 %
** Significativo al nivel de 1 %

## Análisis de Correlación

Correlacionando movimientos respiratorios y temperatura corporal los valores encontrados en observaciones diurnas fueron de 0,526 y 0,476 para ambiente artificial y normal, respectivamente. Los resultados en observaciones nocturnas, fueron de 0,448 para ambiente normal y 0,374 para ambiente artificial. Sólo se encontró significación en observaciones diurnas, lo que indica que posiblemente los animales aumentan sus movimientos respiratorios como medio de defensa para contrarrestar el

exceso de temperatura. Los resultados contrarios obtenidos en observaciones nocturnas, sinembargo, no dan base para afirmar que esta dependencia no exista. Esto se debe a que, una fuerte variación entre el comportamiento de las diferentes razas en sus aumentos de movimientos respiratorios y temperatura rectal, pudo alterar los resultados de las razas en conjunto.

## DISCUSION

En el campo de la climatología animal, están tomando importancia los trabajos realizados sobre el comportamiento de los bovinos ante los componentes directos del clima, con especial énfasis a la temperatura y la humedad. Como índices básicos de tolerancia a los factores mencionados, han merecido especial atención los movimientos respiratorios y la temperatura corporal. Los resultados de los trabajos que se están llevando a cabo en diferentes regiones, han sido estimados tanto bajo condiciones naturales como en condiciones controladas, y se pueden discutir y resumir alrededor de algunos puntos principales. El cebú, como una especie típicamente tropical, ha demostrado mayor habilidad para mantener estables su temperatura corporal y sus movimientos respiratorios, en comparación con las razas europeas originarias de climas fríos (3, 4, 14, 15, 28, 31, 37). El producto ($F_1$) Cebú x Europeo, ocupa una posición intermediaria entre estas dos especies con relación a su comportamiento ante la temperatura y la humedad (10, 12, 22, 25, 33), aunque en la práctica es el que ha ganado más peso (4). Entre las razas europeas se ha destacado especialmente la raza Jersey (9, 10, 16, 33, 38). El aumento de edad ha tenido influencia sobre un mejor comportamiento (1, 8, 22, 23). Resulta interesante notar que todos los trabajos conducidos bajo condiciones controladas de alte temperatura y humedad, han sido realizadas en zonas de clima templado, y por lo tanto, se han utilizado animales con adaptaciones fisiológicas un poco distintas de aquellos que viven en los trópicos propiamente dichos. Esta aclaración se hace necesaria, porque el presente trabajo se llevó

## II [illegible]

[illegible] el campo de la climatología [illegible], [illegible] los trabajos realizados sobre el comportamiento de los [illegible] los componentes directos del clima, con especial [illegible] frecuencia y la humedad. Como [illegible] básicos [illegible] las meteoroides, [illegible] atención por [illegible] piratorios y la [illegible] comercial. Los resultados de los [illegible] que se están llevando a cabo en [illegible], [illegible] dos tanto bajo condiciones [illegible] y se pueden disculpar y resaltar [illegible]. El caso, como una especie [illegible], [illegible] bilidad por [illegible] tos revisadores, [illegible] de climas fríos ([illegible], 18, 19, 20, [illegible]). [illegible] (19) [illegible] Europa, como una posibilidad [illegible] relación a su comportamiento [illegible] (10, [illegible], 22, 23, 22), aun se [illegible] Entre las razones [illegible] (9, 10, 14, 23, 24). [illegible] un mayor conocimiento ([illegible]). [illegible] dos los trabajos [illegible] frecuencia y humedad, [illegible], y por lo tanto, se [illegible] un poco distintas de nuestros [illegible]. Esta adaptación al [illegible] de Lavó

a cabo en una zona típicamente tropical y usando animales nacidos y criados bajo estas condiciones. Los presentes resultados en parte no coinciden con los encontrados en la literatura revisada. Conviene aclarar también que estos resultados no deben ser usados con carácter definitivo. En primer lugar, el número de animales usados en el ensayo, debido a las circunstancias, es pequeño y no pueden hacerse precicciones de gran magnitud. Además se usaron animales en pleno desarrollo, y la influencia de la edad es de importancia considerable como factor ante las reacciones fisiológicas. Sin embargo, los resultados del presente trabajo pueden contener alguna indicación básica para trabajos futuros que se lleven a cabo en regiones tropicales.

Se demuestra que, en la comparación entre terneras Santa Gertrudis y Brahman lechales o destedadas, estas últimas demostraron un mejor ajuste fisiológico para resistir las condiciones climáticas impuestas por el medio tropical. Estos resultados coinciden con los reportados por Rhoad (37), Phillips (31), Mullick (28), Brody (3), Kibler y Brody (15), Cartwright (4). Siendo la raza Brahman típicamente tropical, es lógico que es poseedora de las mejores defensas para resistir los altos grados de temperatura y de humedad. Hubo poca variabilidad entre los animales que formaban el grupo representativo de esta raza en sus reacciones ante las condiciones impuestas en este experimento. A altos grados de temperatura y humedad, la raza Brahman se caracterizó por una completa inmovilidad, así como por movimientos respiratorios sumamente profundos. Este último dato es muy interesante, debido a que disminuye el peligro de trastornos en el pH de los líquidos circulatorios,

[illegible] en una zona diferente [illegible] y [illegible] cria'on bajo e[illegible] adiciones. [illegible] se [illegible] no coincidieron con los encontrados en [illegible]. [illegible] adjacer también [illegible] [illegible] mayor eficiencia. [illegible] [illegible] sayo, debido a la [illegible] es posible que [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] trolla y la [illegible] [illegible] factor que las reacciones [illegible] [illegible] del pasante [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

provocados por el rápido contacto del aire en los pulmones, cuando los animales respiran aceleradamente. Los individuos componentes del grupo Santa Gertrudis demostraron una variabilidad acentuada en sus comportamientos. Parte de este grupo tiene una fuerte tendencia a igualarse en su comportamiento a la raza Brahman, mientras que otros tienen reacciones que se comparan a las de las razas europeas. Esta variabilidad indica la posibilidad de formar linajes de Santa Gertrudis con una resistencia mayor al medio tropical, siempre que no se olviden los otros factores determinantes de la adaptabilidad a ese medio ambiente.

La gran diversidad en el comportamiento de una raza determinada representa un peligro cuando se escoge el número de animales que serán usados en un trabajo de esta naturaleza. Esta es una de las posibles fallas en este estudio donde se usó cuatro animales por raza.

En las diferencias de comportamiento entre terneras Santa Gertrudis y Brahman deben aclararse algunos puntos, donde en parte, se explican las mismas.

Bajo el mismo régimen de alimentación, los animales Santa Gertrudis presentan siempre un mejor estado de gordura, debido a que en su formación entra una dosis grande de sangre Shorthorn, que les confiere una mayor tendencia al engorde. Esta tendencia en la práctica es de valor inestimable, pero parece contribuir de manera desfavorable en el comportamiento de los animales ante el calor. Asker y otros (1), utilizando el método de Rhoad (36) para determinar los coeficientes de tolerancia al calor, encontraron que, los terneros búfalos en un estado mayor de gordura provocada por una alimentación rica, se encontraron en situación

inferior cuando se compararon a un grupo testigo.

De acuerdo con otros estudios (3, 40), otro factor importante es el más bajo metabolismo del ganado Brahman comparado con otras razas, que se refleja en una menor producción interna de calor. Se ignora actualmente si este menor metabolismo explica todas las diferencias entre el ganado cebú y el europeo.

Brody (3) cita también como factor favorable la mayor disipación del calor, a una mayor superficie de área por unidad de peso, que tiene el ganado Brahman en comparación con las razas europeas. Sin embargo, McDowell y sus colaboradores, trabajando con animales Jersey y ($F_1$) Red-Sindhi x Jersey, no encontraron relación entre el peso y la superficie del cuerpo(21).

Desde el punto de vista de color, la raza Brahman sigue manteniendo una situación superior, debido a que su pelaje gris claro tiene mucho más capacidad de irradiación de calor que el pelaje rojo cereza del Santa Gertrudis (35a).

El estado nervioso de los animales cuando fueron introducidos en la cámara climática, fué más acentuado en el grupo Santa Gertrudis que en el Brahman. En esta última raza era más fácil tomar las lecturas de temperatura corporal y movimientos respiratorios y esto en parte, puede contribuir a un mejor comportamiento.

Siendo las enfermedades y parásitos factores determinantes de orden indirecto en la tolerancia al calor, la raza Santa Gertrudis, con una resistencia mucho menor que la Brahman, continúa en situación desfavorable. Este es un factor de suma importancia en la zona tropical,

inferior grado se convierten en [illegible].

De acuerdo con otros estudios (1, [illegible]), cerca [illegible] no se el más [illegible] no del [illegible] que se relaja en [illegible] productor [illegible] color. [illegible] el grado cedió y el [illegible].

Brown (1) cita [illegible] color [illegible] del calor a una [illegible] el grado [illegible] Wall y [illegible] Wad-Hindi x Jersey, [illegible] fície del [illegible] (22).

Desde el punto de vista de [illegible] de una alimentación [illegible] de una alimentación [illegible] de la [illegible] del Santa Gertrudis (24).

[illegible] estado nutricional [illegible] en la época [illegible] en el [illegible] la temperatura corporal [illegible] pueden contribuir a [illegible].

Siendo las [illegible] y [illegible] dan lugar en [illegible] en [illegible] relativamente [illegible] fecundado. [illegible] es un factor de [illegible] en [illegible].

donde prevalecen en forma considerable los tórsalos, garrapatas, parásitos intestinales y pulmonares, anaplasmosis, piroplasmosis, etc.

El aumento de edad de 6 meses a 1 año contribuye favorablemente en el comportamiento de estas dos razas en cuanto a los movimientos respiratorios y la temperatura corporal. Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos en trabajos anteriores (1, 8, 22, 23). La raza Santa Gertrudis fué más favorecida que la Brahman, pues sufrió descensos más acentuados en sus valores de temperatura rectal y movimientos respiratorios de una edad a otra. Paralelamente a la edad, un punto importante a considerar es la influencia del estado de nutrición. Aunque se utilizaron los mismos animales de un experimento a otro, el régimen alimenticio fué completamente distinto en las dos edades. En la primera fase del trabajo los animales estaban mamando, y por consiguiente, se encontraban recibiendo una alimentación rica en calorías. En la segunda fase habían sido destetados y estaban a un régimen exclusivamente de pastos. Basándose en este punto, se pueden valorar las diferencias en el estado físico general de una edad a otra, principalmente si se toma en consideración el bajo valor nutritivo de los pastos en las zonas tropicales.

Aunque las terneras Santa Gertrusis presentan un comportamiento inferior a las Brahman cuando son sometidas a condiciones extremas de calor y humedad, sus aumentos de peso bajo las mismas condiciones de alimentación fueron un poco más elevados. En el inicio de este trabajo las becerras Brahman pesaban en promedio 147 kilos y las Santa Gertrudis 186 kilos, estando ambas alrededor de 6 meses de edad.

[illegible]

A los 20 meses las novillas Santa Gertrudis y Brahman pesaban 310 y 283 kilos, respectivamente. Cartwright (4) encontró aumentos de peso favorables al ($F_1$) Brahman x Hereford durante los meses calurosos en los Estados Unidos, en comparación con Brahman y Hereford de pura sangre, aunque bajo condiciones extremas artificiales su comportamiento ocupara una posición intermedia. Como se dijo anteriormente, el número de animales y la edad talvés sean factores limitantes para predicciones de gran magnitud, pero este dato no deja de constituir una información interesante. Algunos autores han sobreestimado el valor de la tolerancia de los bovinos al calor y la humedad. En la práctica, donde se buscan otras condiciones, se determina el valor del animal por su capacidad de producción; la temperatura corporal y los movimientos respiratorios pasan a tener una importancia secundaria, si este animal es capaz de responder económicamente. Debe hacerse una salvedad: este dato no resta méritos a la raza Brahman, puesto que, si se toman en consideración otros factores, tales como la resistencia a los parásitos y enfermedades, prolijidad, productividad, etc. esta raza está en una posición superior y es la más indicada para producir más por unidad de área, en zonas tropicales.

En la comparación entre novillas de las razas Brahman, Santa Gertrudis, Criollas, ($F_2$) Brown Swiss x Red-Sindhi, Holstein, Guernesey, Ayrshire, y Jersey, los resultados encontrados difieren de los que cita la literatura revisada. Hay que considerar algunos puntos que en parte justifican esta discordancia.

La misma consistencia no es mantenida para los valores promedios

[illegible]

de raza si se consideran movimientos respiratorios y temperatura rectal en observaciones diurnas y nocturnas, separadamente. Hay que comenzar por establecer las diferencias existentes entre la raza Brahman y las demás, partiendo del principio de que la Brahman ha mantenido mejor comportamiento a alta temperatura y humedad que las otras razas. Tanto en observaciones diurnas como nocturnas, la raza Brahman se mantiene con valores menos elevados que las demás, en cuanto a movimientos respiratorios. En cambio, para temperatura corporal, la raza Brahman fué superada por la raza Guernesey, en observaciones diurnas y por las razas Criollas y ($F_2$) Swiss-Sindhi, en observaciones nocturnas. Si se parte del punto de vista expresado por Asker y otros (1), de que a menor estado de gordura hay un mejor comportamiento, hay que reconocer en parte la superioridad de la raza Guernesey en observaciones diurnas, pues los estados físicos entre esta raza y la Brahman no son comparables estando ambas bajo condiciones de potreros tropicales. Con relación a la superioridad de las razas Criollas y ($F_2$) Swiss x Sindhi, el problema se torna distinto, puesto que el estado de gordura de los animales era perfectamente comparable y con un poco de desventaja para la Brahman. Estos resultados están en desacuerdo con los trabajos de Rhoad (37), Mullick y Kehar (28), Cartwright (4). Según Houssay y otros (11), a la evaporación cutánea y pulmonar se le atribuye más o menos 30% del calor expelido. Teniendo en cuenta que los movimientos respiratorios fueron mucho más elevados en las novillas Criollas y ($F_2$) Swiss x Sindhi que en las Brahman, se puede admitir la superioridad de esas dos razas en cuanto a temperatura corporal en observaciones

[illegible]

nocturnas. Se puede también admitir que las razas Criollas y ($F_2$) Swiss x Sindhi son en realidad indicadas para una mejor adaptabilidad al calor. Una prueba más crítica del comportamiento de la raza Brahman contra las Criollas y ($F_2$) Swiss x Sindhi, podría ser obtenida si se elevase un poco más el valor del bulbo húmedo en este trabajo. Así las posibilidades de pérdida de calor por las vías respiratorias serían reducidas, pues ella depende de la cantidad de humedad que contiene el aire inspirado.

Las razas Santa Gertrudis, Criolla y ($F_2$) Swiss x Sindhi, no se mantienen consistentemente superiores a las razas europeas. Estas dos últimas razas son superadas en movimientos respiratorios, por la raza Holstein, que presenta valores menos elevados en observaciones diurnas. Sin embargo, los valores de temperatura corporal para la raza Holstein, son mucho más elevados comparados con los de las otras dos. Esto es una indicación de la importancia del aumento de los movimientos respiratorios como disipador del exceso de calor, aunque habría que considerar los efectos nocivos que de esto podrían sobrevenir.

Las razas Ayrshire y Jersey muestran valores superiores a todas las demás, para movimientos respiratorios y temperatura corporal. Siendo estos animales obtenidos de zonas más frías, hay una indicación de las diferencias en los ajustes fisiológicos existentes en los animales de acuerdo con el medio en que han vivido. La comparación entre las razas Ayrshire y Jersey, tanto en movimientos respiratorios como en temperatura corporal, mostraron valores inferiores para la

[illegible]

[illegible]

Jersey, confirmando la superioridad de éstas sobre las demás razas europeas cuando probadas bajo las mismas condiciones.

Los valores encontrados para movimientos respiratorios y temperatura corporal son más elevados en observaciones nocturnas. Debido a que en los trópicos los bovinos pastorean más activamente al caer la tarde, este fenómeno es explicable. En observaciones nocturnas, los animales se encuentran con el metabolismo más intenso debido a mayor ingestión de alimentos y por consiguiente, con una mayor producción interna de calor. En parte, como una confirmación de esto se notó una frecuencia acentuada de rumia en estas horas, inclusive a altos grados de temperatura y humedad.

Los resultados encontrados en esta parte del estudio, son más una contribución afirmativa de que el buen comportamiento para la alta temperatura y humedad, no son suficientes para que se tomen como norma en la escogencia de bovinos adaptados al clima tropical. En los trópicos, paralelamente a los efectos directos del clima, hay que considerar una serie de problemas distintos de orden indirecto, que talvés sean de importancia más primordial. Entre estos problemas, surgen en primer lugar, por su importancia, la resistencia al efecto devastador de enfermedades y parásitos, así como la buena capacidad de asimilación para forrajes ásperos y de baja digestibilidad.

Con esto no se está menospreciando el valor del comportamiento de los bovinos a los componentes directos del clima, pero de nada servirá el estudio de esos solos factores, si paralelamente a ellos no se estudiaren otros factores que actúan en el fracaso de determinadas razas de

[illegible]

[illegible]

bovinos en los trópicos. Como se dijo anteriormente, no hay una mejor indicación del comportamiento de bovinos a un determinado medio, que la capacidad de producir. La fertilidad, las ganancias en peso, la mayor producción de leche, son los mejores índices de adaptabilidad de una raza. Estos aspectos son el resultado final de todas las influencias directas o indirectas que el clima y otros factores pueden determinar.

## SUMARIO Y CONCLUSIONES

El presente trabajo comprendió la realización de 2 experimentos para determinar los efectos de la alta temperatura y de la humedad sobre diferentes razas de bovinos. El primero se refiere al comportamiento de becerras Santa Gertrudis y Brahman, lechales y destetadas. El segundo es un estudio comparativo entre novillas de las razas Brahman, Santa Gertrudis, Criollas, ($F_2$) Brown-Swiss x Red-Sindhi, Holstein, Guernesey, Ayrshire y Jersey. Los resultados fueron obtenidos en pruebas de corta duración por 6 horas consecutivas, bajo dos atmósferas distintas: la primera a 105°F (40,5°C) con un bulbo húmedo de 85°F (29,4°C) ó 25,5 mm. Hg. de presión de vapor; la segunda a 75°F (25°C) y bulbo húmedo de 65°F (18,3°C) ó 13 mm. Hg de presión de vapor. Fueron empleados 4 animales representativos de cada raza y para cada atmósfera usada se hicieron 4 repeticiones.

Los resultados y conclusiones de este trabajo pueden resumirse en la siguiente forma:

Primer experimento

a) Diferencias significativas fueron encontradas entre becerras Santa Gertrudis y Brahman en cuanto a movimientos respiratorios y temperatura corporal, tanto lechales cuanto como destetadas.

b) El aumento de edad en ambas razas ocasionó un mejor comportamiento bajo las condiciones prevalecientes en este experimento. En este caso, el aumento de edad se confunde con el estado de nutrición.

c) La raza Santa Gertrudis se benefició más que la raza Brahman con el aumento de edad, pues sufrió descensos más acentuados en sus

valores de movimientos respiratorios y temperatura corporal.

d) Los promedios de movimientos respiratorios (expresados en total por minuto) son: para Santa Gertrudis (lechales: 102,5; destetadas: 71); para Brahman (lechales:61; destetadas: 53,5). Los promedios de temperatura corporal (expresada en grados centígrados) son: para Santa Gertrudis (lechales: 39,69; destetadas: 39,31); para Brahman (lechales: 39,19; destetadas: 39,16).

e) Aunque la raza Santa Gertrudis presentó condiciones inferiores a las de la Brahman en cuanto a movimientos respiratorios y temperatura corporal, bajo las mismas condiciones de alimentación tuvo mejores ganancias de peso. En el inicio de este trabajo las becerras Brahman pesaban en promedio 147 kilos y las Santa Gertrudis 186 kilos, estando ambas alrededor de 6 meses de edad. Con aproximadamente 20 meses las becerras Santa Gertrudis y Brahman pesaban 310 y 283 kilos, respectivamente.

Segundo experimento

a) Fueron encontradas diferencias altamente significativas entre novillas de las razas Brahman, Santa Gertrudis, Criollas, ($F_2$) Brown-Swiss x Red-Sindhi, Holstein, Guernesey, Ayrshire y Jersey, tanto en los movimientos respiratorios como en la temperatura rectal, en observaciones diurnas y nocturnas, separadamente.

b) Los promedios de temperatura rectal fueron siempre más altos en las observaciones nocturnas. Igual sucede para movimientos respiratorios con excepción de las Criollas y ($F_2$) Brown-Swiss x Red-Sindhi

que se presentan con valores más elevados en observaciones diurnas. Los aumentos experimentados por los animales al pasar del ambiente normal al artificial para los movimientos respiratorios y temperatura rectal fueron mucho más elevados durante la noche que en el día.

c) La raza Brahman, considerada como la de mejor comportamiento ante la alta temperatura y la humedad, bajo las condiciones empleadas en este estudio, no mantuvo la misma supremacía respecto a la temperatura rectal. Fué superada en observaciones diurnas por la raza Guernesey y en observaciones nocturnas, por las Criollas y ($F_2$) Brown-Swiss x Red-Sindhi. Estas diferencias no son significativas.

d) En observaciones diurnas los promedios de movimientos respiratorios (expresados en total por minuto) y de temperatura rectal (expresada en grados centígrados), respectivamente, fueron de: 53,5 y 39,16 para Brahman; 71 y 39,31 para Santa Gertrudis; 88 y 39,22 para Criollas; 91 y 39,27 para ($F_2$) Brown-Swiss x Red-Sindhi; 80 y 39,31 para Holstein; 75 y 39,02 para Guernesey; 103 y 39,81 para Ayrshire; 95, y 39,58 para Jersey.

Por el contrario en observaciones nocturnas, los promedios fueron; respectivamente, de: 62 y 39,43 para Brahman; 77 y 39,47 para Santa Gertrudis; 87 y 39,22 para Criollas; 87 y 39,31 para ($F_2$) Brown-Swiss x Red-Sindhi; 88 y 39,66 para Holstein; 100 y 39,48 para Guernesey; 107 y 40,29 para Ayrshire; 95 y 39,66 para Jersey.

e) Basado en los contrastes ortogonales, las razas Santa Gertrudis, Criollas y ($F_2$) Brown-Swiss x Red-Sindhi están, aproximadamente, en igualdad de condiciones para resistir a la alta temperatura y humedad.

Las diferencias entre estas razas sólo fué significativa para temperatura rectal en observaciones nocturnas.

f) El medio en que son criados los animales es de importancia decisiva como determinante de sus reacciones a la alta temperatura y humedad. No es posible una clasificación exacta de razas de acuerdo con su resistencia, si las diferencias adquiridas previamente no son eliminadas. En el presente estudio sería prematuro intentar esa clasificación.

g) El estudio aislado de la resistencia a la alta temperatura y humedad en cámara climática, es incompleto para poder predecir la adaptabilidad de una determinada raza al medio tropical. La experiencia del campo ha indicado que en la cría de bovinos en el trópico hay una serie de factores que determinan su adaptabilidad, tales como resistencia a parásitos y enfermedades, habilidad para utilizar ciertos forrajes, etc.; los que son de igual o mayor importancia que los factores que se pueden estudiar en una cámara climática.

## SUMMARY AND CONCLUSIONS

The present work reports the results of two experiments to determine the effect of high temperature and high humidity on various breeds of cattle. The first experiment refers to the behavior of Santa Gertrudis and Brahman heifer calves both before and after weaning. The second experiment involved heifers of a year of age of the following breeds: Brahman, Santa Gertrudis, Criollas, ($F_2$) Brown-Swiss x Red-Sindhi, Holstein, Guernesey, Ayrshire and Jersey. Four heifers per breed were used. The readings for adaptability were taken in short time tests in a climatological chamber using exposures of six hours to two different atmospheres: one called a "stress - atmosphere" of 105°F (40.5°C) with a wet bulb reading of 85°F (29.4°C) or 25.5 mm. Hg vapor pressure; and one called a "normal Turrialba" atmosphere at 75°F (25°C) with a wet bulb reading of 65°F (18.3°C) or 13 mm. Hg vapor pressure.

The results and conclusions are briefly as follows:

First Trial

a) Significant differences were found between Brahman and Santa Gertrudis heifers, both before and after weaning, as judged by their rectal temperatures and respiratory rates.

b) The increase in age confounded with changes in nutritional level, from pre-weaning to post weaning readings, had beneficial effects upon the behavior of the heifers.

c) At increased ages, the Santa Gertrudis breed was benefited more than the Brahman in respect to ability to keep respiratory movements and body temperature low under the tests.

d) The averages for respiratory movements (total per minute) were: for Santa Gertrudis (before weaning: 102.5; weaned: 71); for Brahman (before weaning: 61; weaned 53.5). The averages for rectal temperature (in degrees centigrade) were: for Santa Gertrudis (before weaning: 39.69; weaned: 39.31); for Brahman (before weaning: 39.19; weaned: 39.16).

e) During the period of duration of the trials, while the Santa Gertrudis breed showed lower adaptability than the Brahman to the test atmospheres, the increases in weight or rate of growth favored the first breed. At the start of the work the Brahmans weighed an average of 147 Kgs. and the Santa Gertrudis 186 Kgs., both at approximately six months of age. At the age of 20 months their respective weights were 283 and 310 Kgs.

Second Trial

a) Under the ambients described, highly significant differences were found between the behavior of heifers of the eight breeds studied for respiratory movements and body temperature.

b) The averages for body temperature were always higher during nightime observations. The same occurred for respiratory movements, except in the case of Criollas and ($F_2$) Swiss x Sindhi which had higher respiratory rates in daytime. The increases in respiratory rate and body temperature in the change from "Turrialba" to "stress-atmosphere" were much more pronounced in the case of night tests.

c) Unspected results were found when the Brahman heifers which maintened lower rates of respiration under all conditions failed to

maintain superiority in body temperature in the daytime against the Guernesey breed and in nightime were against the Criollas and the Swiss x Sindhi. These differences were not significant.

d) In the daytime observations the averages for respiratory rate (total per minute) and rectal temperature (in degrees centigrade) were: 53.5 and 39.16 for Brahman; 71 and 39.31 for Santa Gertrudis; 88 and 39.22 for Criollas; 91 and 39.27 for ($F_2$) Brown-Swiss x Red-Sindhi; 80 and 39.31 for Holstein; 75 and 39.02 for Guernesey; 103 and 39.81 for Ayrshire; 95 and 39.58 for Jersey. On the other hand, in nightime observations the corresponding averages were: 63 and 39.43 for Brahman; 77 and 39.47 for Santa Gertrudis; 87 and 39.22 for Criollas; 87 and 39.31 for ($F_2$) Brown-Swiss x Red-Sindhi; 88 and 39.66 for Holstein; 100 and 39.48 for Guernesey; 107 and 40.29 for Ayrshire; 95 and 39.66 for Jersey.

e) A study of orthogonal comparisons of values obtained for the Criollas, Santa Gertrudis and ($F_2$) Swiss x Sindhi would place these three breeds in about the same level of resistance to heat and high humidity. Differences between them were significant only for body temperature in nightime readings.

f) A consideration of the previous history of the heifers before the trial as well as their physical condition at the time of the experiments, would indicate that these factors are of extreme importance and no strict ratings of the breeds could be given unless these differences in upbringing could be obliterated or corrected for. Such a final rating cannot be made from the present study.

g) Any rating of resistance to tropical environments based only on performance in a climatic chamber would be considered inadequate, since field experience in the handling of these breeds in the tropics point to a multiplicity of factors, which determine adaptability such as, resistance to parasites, grazing ability, as being of equal or greater practical importance than the factors which can be studied in a climatic chamber.