

## UN METODO PARA EXAMINAR LAS DIFERENCIAS GENETICAS EN LA ADAPTABILIDAD DE LOS GANADOS A CLIMAS TROPICALES Y SUBTROPICALES

Por **ALBERT O. RHOAD**

Departamento de Agricultura  
de los EE. UU. Jeanerette, La.

(Traducción de María Teresa García  
de León).

Los métodos de aparear que emplean los criadores progresistas para establecer tipos especiales de ganados, han sido estudiados, analizados y clasificados según los conceptos genéticos modernos, con lo cual se facilita enormemente la preparación de proyectos para el mejoramiento de las razas. Simultáneamente, por medio del estudio de las necesidades de estos animales, para energía, nutrición, minerales y vitaminas, se han desarrollado métodos y fórmulas alimenticias que satisfacen, dentro de relativos pequeños errores, las necesidades nutritivas del ganado.

Por consiguiente, puede considerarse oportuno decir, que la presente forma equilibrada, y la alta eficiencia de muchas razas, son los resultados de cría científica, alimentación científica, y control científico de las enfermedades. Sin embargo, cuando se desea introducir una raza a un nuevo medio, la selección se hace, a lo mejor, sobre las bases de comparación de las más evidentes condiciones etiológicas, bajo las cuales se formó dicha raza, con las condiciones prevalentes, donde se va a situar. Frecuentemente se daba muy poca consideración al medio de su lugar de origen. En cualquiera de los dos casos, la prueba de la adaptabilidad de una casta al nuevo medio, ha sido a base de ensayo y error.

Esto ha sido especialmente cierto en las Américas, donde el ganado, casi sin excepción, es originario de otros continentes, y el sistema de ensayo y error, viene usándose por muchos siglos, acomodando clases y razas, a varios medios físicos y climáticos, terrenos nutritivos, y estructuras económicas. Aun cuando estancado en el proceso de ajuste y adaptación, ya se anota en las Américas una distribución de tipos y razas domésticas a medida que sus áreas de mayor conveniencia van siendo más definidas, según lo observó Hammond.

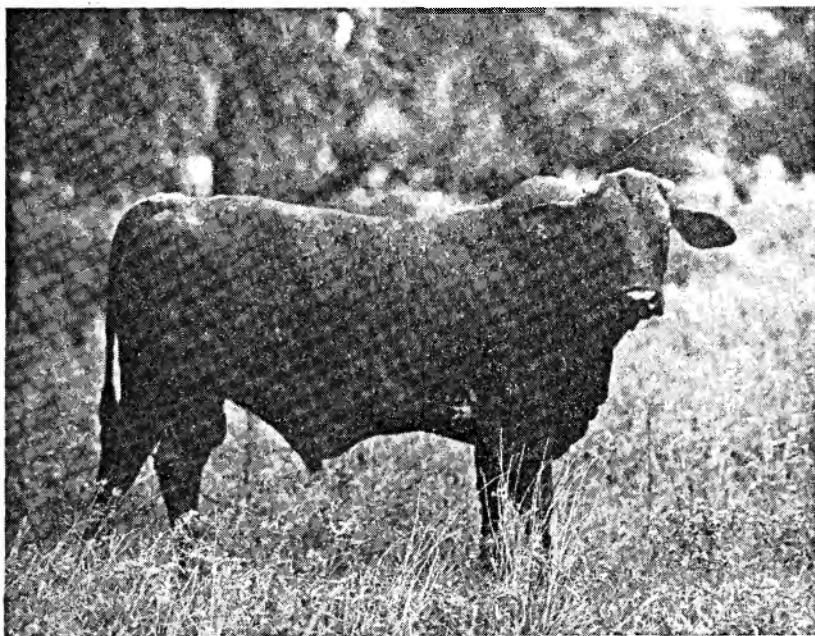
En las zonas tropicales y subtropicales, la utilidad de crías mejoradas queda limitada en gran parte por su capacidad, para resistir los mortíferos efectos de un clima tropical. Que las altas temperaturas atmosféricas, un factor de clima tropical, afectan la fisiología y por consiguiente las funciones del ganado, ha sido demostrado por Regan y Richardson. Estos investigadores han demostrado que temperaturas superiores a 70° f., no sólo reducen la producción de leche, sino que cambian materialmente la composición química de la leche, haciéndola menos apropiada para el consumo. Estos autores también reportan una diferencia de cría entre el ganado Europeo para resistir altas temperaturas externas. Que hay una diferencia en

especies en el efecto de altas temperaturas externas, ha sido demostrado por Rhoad en el Brasil. Temperaturas externas superiores a 23<sup>o</sup>, aumentan grandemente el metabolismo del ganado europeo, y apenas levemente el del Brahman (Zebú).

Sin embargo, el estudio aislado de un factor no es suficiente, porque un animal responde a la tota-

tencia a altas temperaturas y radiación solar intensa, separadamente o en combinación, indica dominio parcial en la generación F, cuando se han cruzado Brahman (Zebú) y ganados europeos.

En vista de los varios ensayos que se están haciendo para desarrollar nuevas castas, por medio de cruces, en los cuales su adap-



**Ejemplar media sangre Cebú-Aberdeen-Angus, de la Estación Experimental de Jeanerette Louisiana (Estados Unidos).**

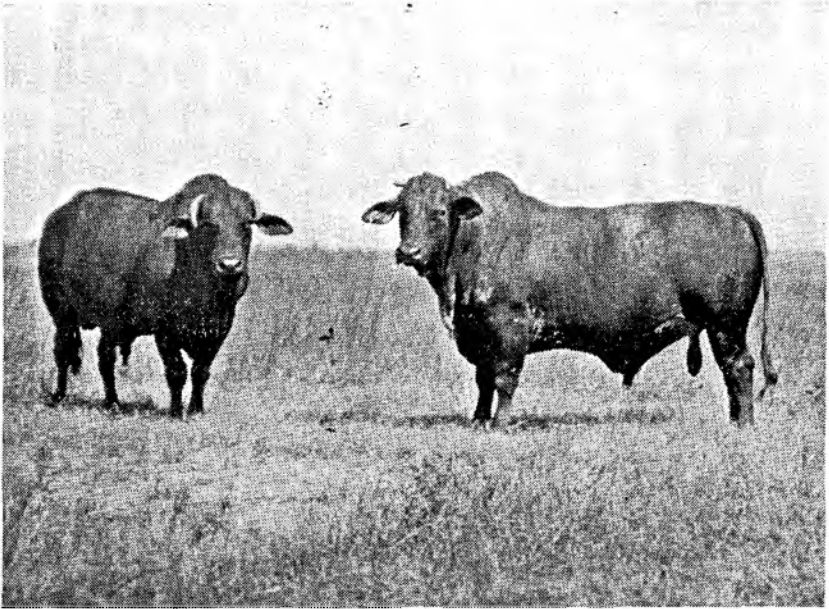
lidad del complejo de factores inter-relacionados del medio. A este respecto Ritzman y Benedict (4) han mostrado que durante el período de incremento de estímulo de tejidos, que coincide con los meses de verano, el metabolismo basal del ganado lechero o de carne, aumenta visiblemente durante los meses de otoño e invierno. Ellos asocian esto con las altas temperaturas y el aumento de radiación solar, durante los meses de verano. Rhoad ha demostrado que la resis-

tabilidad a un clima tropical es tan importante como su capacidad lechera y la producción superior de carne, cualquier instrumento de experimentación que pueda idearse para medir la adaptabilidad de los sementales, y las razas que resulten de los cruces, a estos medios, debería tener su sitio en el programa de experimentación de crías, puesto que eliminaría gran parte de la larga espera que requiere el sistema de ensayo y error para determinar la adaptabilidad.

Tal instrumento se ha encontrado en el Laboratorio de Metabolismo. La medida del consumo de agua y la absorción del calor según la influencia de los factores externos, ofrece un medio práctico de reconocimiento.

Reconociendo la importancia del consumo de agua en la distribución

adaptable a las condiciones subtropicales de los valles de la región de la costa del Golfo. En Jeanerette se han desarrollado programas de cruces usando Guzerat-Brahman con Aberdeen Angus. También se sigue un programa de cría de ganado "Santa Gertrudis", que es un cruce de Brahman y Shorthorn, desarrollado en el sureste de Texas.



**Ejemplares media sangre Cebú-Aberdeen Angus de la Estación Experimental de Jeanerette-Louisiana (Estados Unidos).**

geográfica de la fauna, y basándose en los factores conocidos de absorción del calor, en el verano de 1938 se iniciaron experimentos para encontrar una prueba práctica que midiera, bajo las condiciones de un Laboratorio de campaña, la eficiencia relativa de consumo de agua y absorción del calor entre los tipos genéticos de ganado.

Estos experimentos se hicieron en la Iberia Libestock Farm, en Jeanerette, Louisiana, donde el Departamento de Agricultura de Estados Unidos está desarrollando varias castas de ganado de ceba

### **Materiales y métodos**

Los animales usados en el estudio fueron sacados al acaso del lote de ganado de ceba de Iberia Libestock Experiment Farm. Se escogió una vaca adulta, a media ceba, de entre cada grupo genético disponible del cruce Angus-Brahman. Estas eran una Aberdeen Angus de pura sangre, una de  $\frac{1}{4}$  Angus-Brahman ( $\frac{3}{4}$  Angus  $\frac{1}{4}$  Brahman), una de media sangre Angus-Brahman y una de pura sangre Brahman. (El animal de pura sangre Brahman, perteneció a la Universidad del Estado de Louisiana).

Los animales del experimento se pusieron en potreros separados, con abundante pasto. Para sombra y abrigo, había un cobertizo sencillo, abierto en la parte sur, y con ventanas en todos los otros lados. Este cobertizo servía a la vez de laboratorio.

Con el fin de que las pruebas pudieran hacerse en las condiciones de laboratorio de campaña, se modificaron los complejos sistemas para determinar la cantidad de agua consumida, y absorción de calor del ganado que siguen en los laboratorios de metabolismo, de modo que midiera la relativa eficiencia de los varios tipos genéticos.

Durante el período de 1938 los ensayos consistían en: 1) Observación de la rata de respiración, como índice de la rata de vaporización de agua por los pulmones; 2) Determinación de la transpiración de agua por ciertas áreas de la piel como índice de la rata de vaporización de la humedad de la piel; 3) Determinación de la concentración de nitrógeno en la orina, como índice del gasto de agua por los riñones; 4) Determinación de la humedad contenida en las heces, como índice del gasto de agua por el excremento; y 5) Toma de temperaturas rectales como índice de la eficiencia en la disposición del calor.

En 1938 se hicieron los ensayos en varias épocas durante los meses de julio, agosto, septiembre y octubre en toda clase de condiciones climáticas, aun cuando se hizo un esfuerzo, con el fin de seleccionar solamente días de tiempo calzado. Las pruebas se hicieron a la sombra y al sol. Cuando se iba a hacer las observaciones a la sombra, los animales se llevaban al cobertizo poco después de la salida del sol, y se ataban en sus respectivos sitios. Cuando se hacían las observaciones al sol, se retiraba el ga-

nado a unos doce pies del cobertizo y se ataba a los postes que formaban la cerca del potrero; la duración de las observaciones era de una a 10½ horas, con un promedio de tres horas; se les dejaba estar echados o parados, y siempre tenían agua a la temperatura de la atmósfera.

Para obtener la rata de respiración, se observaban los movimientos de los flancos, tomando el tiempo por reloj. Mientras se hacían las observaciones sobre respiración, se les ponía el termómetro clínico en el recto, para saber la temperatura del cuerpo. Tanto la respiración como la temperatura se tomaban cada hora a cada animal, durante los períodos de observación. También se tomaba cada media hora la temperatura atmosférica, y la humedad relativa. La transpiración de agua por la piel se determinaba por el método Freeborn, Regan y Berry (6) usando platillos Petri invertidos, a cuyos fondos se les adherían secantes impregnados de cloruro de calcio. En este estudio se colocaban dos platillos de 10 cm. sobre secciones a las cuales se les había cortado el pelo, uno en la región trasera y otro sobre las costillas, y sujetados con un arnés, se tomaba el apunte de la humedad del área debajo de los platillos en una hora. La concentración de nitrógeno en la orina, se determinaba por el método hipobromito. Cepillando suavemente alrededor de la vulva del animal en observación, se iniciaba un reflejo que vaciaba la vejiga, permitiendo así la recogida de la orina de cada animal a intervalos regulares durante los períodos de ensayo. La humedad del excremento se determinaba secando muestras de 150 gm. en un horno, hasta conseguir un peso uniforme.

Los datos se compilaban de acuerdo con el método Fiher para analizar las variaciones.

## R E S U L T A D O S

### RESPIRACIONES POR MINUTO

**CUADRO 1.**—Rata media de respiraciones en varias temperaturas a la sombra con los animales en estudio a la sombra. (Respiraciones por minuto).

Temp. F. Sombra	Angus Puros	$\frac{3}{4}$ Angus $\frac{1}{4}$ Brah.	$\frac{1}{2}$ Angus $\frac{1}{2}$ Brah.	Brahman Puro	Total df.	Valor F.
86-95	88.9	88.0	44.8	32.7	175	244.5
76-85	67.6	44.4	31.8	25.5	303	263.0
66-75	50.3	28.4	26.7	22.3	163	22.5
56-65	34.0	23.5	20.8	19.1	67	13.9
46-55	20.2	15.3	11.6	12.7	43	3.8

Dentro de cada uno de los grupos genéticos hay un aumento regular en la rata de respiraciones, desde la más baja hasta la más alta temperatura a la sombra. La rata de aumento es mayor en los Aberdeen Angus de pura sangre y la menor rata es la de los Brahman puros. Entre los grupos genéticos, los valores F. indican que las diferen-

cias son altamente significativas en las temperaturas superiores a 60 F. En el grupo de 5) P, las diferencias son de importancia dentro de un 5% de probabilidades al acaso.

Hasta que punto influye en la respiración la acción directa de los rayos solares sobre el animal, se muestra en el cuadro 2.

**CUADRO 2.**—Rata media de respiraciones a Temperaturas en la sombra con las vacas guardadas a la sombra y también al sol. (Por minuto).

Temp. F. Sombra	Vacas en	Angus Puros	$\frac{3}{4}$ Angus $\frac{1}{4}$ Brah	$\frac{1}{2}$ Angus $\frac{1}{2}$ Brah.	Brahman Puros	Total df.	Valor F.
86-95	Sol	102.2	105.4	55.1	36.8	299	183.9
	Sombra	88.9	88.0	44.8	32.7	175	244.5
76-85	Sol	88.3	74.2	37.1	28.7	75	61.4
	Sombra	67.6	44.4	31.8	25.5	303	263.0

Las mayores diferencias aparecen nuevamente entre los Aberdeen Angus y los de tres cuartos, y aun cuando las diferencias den-

tro de las  $\frac{1}{2}$  y la pura sangre Brahman son pequeñas, son de gran significación estadística. (Los valores F, 19.4 y 37.5, para media san-

gre y Brahman pura, respectivamente a 76-85 y 17.8 y 10.2 a 86-95 F).

El que las respiraciones por minuto de las vacas Aberdeen Angus no sobrepasara a las de las de  $\frac{3}{4}$ , estando al sol en el grupo de 90, se debió a la agitación, la que disminuía la rata de respiraciones, pero en cambio aumentaba la pro-

fundidad de la misma.

Kiebler y Regan (7) han demostrado que aumentando la temperatura del ambiente, con una respiración normal, se disminuye la profundidad de la respiración pero se aumenta la rata, permitiendo así una máxima vaporización de agua sin causar exceso de ventilación alveolar.

### RATA DE VAPORIZACION DE AGUA POR LA PIEL

CUADRO 3.—Peso medio del agua transpirada en una hora sobre un área combinada de dos platillos Petri de 10 cm., uno colocado atrás y otro sobre el lado del animal.

Sombra Temp. F.	Angus Puros	$\frac{3}{4}$ Angus $\frac{1}{4}$ Brah.	$\frac{1}{2}$ Angus $\frac{1}{2}$ Brah.	Brahman Puro	Total df.	Valores F.
86-95	96.5	111.6	183.4	176.2	91	20.79
76-85	79.5	87.6	129.7	112.4	99	6.54
66-75	55.0	50.5	75.2	35.6	31	12.24
46-65	31.0	33.3	33.1	28.5	23	2.06

Dentro de los cuatro tipos genéticos representados, hay un aumento regular y significativo en la cantidad de agua evaporada por la piel a medida que las temperaturas atmosféricas aumentan sobre las de la neutralidad térmica del ganado. Muy significativas son las diferencias en la transpiración media en el grupo de más de 70 F. En el grupo de menos de 70 F. el valor F. indica que no hay diferencia apreciable entre los tipos genéticos.

Los valores medios aumentan desde la media sangre Aberdeen Angus, hasta el más alto en los de media sangre Angus-Brahman. Los

valores medios del Brahman puro, aun cuando inferiores a los del de media sangre no indican menor capacidad de respiración sino que las temperaturas atmosféricas no eran suficientemente altas como para indicar su máxima capacidad. Esto es evidente en el hecho de que los más altos valores transpiratorios de los ítems individuales se presentó entre los animales Brahman. Esto era de esperarse en vista de los descubrimientos de Yamane y Ono (8), quienes han probado que las glándulas sebáceas de un Zebú Indio, adulto, son más numerosas (3.181 por cm. cuadrado) que en el ganado adulto (2.053 por cm. cuadrado) de origen Holandés.

## CONCENTRACION DE LA ORINA

CUADRO 4.—Valores medios de la concentración de Nitrógeno en la orina. (Por ciento).

Temp. F. Sombra	Angus Puros	$\frac{3}{4}$ Angus $\frac{1}{4}$ Brah.	$\frac{1}{2}$ Angus $\frac{1}{2}$ Brah.	Brahman Puros	Total df.	Valores F.
86-95	0.30	0.68	1.08	1.43	115	24.12
76-85	0.41	0.76	1.21	1.40	135	23.79
66-75	0.41	0.94	1.16	1.41	43	11.84
46-65	0.57	0.88	1.16	1.34	47	16.46

La concentración en los Aberdeen Angus de pura sangre y de  $\frac{3}{4}$  decrece, de la temperatura más templada a la más cálida, mientras que en los Brahman puros y de media sangre se conserva más o menos constante dentro de las temperaturas atmosféricas aquí estudiadas. La concentración en la ori-

na sigue en el orden de la cantidad de sangre Aberdeen Angus en los animales, encontrándose la menor concentración en los Aberdeen Angus, y la mayor en los Brahman puros. La pigmentación de la orina sigue el mismo orden; la de los Aberdeen Angus es menos intensa.

## PORCENTAJE DE HUMEDAD EN EL EXCREMENTO

CUADRO 5.—Valores medios del porcentaje de humedad en el excremento. (Por ciento).

Temp. F. Sombra	Angus Puros	$\frac{3}{4}$ Angus $\frac{1}{4}$ Brah.	$\frac{1}{2}$ Angus $\frac{1}{2}$ Brah.	Brahman Puros	Total df.	Valores F.
86-95	86.44	85.56	86.32	86.65	93	1.41
76-85	85.93	84.68	86.53	87.07	72	4.52
66-75	84.11	83.10	84.14	83.41	43	2.73
46-65	84.94	83.48	85.08	83.62	19	5.40

Entre los tipos genéticos, el valor F no muestra variación de importancia sino pequeñas diferencias en el porcentaje de humedad en el excremento en cada clase de temperatura.

Diferencias de importancia se observan dentro de cada grupo genético en porcentaje de humedad en el excremento arrojado a la temperatura atmosférica superior a 70° F. y entre la menor de 70° F.

**CUADRO 6.**—Valores medios del porcentaje de humedad en los excrementos arrojados a temperaturas atmosféricas superiores e inferiores a 70° F. (Por ciento).

Temp. F. Sombra	Angus Puros	$\frac{3}{4}$ Angus $\frac{1}{4}$ Brahman	$\frac{1}{2}$ Angus $\frac{1}{2}$ Brahman	Brahman Puros
Sobre 70	86.22	85.17	86.41	86.83
Bajo 70	84.35	83.22	84.43	83.48
Total df.	58	55	65	49
Valor F.	12.30	8.11	5.90	22.82

El ganadero ha observado la naturaleza más densa del excremento durante el tiempo frío, mientras el ganado está en potrero y no se le suministra alimento adicional.

#### TEMPERATURAS RECTALES

Tan importante como el suministro de agua en la adaptación del ganado a medios termales y la regulación de la temperatura del cuerpo, la vaporización de agua por los pulmones y la piel no cuenta sino en menos de 50 por ciento en la pérdida de calor por el vapor de agua invisible. En el grupo de neutralidad termal, la radiación y la conducción causan la mayor pérdida de calefacción. Como lo anotan Forbes y sus colaboradores (9),

el porcentaje de emisión de calor como calefacción invisible del vapor de agua aumenta con el aumento de temperaturas atmosféricas, y, al contrario el porcentaje de pérdida de calor por conducción y radiación disminuye con el aumento de la temperatura exterior.

Por consiguiente el estudio de las temperaturas del cuerpo indicarían la eficiencia de los efectos combinados de vaporización, radiación, y conducción en la regulación de la temperatura del cuerpo sobre la región de neutralidad termal. Por consiguiente, se tomaron las temperaturas rectales a cada uno de los tipos genéticos, como índice de su eficiencia en disponer de los excesos de calor corporal.

**CUADRO 7.**—Temperatura rectal media a varias temperaturas de sombra con los animales bajo observación guardados a la sombra.

Temp. Sombra	Angus Puros	$\frac{3}{4}$ Angus $\frac{1}{4}$ Brah.	$\frac{1}{2}$ Angus $\frac{1}{2}$ Brah.	Brahman Puros	Total df.	Valor F. filas)
86-95	102.8	101.9	100.9	101.0	175	116.75
76-85	101.7	101.0	101.0	101.0	303	31.92
66-75	100.4	100.7	100.6	100.7	163	4.75
56-65	99.9	100.8	100.6	100.1	67	10.73
46-55	99.7	101.0	100.5	99.2	43	5.43
Valor F. Columnas	101.51	31.68	12.69	52.00	....	....



A medida que las temperaturas atmosféricas suben de 50 se presenta un aumento notable en las temperaturas rectales de los tipos genéticos. Esto es más evidente en los Aberdeen Angus de pura sangre. La diferencia media entre la temperatura rectal y la temperatura atmosférica, dentro de los va-

rios tipos genéticos es muy significativa.

La exposición del animal a los rayos directos del sol causaba una sobrecarga en el proceso de disposición de calor, que se reflejaba en el aumento de la temperatura rectal de los animales tenidos al sol. La Tabla 8 explica mejor este asunto.

CUADRO 8.—Temperatura rectal media con las vacas en la sombra y en el sol (F).

Temp. Sombra	Vacas	Angus puros	¼ Brah. ¾ Angus	½ Angus ½ Brah.	Brah. puros	Total df.	Valor F.
86.95	Sol	104.0	103.4	101.8	101.3	299	128.88
	Sombra	102.8	101.9	100.9	101.0	175	116.57
Valor F. Columnas		8.11	72.35	142.23	22.66	....	....
76.85	Sol	102.4	101.9	101.1	101.1	75	25.24
	Sombra	101.7	101.4	101.0	101.0	303	31.92
Valor F. Columnas		14.68	19.81	3.67	2.45	....	....

Los valores F. indican que a más de 80° F. en la sombra los Aberdeen Angus de pura sangre sufrían influencia notable, mientras que los de media sangre y pura sangre Brahman no se afectaban con la exposición directa a los rayos solares. A 90° F., sin embargo, la temperatura del cuerpo de cada tipo genético se afectaba por la radia-

ción directa aun cuando la diferencia en los Brahman de media y de pura sangre es escasamente notoria. Lo cual se asegura o recalca en la figura 1 que muestra el curso de la temperatura del cuerdo de cada tipo genético en uno de los más severos ensayos en el experimento.

### CONCLUSIONES

Un método experimental para probar las diferencias genéticas en la adaptación del ganado a climas tropicales y sub-tropicales, consiste en el que se ha descrito.

Usando el método con Aberdeen Angus y Brahman y sus cruces, se

ha determinado que el Aberdeen Angus de tres cuartos y de pura sangre no se adaptan fisiológicamente a las altas temperaturas y radiaciones solares intensas, típicas de los climas tropicales. Esto lo demuestra el hecho de su incapaci-

dad de prevenir la condición febril que toman cuando se colocan en un medio ambiente tropical. Ahora, la eficiencia en la regulación de la temperatura del cuerpo que muestran los Brahman de media sangre y de pura sangre, en el mismo medio ambiente indican que las condiciones tropicales están dentro del alcance de neutralidad termal de este ganado, lo que indica que son adaptables fisiológicamente a un medio ambiente tropical.

Las diferencias en la reacción fisiológica de estos ganados a las

condiciones climatéricas son de origen genérico.

Como guía en la formación de un programa de crías en los cuales estos ganados toman parte, es evidente, según los cuadros 1 a 8 y la figura 1 que el segundo cruce de los Aberdeen Angus produciría un tipo genético muy poco adaptable a las condiciones tropicales. Tan poco, que tendrían que esperar varios años para determinar la adaptabilidad de los descendientes de éstos, lo cual sería una pérdida enorme de tiempo en la formación de una casta.

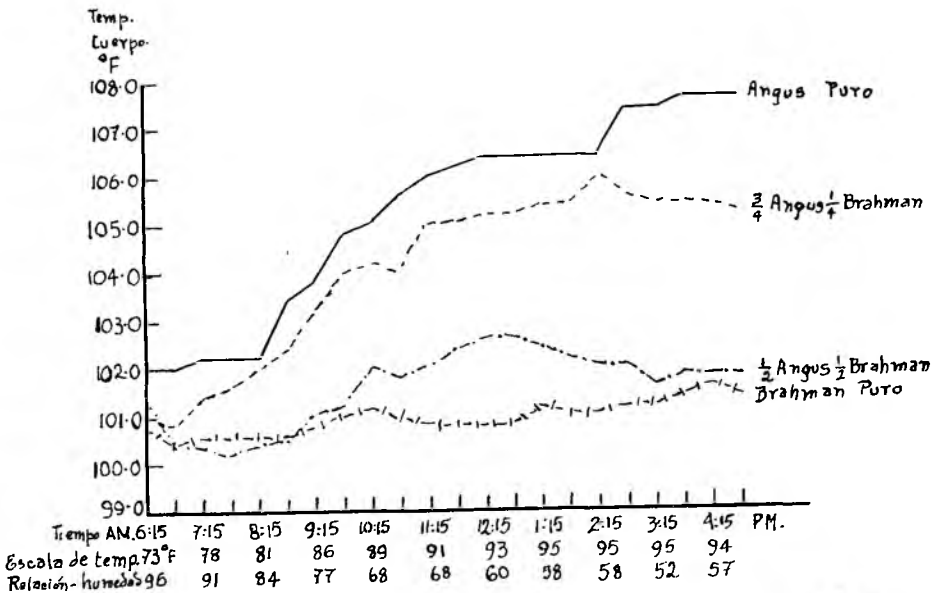


Fig. 1.- Curso de la temperatura del cuerpo en animales expuestos a los rayos directos del sol, en un claro y suave día de verano.- Jeanerette, La. Agosto 17, 1938.