



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN
EN CIENCIAS AGRICOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GANADERÍA**

**LA CONDUCTA DOMINANTE EN BOVINOS DE DOBLE
PROPOSITO Y SU INFLUENCIA EN ALGUNOS ASPECTOS
REPRODUCTIVOS**

M.C. ALEJANDRO ANGEL GÓMEZ DANÉS

T E S I S

**PRESENTADA COMO PREREQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

DOCTOR EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

2007

La presente tesis titulada **LA CONDUCTA DOMINANTE EN BOVINOS DE DOBLE PROPOSITO Y SU INFLUENCIA EN ASPECTOS REPRODUCTIVOS**. Realizada por el alumno **M.C. ALEJANDRO ANGEL GÓMEZ DANÉS**. Bajo la dirección del consejo particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**DOCTORADO EN CIENCIAS
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GANADERÍA**

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO

DRA. Ma ESTHER ORTEGA CERRILLA

ASESOR

DRA. Ma. TERESA SÁNCHEZ-TORRES ESQUEDA

ASESOR

DR. JOSÉ G. HERRERA HARO

ASESOR

DR. FRANCISCO GALINDO MALDONADO

ASESOR

DR. JOSÉ LUIS FIGUEROA VELASCO

Montecillo, Texcoco, Estado de México, junio del 2007

AGRADECIMIENTOS

Se reconoce el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y PROMEP por ser instituciones que se preocupan por la educación en México.

Al Colegio de Postgraduados por ser una institución líder en el país, y por todos los apoyos brindados en mi formación educativa.

Al Rector de la Universidad Autónoma de Nayarit M.C. Omar Wicab Gutierrez por su apoyo, al Dr. Clemente Lemus Flores, Secretario de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Nayarit por todo el apoyo dado en la investigación y finalización del doctorado.

M.C. Porfirio López Lugo, Secretario General del SPAUAN gracias por la confianza y el respaldo para concluir otro peldaño más en mi vida, al Diputado Luis Manuel Hernández Escobedo, gracias por confiar en mi y ser un buen amigo.

Agradezco al MVZ Pompilio Arteaga Noche Buena y al director actual M.C. Antonio Hernandez Ballesteros por las facilidades para utilizar las instalaciones de la unidad de carne de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nayarit y el soporte en la terminación del doctorado.

Al Dr. Carlos Galina por sus sabios consejos e información obsequiada.

Un agradecimiento especial a mi hermano de generación M.C. Venancio Orozco Rogero, por todos los consejos y ayuda prestada en la investigación, durante el doctorado y en la actualidad por siempre ser tan sincero conmigo.

A los Dr. Mario Cobos, Dr. Alfonso Hernández Garay, Dr. Jorge Pérez, Dr. José Luis Alcántara, Dr. Jaime Gallegos, Dra. Ma. Elena Suárez, Dr. Sergio González, gracias por sus consejos y enseñanzas.

A mi consejo particular:

A la Dra. Ma. Esther Ortega Cerrilla, que desde el principio me demostró su integridad y entereza, le agradezco todos los momentos buenos y malos, aprendí, espero contar algún día con su amistad.

Dra. Ma. Teresa Sánchez-Torres Esqueda, le agradezco sus enseñanzas, consejos y simpatía hacia mi persona luchare por conservarlo.

Dr. José G. Herrera Haro usted hizo posible una inquietud yo la concrete pero sin sus consejos, amistad y enseñanzas hubiera sido más difícil gracias y hasta siempre.

Dr. Francisco Galindo Maldonado, la etología era una inquietud, ahora con sus conocimientos y entusiasmo se vuelve una necesidad, gracias por los consejos, y enseñanzas espero trabajar algún proyecto conjunto.

Dr José Luís Figueroa Velasco por el apoyo brindado en la conclusión de este proyecto mi agradecimiento y respeto.

A mis sinodales:

Dr. Ricardo Barcena Gama, le agradezco la confianza que depósito en mi persona desde un inicio, su amistad, enseñanzas amenas así como sus consejos fueron útiles siempre.

Dr. Glafiro Torres, le agradezco su paciencia y confianza en espera de encontrarnos en otras ocasiones.

Dr. Adrian Quero, su humildad fue una cualidad que le admiraré siempre, el apoyo brindado durante el doctorado se lo agradeceré invariablemente.

To all my brothers and sisters of ethology and nutrition **Thanks**.

A los MVZ Sergio Felipe Rivas Cortes, Rosendo Alberto Sillas Burgueño y Jacob Méndez Ortega, por la ayuda prestada durante la investigación muchas gracias ahora hasta somos cuates.

A mi generación los Pitufos, Ricardo Nava, Dr. Carlos Morales, Victor Narváez, Dr. Marcos Sato, M.C. Gerardo Gonzales, M.C. José Luís Baéz, M.C. Josué Ali, M.C. Martín Romero, M.C. Aldenamar, Villamil, M.C. Mayra Merlos, Martín Mota, MC Pedro Abel.

A Edgar Chi, a mi tocayo M.C. Alejandro Ley, a todos los compañeros y compañeras que me tendieron la mano.

Un reconocimiento especial al Dr. Carlos Avendaño, gracias por enseñarme a ser humilde espero no ser como tú, sino mejor, difícil tarea.

Dr Gregorio Alvarez, M.C. Gamaliel Alonso, siempre formando comandos me motivaron.

A M.C. Benigno y su esposa M.C. Paula, les agradezco los momentos felices que me hicieron pasar, cuenten conmigo siempre.

Dr. Fernando Ruiz Zarate gracias por tu confianza y consejos y apoyo, claro además de los momentos de esparcimiento.

M.C. Rubén Morteo, Dr. Roberto González, MC Marcos compañeros del Famoso Big Brother.

A la Lic. Carmen Padilla, Victor gracias por su amistad y apoyo.

Al M.C. Bartolomé los cisnes pueden estar en el pantano más nunca ensuciar su blanco plumaje Gracias.

A todos los intendentes, secretarias de Ganadería, Guadalupe, Celsa a la gente bonita de la Biblioteca, los amigos de la administración, de la granja.

Al MVZ José Luís Cordero por sus consejos, amistad y apoyo brindado durante mi estancia en el CP, a Andrés Lee por su apoyo y amistad.

Si por alguna razón se me escapa alguien no lo hice con mala intención siempre estaré agradecido con el Colegio de Postgraduados hasta siempre.

DEDICATORIA

A Dios que siempre me ha mantenido dentro de su rebaño pues sin el no soy nada.

A mi Padre el **Ing. Pedro Edmundo Gómez Sánchez** † quien siempre me guió con el ejemplo nunca tuvo duda de mi e insistió para que hoy aun sin su presencia logre los objetivos trazados siempre me dijo el águila anda volando cuando se postre entonces será.

A mi Madre **Blanca Danés de Gómez** † quien con su amistad y cariño me enseñó la armonía de la vida y saber disfrutar cada momento en la prosperidad o en la adversidad, por ser el más chico no me podía quedar atrás, hoy les puedo decir misión cumplida.

A mis cuñadas y nietos, sobrinas, sobrinos y sobrinos nietos, que aún sin conocerlos demasiado, recuerden que fui el cuidador oficial de sus padres en muchas ocasiones y que además siempre lo disfrute, espero algún día estar en una reunión con ustedes.

A mis hermanos Pedro, sacerdote, quien a sus 72 años sigue demostrando que querer es poder gracias hermano por tus sabios consejos y las horas en que me enseñaste lo hermoso de la filosofía.

A Héctor, Lic., que siempre te he considerado como un segundo padre, solo te digo que esto, es solo el comienzo, espero lograr más.

A Raúl, Ing., siempre conté con tu apoyo en las buenas y en las malas y ahora se van logrando las metas, siempre creíste en mí.

Al Gerardo, Ing químico, que siempre me dio su amistad nunca olvidare las horas que pasamos juntos tratando de arreglar el mundo.

Al Luis Humberto, Doctor, hermano siempre confiaste en mi y me diste tu apoyo espero que con este logro te sientas orgulloso de mi y pueda darte mas satisfacciones.

A mis hermanas Blanca la mayor y consejera permanente como puedo agradecerte todo lo que aun me sigues brindado, solo te digo vamos caminando.

A Ma. Eugenia gracias por el apoyo incondicional que siempre me brindaste.

A Laura que aun estando lejos siempre eh estado en tus oraciones espero que también sientas este logro como tuyo.

A mi carnal Armando, Dr., recuerdo que dijiste ahora sigue el doctorado y te dije quien sabe, buen futurista y revolucionario hermano aquí está el resultado de tu confianza, gracias.

A Bertha la más pequeña que te puedo decir con tu capacidad, constancia y tenacidad en la vida, me enseñaste si proponértelo, que todos los sueños pueden ser realidad.

A Tito fue corta tu estancia, pero hasta la fecha inolvidable gracias.

A mis hijos Miguel Loanis Sr. Lic. Administrador gracias por ser el hermano mayor preocuparte de la familia cuando no pude estar, tu constancia y esfuerzo te llevara a puerto seguro no te agobies.

A Lilia Alejandra, Contadora hija no sabes lo orgulloso que estoy de tus logros lo mereces por ser constante, lo se, no lo pienso, recuerda que aun te falta cosechar más de la vida.

A Christy Cecilia Dra. te has transformado de un capullo en una bella flor, siempre recurada mantener la humildad, escucha.

Al más pequeño de los hombres mi Alejandro no nada más las profesiones hacen a los hombre, tu carisma, cuando lo encuentres y aproveches te dará satisfacciones.

A mis nietas Lilian Estefany te transformaste de una bebé, en una niña hermosa, gracias por darme todos los días la alegría de verte crecer.

A Gabriela y Alejandra darle felicidad a su padre es dármele a mí.

Por ultimo te deje a ti, pues puedo repetirte de muchas formas, lo agradecido que estoy con la vida de conocerte, tu sabes que no nada más eres mi dulce Esposa, sino la amiga que siempre quise tener, me has aconsejado y apoyado en forma incondicional, espero darte todo el amor y cariño que te mereces, TE QUIERO LILIA RUELAS.

ÍNDICE DE CUADROS

CAPÍTULO TRES

Cuadro 3.1	Catálogo de conducta de vacas posparto en corral.	58
Cuadro 3.2	Definiciones de las conductas agonistas y no agonistas	58
Cuadro 3.3	Promedio del número total de interacciones por tipo genético	60
Cuadro 3.4	Promedio del total de interacciones agonistas y no agonistas	61
Cuadro 3.5	Promedio de conductas agonistas y no agonistas por tipo genético	61
Cuadro 3.6	Valores para índice de éxito (dominancia) para cada animal	62

CAPÍTULO CUATRO

Cuadro 4.1	Catálogo de conducta	78
Cuadro 4.2	Definición de las conductas agonistas y no agonistas	79
Cuadro 4.3	Diferencias entre las medias de conductas agonistas y no agonistas	83
Cuadro 4.4	Comparación de medias en las conductas agonistas y no agonistas entre los tipos genéticos	83
Cuadro 4.5	Valores para índice de desplazamiento e índice de éxito de cada animal	84

CAPÍTULO CINCO

Cuadro 5.1	Catálogo de conducta	101
Cuadro 5.2	Definiciones de las conductas agonistas y no agonistas	102
Cuadro 5.3	Correlaciones entre el peso al nacimiento de las crías (PN) con el índice de desplazamiento (ID) e índice de éxito (IE)	108
Cuadro 5.4		
Cuadro 5.5		

ANEXO

Cuadro 6.1	Datos de los tres tipos genéticos para Dominancia	120
Cuadro 6.2	Datos de los dos tipos genéticos para Capítulo cuatro y cinco	122
Cuadro 6.3	Datos de Capítulo cinco	123
Cuadro 6.4	Datos de Capítulo cuatro para tipo genético G1	124
Cuadro 6.5	Datos de Capítulo cuatro para el tipo genético G2	125
Cuadro 6.6	Datos de las crías, sexo y peso al nacimiento	126
Cuadro 6.7	Datos de las vacas altura a la cruz	126

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO TRES

Figura 3.1	Interacciones agonistas y no agonistas en el tipo genético G1	63
Figura 3.2	Interacciones agonistas y no agonistas en el tipo genético G2	64
Figura 3.3	Interacciones agonistas y no agonistas en el tipo genético G2	64
Figura 3.4	Interacciones agonistas y no agonistas durante la primera hora de observación, en los tres tipos genéticos	65
Figura 3.5	Total de interacciones agonistas y no agonistas en los tres tipos genéticos	66

CAPÍTULO CUATRO

Figura 4.1	Interacciones totales en el tipo genético G1	85
Figura 4.2	Interacciones total en el tipo genético G2	86
Figura 4.3	Interacciones totales entre los dos tipos genéticos	87
Figura 4.4	Valores medios de concentración de cortisol (muestreos dos y tres) a diferentes tiempos	89

CAPÍTULO CINCO

Figura 5.1	Interacciones agonistas y no agonistas por hora en los dos tipos genéticos	106
Figura 5.2	Interacciones en el tipo genético G1	107
Figura 5.3	Interacciones en el tipo genético G2	107
Figura 5.4	Interacciones en los dos tipos genéticos	108
Figura 5.5	Concentración de progesterona (medias de los 10 muestreos \pm EE) en los dos tipos genéticos	109

RESUMEN GENERAL

Se realizaron tres experimentos con la finalidad de conocer la conducta y dominancia de diferentes tipos genéticos de bovinos de doble propósito en el trópico seco. En el primer experimento se emplearon 35 vacas: Brahman \times Simmental - Charolais, (n = 9, G1) con cuernos, Pardo Suizo \times Brahman (n = 17, G2) sin cuernos y Chianina (n = 9, G3) sin cuernos, de cuatro a cinco años de edad y 6-7 meses de gestación. Se evaluaron las interacciones agonistas y no agonistas y el índice de dominancia. La dominancia fue diferente ($P < 0.05$) entre los tres grupos genéticos (0.39 ± 0.24 para G1; 0.42 ± 0.16 para G2 y 0.66 ± 0.09 para G3). No se encontraron diferencias ($P < 0.05$) en las interacciones agonistas, pero sí en las no agonistas, en donde la frecuencia de éstas fue mayor en G1 y G3, además los animales del tipo genético G3 mostraron mayor dominancia con respecto a G1 y G2. En el segundo experimento se evaluó la relación entre el comportamiento y niveles de estrés, se realizó un estudio con 12 vacas: Brahman \times Simmental - Charolais, (n = 5, G1) con cuernos y Pardo Suizo \times Brahman (n = 7, G2) sin cuernos, con las mismas características que en el primer experimento, asimismo las variables de conducta observadas fueron similares. El nivel de estrés se midió usando la prueba de desafío a la hormona ACTH. Se encontraron diferencias ($P < 0.05$) en los índices de desplazamiento (ID) y éxito (IE) (0.17 ± 0.36 , 0.36 ± 0.30 para G1 y 0.54 ± 0.13 , 0.66 ± 0.13 para G2, respectivamente). Se observó un incremento en los niveles de cortisol ($P < 0.01$) para G1: 286.5 ± 35.83 , 288.8 ± 34.36 , 293.3 ± 43.10 y para G2 171.0 ± 44.68 , 165.2 ± 34.84 , 167.3 ± 24.15 nmol L⁻¹, a los tiempos 30, 60 y 90 minutos posteriores a la aplicación de ACTH, siendo menores en las vacas G2 que en las G1. El tipo genético G2 presentó mayores valores para ID e IE y menor actividad adrenal que G1. En la tercera investigación se evaluaron las mismas conductas sociales, en los mismos tipos genéticos estudiados en el experimento 2, además su relación con el peso de los becerros al nacimiento y la función ovárica 70 días posteriores al parto. Los ID e IE fueron diferentes ($P < 0.05$) para G1 (0.17 ± 0.36 , 0.36 ± 0.30) y para G2 (0.54 ± 0.13 , 0.66 ± 0.13), G1 mostró una mayor correlación entre el peso al nacimiento de las crías y ID (0.64), IE (0.57) que G2 ID (0.58), IE (0.26). Las concentraciones de progesterona fueron diferentes para G2 solo en las muestras 3 y 8 ($P < 0.01$, 1.8 ng mL⁻¹, $P < 0.05$, 1.4 ng mL⁻¹, respectivamente). No se encontraron diferencias ($P < 0.05$) para G1, con concentraciones menores a 1 ng mL⁻¹. Se encontró una mayor relación entre la conducta dominante y la actividad ovárica en el tipo genético G2.

GENERAL ABSTRACT

Three research experiments were done to learn the behaviour and dominance of different genetic types of double purpose bovines in the dry tropics. In the first research experiment, 35 cows were used: horned Brahman \times Simmental – Charolais, (n = 9, G1), dehorned Brown Swiss \times Brahman (n = 17, G2), and dehorned Chianina, (n = 9, G3); 4-5 years old, and 6-7 months pregnant. Agonistic and non-agonistic interactions were evaluated as well as the dominance index. Dominance was different ($P < 0.05$) among the three genetic types (0.39 ± 0.24 for G1; 0.42 ± 0.16 for G2; and 0.66 ± 0.09 for G3). No differences were found ($P < 0.05$) in agonistic interactions, although they were found in non-agonistic interactions, where their frequency was greater in G1 and G3. Moreover, G3 genetic type animals showed a greater dominance with regard to G1 and G2. In the second research experiment, the relationship between behaviour and the level of stress was evaluated. A study was done with 12 cows, horned Brahman \times Simmental – Charolais, (n = 5, G1) and dehorned Brown Swiss \times Brahman (n = 7, G2) with the same characteristics as in the first experiment. Likewise, the observed variables were similar. The level of stress was measured with the ACTH challenge test. Differences were found ($P < 0.05$) in the displacement (DI) and success (SI) indexes (0.17 ± 0.36 , 0.36 ± 0.30 for G1; and 0.54 ± 0.13 , 0.66 ± 0.13 for G2, respectively). An increase in the levels of cortisol was observed ($P < 0.01$) for G1: 286.5 ± 35.83 , 288.8 ± 34.36 , and 293.3 ± 43.10 ; and for G2 171.0 ± 44.68 , 165.2 ± 34.84 , and 167.3 ± 24.15 nmol L⁻¹, at 30, 60, and 90 min after application of ACTH, being lower in G2 cows than in G1. The G2 genetic type showed greater values of DI and SI, and lower adrenal activity than G1. In the third research experiment, the same social behaviours were evaluated in the same genetic types as in the second research experiment, in addition to their relationship with calf weight at birth and ovarian function 70 days after parities. DI and SI were different ($P < 0.05$) for G1 (0.17 ± 0.36 , 0.36 ± 0.30), and for G2 (0.54 ± 0.13 , 0.66 ± 0.13). G1 showed a greater correlation between calf weight at birth and DI (0.64), SI (0.57) than G2, DI (0.58), SI (0.26). Progesterone concentrations were different for G2 only for blood sampling 3 and 8 ($P < 0.01$, 1.8 ng mL⁻¹, $P < 0.05$, 1.4 ng mL⁻¹, respectively). No differences were found for G1 ($P > 0.05$), with concentration below 1 ng mL⁻¹. A greater relationship was found between a dominant behaviour and ovarian activity in the G2 genetic type.

CONTENIDO		Pagina
	Índice de cuadros	i
	Índice de figuras	ii
	Resumen general	iii
	General abstract	iv
CAPÍTULO UNO		
1	Introducción	1
CAPÍTULO DOS		
2	Revisión de literatura	3
2.1	Origen de la etología	3
2.1.1	Importancia del estudio de la etología en la producción animal	5
2.1.2	Alimentación	6
2.1.3	Reproducción	8
2.1.4	Instalaciones	10
2.1.5	Manejo	12
2.1.6	Transporte y sacrificio de animales	13
2.1.7	Presentación de enfermedades	14
2.1.8	Fundamentos de la etología	15
2.1.9	Objetivo de la etología	16
2.1.10	Patrones de comportamiento en ganado bovino	17
2.1.11	Asociación	18
2.1.12	Temperamento	19
2.1.13	Liderazgo	20
2.1.14	Comportamiento social y sexual	20
2.1.15	Comportamiento materno	21
2.1.16	Dominancia	22
2.2	Historia del estrés	25
2.2.1	Causas del estrés	28
2.2.2	Eje Hipotálamo - Hipófisis - adrenal	29
2.2.3	Glándula adrenal	29
2.2.4	Corteza adrenal	30
2.2.5	Medula adrenal	30
2.2.6	Síntesis de los corticosteroides	31
2.2.7	Colesterol	31
2.2.8	Biosíntesis del colesterol	32
2.2.9	Hormona adrenocorticotrópica (ACTH)	33
2.2.10	Actividad y síntesis de la ACTH	33
2.2.11	Forma de acción de la ACTH	33
2.2.12	Formas de medir el estrés	34
2.2.13	Problemas que ocasionan el estrés	34
2.3	Descubrimiento de la progesterona (P₄)	35
2.3.1	Hormonas esteroideas	35
2.3.2	Acción de los mensajeros químicos	36
2.3.3	Mecanismos de acción del AMPc	36
2.3.4	Síntesis de la progesterona	37

2.3.5	Metabolismo de la progesterona y su medición	39
2.3.6	Causas, reacciones y consecuencias de concentraciones adecuadas y bajas de progesterona	40
2.4	Literatura citada	41
CAPÍTULO TRES		
	Resumen	54
	Abstract	55
3.1	Introducción	56
3.2	Materiales y métodos	57
3.2.1	Localización y animales	57
3.2.2	Medidas y observaciones de conducta	57
3.2.3	Análisis estadístico	58
3.3	Resultados	59
3.4	Discusión	67
3.5	Conclusiones	69
3.6	Literatura citada	70
CAPÍTULO CUATRO		
	Resumen	73
	Abstract	74
4.1	Introducción	76
4.2	Materiales y métodos	77
4.2.1	Localización y animales	77
4.2.2	Medidas y observaciones de conducta	78
4.2.3	Ecuaciones para determinar el índice de desplazamiento y de éxito	79
4.2.4	Prueba de desafío a la ACTH	79
4.2.5	Análisis estadístico	80
4.2.5	Modelo de Mann Withney	81
4.2.5	Modelo utilizado en el PROC MIXED	81
4.3	Resultados	82
4.3.1	Variables de conducta	82
4.3.2	Prueba de desafío a la ACTH	87
4.4	Discusión	89
4.5	Conclusiones	91
4.6	Literatura citada	92
CAPÍTULO CINCO		
	Resumen	96
	Abstract	97
5.1	Introducción	98
5.2	Materiales y métodos	100
5.2.1	Medidas y observaciones de conducta	101
5.2.2	Determinación del índice de desplazamiento y éxito	102
5.2.3	Prueba de actividad ovárica	103
5.2.4	Determinación de la concentración de progesterona	103
5.2.5	Análisis estadístico	103

5.3	Resultados	105
5.3.1	Actividad ovárica y concentraciones de progesterona	109
5.4	Discusión	110
5.5	Conclusiones	112
5.6	Literatura citada	113
	Conclusiones generales	118
6.	Anexo	120

CAPÍTULO UNO

1 INTRODUCCIÓN

Son pocos los esfuerzos que se han realizado por la mayoría de los países del mundo y en especial en la República Mexicana, para incrementar la productividad de los animales, al utilizar los conocimientos de conducta animal de forma directa o indirecta por los profesionistas que se encuentran involucrados en la producción pecuaria.

En general se busca la integración de diferentes especialidades de la zootecnia como reproducción, genética, nutrición, manejo de pastizales, sanitarios y de la etología, que es una rama de la zootecnia relativamente nueva, pero que ha estado con el hombre desde el inicio, para proveerlo de alimento, vestido, herramientas de defensa, entre otros, y que provienen de los animales.

La etología cuenta con muchas herramientas para el estudio de la conducta de los animales y la interacción con el hombre; por eso, el conocimiento de las conductas en los bovinos proporciona elementos para entender la forma como los animales se comportan en sistemas de producción extensiva o intensiva, y proporcionan los conocimientos necesarios, para desarrollar estrategias en la producción.

La dominancia es parte de una característica aprendida o innata, que se manifiesta por comportamientos de competencia, debido a interacciones agonistas o no agonistas, con contacto o sin él y se manifiesta al disputar un recurso limitado, que puede desencadenar problemas tan severos como la muerte del individuo. El conocimiento de la dominancia es una de las herramientas en el estudio de la etología, que nos sirve para mejorar la salud, el bienestar y sobre todo la productividad de los animales.

Por otro lado tenemos que en todos los animales que tienen interacciones y no cuentan con los espacios suficientes para su desarrollo o producción se ocasionan problemas, como el estrés, que ha sido muy estudiado por el hombre, el cual trae como consecuencia la disminución del desempeño de un individuo, manifestándose en la baja producción o en el comportamiento estereotipado del animal. Una de las formas para medir el estrés, es por medio del funcionamiento de las glándulas adrenales y se puede determinar de forma indirecta por los niveles de cortisol, que podemos encontrar en sangre, saliva, excremento y orina.

Además es sabido que el estrés puede contribuir a la manifestación de problemas reproductivos. Encontramos que uno de los principales problemas en la producción de bovinos de doble propósito es la reproducción, sobre todo en zonas tropicales, debido a los días abiertos que se presentan posteriores al parto y que disminuyen la productividad de los bovinos al tener un efecto en la producción de carne, leche y por consecuencia la producción de becerros, los estudios encaminados a conocer los niveles de progesterona durante o posteriores al parto son importantes para determinar los días abiertos, que es el tiempo en que la hembra permanece anéstrica o sin gestarse posterior al parto.

CAPÍTULO DOS

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen de la etología

La etología es la ciencia que estudia la conducta animal; sin embargo, es necesario primero definir qué es conducta. En su forma más simple podría ser una serie de contracciones musculares realizadas en respuesta a un estímulo.

Sin embargo, se pueden encontrar actividades muy complejas, como la migración de las aves alrededor del mundo, dirigiéndose con ayuda de señales como las estrellas, puntos de referencia en la tierra y geomagnetismo. No se conoce que estímulos ocasionan estas conductas, pero aún en pájaros en cautiverio expuestos a la luz continua, se observa el intento de escapar e irse hacia el sur en el tiempo apropiado, sin que se sepa que señales desencadenan este comportamiento (Jensen, 2002).

La conducta puede involucrar a un individuo que reacciona a un estímulo o cambio fisiológico, pero también puede darse entre dos individuos o más que responden a la actividad de otros.

La etología, contrario a lo que pudiera pensarse, es tan antigua como el hombre. Para poder poner una trampa o poder matar a un animal mucho más grande y pesado, e inclusive peligroso, fue necesario que el hombre conociera la conducta de estos animales. En pinturas encontradas en cuevas de más de 30,000 años de antigüedad el tema dominante es el de animales en diferentes situaciones. Posteriormente, Aristóteles escribió observaciones sistemáticas e ideas sobre la conducta animal, 300 años AC (Thorpe, 1979).

En 1676, el zoólogo inglés John Ray, escribió un tratado científico sobre el estudio de la “conducta instintiva” de las aves. Algo que llamó poderosamente

su atención fue el hecho de que los pájaros que eran sacados de sus nidos a edad muy temprana y mantenían la capacidad de construir un nido en la edad adulta, Ray fue incapaz de explicar el fenómeno, pero observó el hecho de que se podían desarrollar conductas muy complejas sin aprendizaje o práctica. Otros científicos que se interesaron en la conducta animal fueron Douglas Spalding quien publicó una serie de artículos sobre instinto y experiencia y Charles Darwin, quien posiblemente ha sido quien ha tenido una mayor influencia en el desarrollo de la etología moderna, que es mejor conocido por sus estudios de la teoría de la evolución, que es el fundamento para el estudio de la etología. Sin embargo, estudió este tema en forma más directa al publicar “La expresión de las emociones del hombre y los animales”, que es el primer libro sobre etología comparada (Jensen, 2002).

Al empezar el siglo 20, el estudio de la etología creció en Europa y Estados Unidos, pero de forma diferente. En Estados Unidos prevaleció la investigación enfocada a controlar experimentos en laboratorio, siendo la rata la especie más estudiada. Su interés se centró en conocer los mecanismos de aprendizaje y el estudio de la conducta a través de la recompensa o el castigo. Por lo tanto, la evolución de estos individuos o su entorno ecológico no se consideraron importantes. El fundamento científico de esta disciplina, al igual que otras líneas de trabajo en comportamiento, tienen sus raíces en dos escuelas del estudio del comportamiento animal, la ecologista y la psicologista (Slater, 1991).

En su momento mucho se comentó acerca de la rivalidad científica entre ambas tendencias, particularmente con relación al enfoque utilizado por cada una de ellas para estudiar el desarrollo del comportamiento. Mientras los etólogos se enfocaron a la evolución del comportamiento, haciendo énfasis en las pautas del comportamiento instintivo, los psicólogos pusieron más atención a elementos de aprendizaje y a la influencia del ambiente en el desarrollo de las pautas del comportamiento. Los primeros estudiaron un mayor número de especies en la vida libre, mientras que los segundos se concentraron en pocas

especies bajo ambientes controlados, y principalmente usando modelos con animales con el fin de conocer más acerca del comportamiento del ser humano. Eventualmente se reconoció que los dos enfoques son complementarios, más que antagónicos. La etología aplicada recoge fundamentos de ambas posturas, para entender de manera integral la forma en que los animales pueden padecer problemas de salud y bienestar cuando las condiciones del entorno afectan sus pautas naturales de comportamiento.

En contraste, el desarrollo de esta ciencia en Europa fue dominado por biólogos naturalísticos, que dedicaron la mayor parte del tiempo a observar animales salvajes en sus ambientes naturales (Galindo y Orihuela, 2004).

Los pájaros e insectos fueron estudiados ampliamente. Dentro de estos investigadores, Niko Tinbergen y Konrad Lorenz desarrollaron una metodología de campo de gran precisión. Tinbergen diseñó experimentos en donde se alteraron algunos aspectos del ambiente de animales libres, registrando posteriormente su conducta. Lorenz, por su parte, mantuvo sus propios animales y formuló muchas de las ideas fundamentales de la etología y desarrolló la primera teoría sobre el instinto y la conducta innata (Goodenough *et al.*, 1993). Lorenz y Tinbergen junto con Kart von Frish, recibieron en 1973 el premio Nobel en medicina y fisiología por sus estudios sobre conducta animal.

2.1.1 Importancia del estudio de la etología en la producción animal

Desde los inicios del hombre ha sido evidente que el conocimiento de la conducta de los animales ha sido de gran valor para su sobrevivencia. Actualmente, al considerar el comportamiento animal en las empresas pecuarias puede mejorarse la producción; este conocimiento puede aplicarse en programas de alimentación, reproducción, diseño de instalaciones, manejo y transporte de los animales, así como para disminuir la presentación de algunas enfermedades.

2.1.2 Alimentación

En lo que respecta a alimentación, no solamente es importante cubrir los requerimientos nutricionales de la especie, sino también deben tomarse en cuenta las características propias de la misma. La conducta alimenticia puede verse afectada por ritmos diurnos y factores sociales. Aún en animales como el ganado bovino y ovino que pastorean, los patrones varían, observándose que al mediodía el pastoreo en los ovinos disminuye en aproximadamente un 50% comparado con los bovinos (Fraser y Broom, 1997).

La altura del pasto es importante. Los animales prefieren pastos largos que cortos, ya que se requiere el mismo esfuerzo para obtenerlos, sin embargo los largos les proporcionan mayor cantidad de energía. Por otra parte, los animales prefieren tamaños grandes de partícula que pequeños, en bovinos se ha observado una mayor preferencia por silo entero que picado (Duckworth y Shirlaw, 1958), esto se explica debido a que las partículas más grandes son más valiosas energéticamente que las pequeñas.

Por otro lado Rutter (2006) estudió la preferencia de rumiantes por gramíneas y leguminosas, encontrando que tanto bovinos como ovinos preferían al trébol (70%). También observó que la preferencia por ésta leguminosa fue mayor en la mañana aumentando el consumo de gramíneas por la tarde. En un grupo de vaquillas productoras de leche se determinó al líder del grupo para el pastoreo. Al líder se le considera al primer individuo del grupo que inicia un movimiento de larga distancia y es seguido por el grupo, por lo que nos puede indicar las zonas donde pastorean los animales y cuál es la composición del alimento y las preferencias de éstas (Dumont *et al.*, 2005). En caballos se ha visto que una dieta baja en forraje causa conductas inadecuadas y problemas de salud como úlceras gástricas e impactación cólica (Thorne *et al.*, 2005).

Se ha observado que cuando los animales tienen la opción de escoger su alimento, tienen un desarrollo similar a aquellos que no pueden hacerlo. En un estudio con pollos de engorda (Cumming, 1983), se tuvieron dos grupos experimentales; uno tuvo la oportunidad de escoger entre varios cereales, además de que se les proporcionó un alimento alto en proteína y otro que consumió solamente un cereal y el alimento alto en proteína, observándose que el crecimiento en ambos grupos fue similar.

Los animales domésticos son en su mayoría especies gregarias. Se ha visto que si los bovinos, ovinos o cerdos se separan cuando son alimentados, su consumo disminuye (Fraser y Broom, 1997), aun cuando el alimento esté disponible en forma continua. En pollos se ha reportado que los animales que están alojados en grupo tienen mayor capacidad para seleccionar los alimentos que cubren sus requerimientos, que aquellos alojados en forma individual, posiblemente porque aprenden de los más experimentados (Forbes y Covasa, 1995). En becerros alimentados con sustitutos de leche, se encontró que becerros alojados en grupos de diez, aumentaron el consumo de alimento al poder ser vistos y escuchados por otros animales al momento de comer (Barton, 1983 a, b). En cerdos, Nielsen *et al.* (1996) encontraron que estos animales preferían comer en comederos de cuatro espacios que en comederos individuales.

El efecto de competencia es otro factor que debe ser considerado al alimentar a los animales. En un estudio realizado por Wagnon (1965), se observó que las vaquillas perdían peso al ser alimentadas junto con vacas adultas, al no tener el comedero el espacio suficiente para alimentar a todos los animales, por lo que las vacas con mayor experiencia evitaban que las vaquillas comieran. En esta situación de competencia la raza también juega un papel importante. Animales Hereford pueden no tener acceso al alimento cuando compiten con animales de otras razas, como la Aberdeen-Angus (Wagnon *et al.*, 1966). La conducta de los animales también está influenciada por el rango social del animal dentro del grupo, así como que éstos sean

molestados mientras comen, como puede ser por moscas u otros insectos, lo cual puede disminuir el consumo por parte del animal (Fraser y Broom, 1997).

2.1.3 Reproducción

La actividad reproductiva no es una conducta permanente; requiere de procesos de maduración y estimulación. La mayoría de las conductas reproductivas dependen de estados hormonales y sensoriales. El desarrollo de la conducta reproductiva se ve afectado por diversos factores, como son mecanismos neuronales, hormonas, feromonas y la recepción sensorial de una gran variedad de estímulos.

Las respuestas reproductivas están muy relacionadas con el olfato; el olor es un estímulo que dirige la respuesta sexual del macho; las feromonas desempeñan un papel importante a través del sistema olfativo que incluye al órgano vomero-nasal y los bulbos olfatorios. Las feromonas pueden producirse en las secreciones de los órganos genitales, glándulas de la piel, o encontrarse en la orina, heces o saliva. Ungerfeld y Silva (2005) encontraron que la aplicación de antibióticos para la eliminación de la flora bacteriana normal de la vagina de borregas disminuye la atracción del macho por la disminución en la producción de feromonas. En cerdas, al ser expuestas a estímulos como maniquí o auditivos y olfatorios se ha encontrado la misma respuesta que la presencia del semental (Gerristen *et al.*, 2006).

Los esteroides liberados en la saliva cuando el verraco corteja a la cerda, causan que esta adopte una posición inmóvil que permite que el macho la monte. En el caso de las ovejas, se ha sugerido que los machos pueden estimular la actividad estral en ovejas que no están ciclando, por una respuesta olfatoria de la hembra (Fletcher y Lindsay, 1968).

El estímulo visual es de gran importancia. La duración del periodo de luz diaria es un factor que determina la conducta reproductiva de los animales domésticos. El fotoperíodo actúa de dos formas: algunos animales muestran su actividad reproductiva cuando el período de luz diurna es largo, como es el caso del caballo que empieza la temporada de empadre en primavera, cuando la luz se vuelve más fuerte y aumenta el número de horas luz, continuando en el verano. En tanto que otras especies tienen su mayor actividad reproductiva en la época del año en la que hay una mínima cantidad de luz al día como sucede en las ovejas y las cabras. La mayor parte de razas de ovejas y cabras empiezan el empadre en otoño, cuando el fotoperíodo diario es menor que el de oscuridad (Fraser y Broom, 1997).

La estimulación auditiva es importante en algunas especies como los cerdos, ya que se han encontrado respuestas a ciertos sonidos en su conducta reproductiva. Por otra parte, se conoce que el estímulo auditivo juega un papel muy importante en mantener el vínculo entre la madre y el recién nacido (Jensen, 2002).

La temperatura es otro factor que afecta la conducta reproductiva aún en animales que no son estacionales, los cambios de temperatura pueden afectar su comportamiento reproductivo. Se ha observado en vacas que una temporada de frío súbito disminuye el número de animales en estro.

En el caso de los machos (toros, verracos) el aumento de temperatura en el verano (40-45 °C) disminuye la libido, debido posiblemente a la hipertermia y a la dificultad para disipar el calor, si a esto se agrega el calor producido por la actividad física durante el apareamiento, el animal sufre mayor incomodidad, lo que da como resultado una menor actividad sexual.

Por otra parte, debe considerarse que la periodicidad en el apareamiento resulta de los ritmos ambientales e internos. Se ha observado en ovejas enviadas de Inglaterra a Sudáfrica, que algunas fueron capaces de cambiar inmediatamente a la temporada de empadre del hemisferio sur, mientras que otras tardaron dos años en cambiar a la temporada de empadre de otoño del

hemisferio sur. No debe olvidarse que los animales no sólo tienen un ritmo, sino múltiples en su organización fisiológica y cada elemento de la conducta tiene su propia relación con el ambiente (Karash *et al.*, 1989).

Existen otros factores que deben considerarse y que influyen en la conducta reproductiva donde se pueden citar algunos factores que influyen sobre la conducta de libido y la fertilidad de los sementales bovinos, como es la presencia de un toro dominante, la edad, la raza, la dieta, temperatura o situaciones que estresen al semental y modifiquen la conducta además de características topográficas o tamaño del potrero (Petherick, 2005).

Las distintas especies y aún las razas pueden tener patrones diarios de conducta reproductiva diferentes. Las ovejas se aparean principalmente al amanecer o al atardecer, siendo la mayor frecuencia al amanecer. En tanto que en el ganado Brahman y otras razas de *Bos indicus*, se ha visto una preferencia para aparearse en la noche (Vickary y Manson 2005).

2.1.4 Instalaciones

Es necesario conocer el espacio mínimo que requiere un animal de acuerdo a la especie y a la edad, para disminuir el estrés y evitar los efectos que este puede tener en la producción. En un estudio de Meunier-Salaun *et al.* (1987), en el que se midieron los niveles de cortisol plasmático en cerdos alojados con tres densidades de población, los menores niveles de cortisol (87.7 nmol L^{-1}) que indican menores niveles de estrés, se observaron en cerdos que disponían de un mayor espacio por animal (1.52 m^3).

En pavos se realizaron investigaciones con respecto al número de individuos en la parvada y la agresión que afecta a la producción. En un estudio se usaron 12 grupos de 6 animales como grupo pequeño y 12 de 30 individuos como grupo grande, encontrando menor agresión en el grupo de mayor tamaño (Buchwalder y Huber-Eicher, 2006). En animales que se encuentran hacinados

es frecuente que se desarrollen conductas estereotipadas, que afectan su productividad (Vickery y Manson, 2005).

Se ha encontrado también relación entre el espacio de que disponen los animales y la estación del año. En granjas de venado rojo, se estudiaron dos tamaños de corral, grande (5 X 4 m) y chico (2.5 X 4 m). Se observó que la agresividad varió de acuerdo a la estación del año, en primavera las conductas agresivas fueron mayores en los corrales grandes y en verano en los chicos (Pollard y Littlejohn, 1996).

Se han estudiado algunos materiales empleados como camas en ovejas y vacas, así como el tiempo que emplean en descansar. Los materiales que se compararon fueron pajas contra desecho de madera (aserrín) y se midió el tiempo que invirtieron en descansar en cada una de éstas. Se observó que tanto ovinos como bovinos preferían las pajas y que el tiempo que utilizan en descansar fue de aproximadamente 12 h (Munksgaard *et al.*, 2005; Faerveik *et al.*, 2005; Jensen *et al.*, 2005).

En cerdas mantenidas en diferentes condiciones de alojamiento durante sus primeras cuatro pariciones, se comparó a cerdas en grupos de 38 animales, con cerdas alojadas en grupos de cinco o en corrales individuales, encontrando que conductas estereotipadas fueron más frecuentes en los animales alojados en forma individual, seguidas por las cerdas en grupos de cinco y finalmente en el grupo de 38 cerdas, atribuyendo los autores la menor presencia de conductas estereotipadas en el grupo más grande de animales debido al mayor espacio de que se disponían éstas (Broom *et al.*, 1995).

Investigaciones con gallinas de postura han mostrado que el tipo de alojamiento en que se tiene a estos animales afecta su producción (83% vs 85% en jaulas contra jaulas con perchas, respectivamente) (Duncan *et al.*, 1992). Knowles y Broom (1990) estudiaron el efecto que tiene el tipo de alojamiento en la fuerza y resistencia de los huesos de las piernas, lo cual es importante porque muchos animales sufren la fractura de éstos. Estos autores encontraron que la fuerza y resistencia de los huesos fue menor

aproximadamente en 50%, en aves alojadas en jaulas, comparadas con aves en jaulas con perchas.

2.1.5 Manejo

Múltiples estudios en cerdos, pollos y ganado lechero muestran que el manejo agresivo de los animales puede reducir considerablemente su productividad y bienestar, debido a que aprenden a tener miedo a las personas en general o a algunos individuos como resultado de un manejo rudo. Los animales tienden a asociar el maltrato con las personas, la capacidad para reconocer a la gente por parte de los animales se ha demostrado en muchas especies y se ha visto que los animales que tienen miedo a las personas disminuyen su producción (Rushen *et al.*, 1999 a).

En ganado lechero la presencia de un individuo que maltrata a los animales durante la ordeña, puede reducir la producción de leche y por lo tanto aumentar la leche residual (Rushen *et al.*, 1999 b), lo que puede causar posteriormente mastitis.

Se ha visto que la personalidad y actitud de los individuos que manejan a los animales afectan la producción. En una investigación relacionada con el tiempo de manejo de las crías de la coneja a la primer semana de edad, se observó que cuando son manejados por 30 min posteriores al amamantamiento se reduce el miedo en manejos futuros (Csatádi *et al.*, 2005). Por otro lado, en un estudio realizado por Hemsworth *et al.* (1989), observaron que la actitud de las personas encargadas de manejar a cerdas en maternidades, dependía del concepto que estas tenían de que tan fácil o difícil podía ser manejar a estos animales, lo cual se correlacionó positivamente con el total de lechones nacidos vivos y el número de camadas por año, debido a que aquellos individuos que consideraban que era fácil manejar a las cerdas, generalmente les dieron un buen trato. Por el contrario, los que pensaron que era difícil

manejarlas usaron métodos más agresivos, lo que afectó a los animales en forma negativa.

El buen manejo de los animales, especialmente desde una edad temprana, puede evitar que desarrollen miedo a los humanos, por lo que es muy importante capacitar a las personas encargadas de su manejo, para que no realicen prácticas agresivas, que en muchas ocasiones no son necesarias en las rutinas de una granja.

2.1.6 Transporte y sacrificio de los animales

En explotaciones en las que el encargado y sus empleados manejan humanitariamente a los animales y que además cuentan con el equipo adecuado y vehículos bien diseñados para transportarlos, el manejo se facilita con la consecuente disminución de estrés tanto para las personas como para los animales (Grandin, 2000).

Las pérdidas económicas debidas a un mal manejo y transporte son muy elevadas. En Estados Unidos se ha calculado que se pierden 4.03 dólares por cada animal que va al mercado (Grandin, 2000). Smith *et al.* (1995) y Boleman *et al.* (1998) reportan que 48% de las canales de novillos y vaquillas en estados Unidos tienen magulladuras. En un encuesta realizada en Minnesota se observó que el 67% de las cerdas de desecho que iban al rastro tenían lesiones en patas y 4.6% en las paletillas, lo que causa daño excesivo a la carne (Ritter *et al.*, 1999).

El estrés también causa problemas en la calidad de la carne, como son los cortes oscuros. El organismo encargado de auditar la calidad de la carne en los Estados Unidos (National Beef Quality), estima que los cortes oscuros causan pérdidas a la industria de la carne de 6.08 dólares por cada animal sacrificado. Esta carne es más oscura y seca que la normal y tiene una vida de anaquel

más corta (Scanga *et al.*, 1998), lo que ocasiona que su valor económico sea menor.

Investigaciones realizadas en la Universidad de Oklahoma (Oklahoma State University, 1999), mostraron que el dejar de dar alimento a novillos por 24 h antes del sacrificio, causa un pérdida de 5.00 dólares por animal, debido a la contracción de la canal y al aumento de cortes oscuros.

En cerdos, muertes durante el transporte y la presencia de PSE (carne pálida, suave y exudativa), causada por una combinación de diferentes factores como son animales con genes susceptibles al estrés, manejo rudo antes del sacrificio y enfriamiento inadecuado de la canal, causan pérdidas económicas muy grandes (Tarrant, 1993). En Inglaterra se han calculado pérdidas de 2.00 dólares por canal con PSE (Smith y Lesser, 1982).

En un estudio canadiense (Murray y Johnson, 1998) se observó que aún después de haberse eliminado al 90% de los animales portadores de los genes susceptibles al estrés, se seguía presentando el PSE en un 14.8%, lo cual se debía al excesivo uso de bastones eléctricos para manejar a los animales.

Por lo mencionado anteriormente, es evidente que el manejo y transporte inadecuado de los animales, causa grandes pérdidas económicas al sacrificio, por lo que deben considerarse seriamente estos aspectos en las explotaciones pecuarias y en los rastros.

2.1.7 Presentación de enfermedades

Se ha reportado que la conducta social e individual de los animales puede favorecer a la presentación de algunas enfermedades, como son las cojeras en vacas lecheras. En un trabajo realizado por Galindo y Broom (1983), se encontró que el rango social del animal tiene un efecto importante en la presentación de esta enfermedad. Estos autores observaron que las vacas de

más bajo rango permanecían más tiempo paradas que echadas que las de rango medio o alto, al permanecer más tiempo paradas las lesiones en tejido blando aumentaron y también la presencia de cojeras.

También se vio que la sobrevivencia por cojeras fue menor en las vacas de menor rango, que en las de rango medio y alto. Esto es debido a que las vacas que muestran mayor dominancia y por lo tanto se encuentran en los rangos altos y medios, tienden a ocupar (espacio) los mejores lugares, con menor humedad y disponen de mayor espacio para echarse, desplazando a las de bajo rango a los lugares con las peores condiciones y con menos posibilidad de encontrar lugares adecuados para echarse, lo que las hace permanecer más tiempo paradas, sin moverse, con las consecuencias antes mencionadas.

2.1.8 Fundamentos de la etología

Los principios fundamentales de la etología se caracterizan en los seres vivos como parte de la evolución y han sido modificados por la selección natural.

La etología la definimos según Tinbergen, como el estudio biológico del comportamiento (Slater, 1991); también se puede definir como una subdisciplina de la psicología que aborda el estudio de la conducta espontánea de los animales en su medio ambiente.

El concepto de etología según Fraser y Broom (1997), se utiliza para referirse a la observación y descripción detallada del comportamiento animal con el fin de conocer la manera en que los mecanismos biológicos funcionan.

El reconocimiento público de la etología moderna como una ciencia, se hizo en 1973 al ganar Niko Tinbergen el premio Nobel de medicina y fisiología por sus estudios de la gaviota argenta, referentes a las técnicas de obtención de alimentos. Por otra parte, Karl von Frisch realizó estudios acerca del sistema de

comunicación mediante la danza de la abeja melífera, lo que permite conocer a otros miembros del enjambre y la localización de las fuentes de alimento, en tanto que Konrad Lorenz hizo investigaciones de los patrones que están genéticamente determinados y se manifiestan dependiendo del ambiente en que se desarrolle el animal (Goodenough *et al.*, 1993).

2.1.9 Objetivo de la etología

De acuerdo con Tinbergen, los objetivos de la etología son, en primer lugar, describir el comportamiento de los animales, al determinar las acciones de cada conducta en forma individual o en grupo y en segundo lugar, describir cada pauta de la conducta. La descripción del comportamiento de cada especie tiene como objetivo obtener el *etograma* de dicha especie, es decir, el inventario de sus pautas de conducta y explicar cada una de ellas.

Los objetivos de la etología según Arave *et al.* (1981) son:

- 1) Estudiar las respuestas del estrés en el comportamiento como resultado de los sistemas de manejo en la ganadería intensiva.
- 2) Determinar los rangos de adaptación con grupos genéticos en nichos ecológicos con restricciones o sin ellas.
- 3) Determinar, al incrementar la información, que las experiencias en el aprendizaje de los animales pueden ser utilizadas.
- 4) Acumular y fabricar catálogos de conducta, con estudiantes que se dediquen al ramo de la producción animal, para obtener mayor información de la conducta de una especie.
- 5) Incrementar y validar los resultados de investigación para otras disciplinas.

A partir de las pautas de conducta se formulan cuatro preguntas clásicas de Tinbergen.

¿Qué es lo que desencadena y finaliza la conducta en cuestión?

¿Cómo cambia dicha conducta a lo largo de la vida del individuo?

¿De que forma dicha conducta aumenta la eficacia biológica del individuo que la manifiesta?

¿Cómo ha evolucionado dicha conducta? (Dawkins *et al.*, 1991).

Para cada especie animal, el objetivo de la etología es describir el repertorio de conductas y para cada una de las conductas descritas, explicar el control, la ontogenia, filogenia, su función y evolución (Galindo y Orihuela, 2004).

2. 1.10 Patrones de comportamiento del ganado vacuno

El estudio del comportamiento lo podemos dividir en innato y adquirido, y está determinado por patrones heredados y patrones adquiridos, continuamente modificables mediante la experiencia de cada organismo individual en ambientes determinados.

En las interacciones sociales de los animales domésticos, se producen diferentes patrones de comportamiento como: el vínculo de pareja, las relaciones sociales entre y dentro de los grupos por sexo y edad. En los animales confinados sin suficientes espacios en los comederos, echaderos y lugares de confort se observan algunos comportamientos sociales modificados (Nielsen *et al.*, 1996).

El comportamiento debido a un estímulo de agresión, permite que el animal reaccione a situaciones potencialmente nocivas y al mantenerse alerta mantiene su seguridad. La amenaza, la lucha, la huida, la calma, o el retiro se les da el término común de comportamiento “agonista” (que en latín significa lucha). Las actividades agonistas tienden a ser agresivas o sumisas y en los animales que forman grupos con equilibrio jerárquico como los bovinos, conducen a órdenes de dominancia social bien definidas. Cuando un bovino realiza una aproximación pasiva hacia uno de sus congéneres, la amenaza

moderada por parte de éste, a menudo resulta suficiente para disuadir al animal a tener un contacto físico. Las interacciones activas entre dos animales se producen cuando el animal realiza una amenaza deliberada. Si el animal amenazado registra la aproximación, dicho registro se traduce en el descenso de la cabeza, como en el comportamiento agnóstico, pero manteniendo la frente casi paralela con el suelo y con el cuello extendido.

Por el contrario, si el sujeto amenazado realiza a su vez un acto de amenaza, se produce una interacción agonística. La postura de amenaza en las hembras es similar a la de los machos (Zayan y Dantzer, 1990).

2.1.11 Asociación

Los bovinos tienen una convivencia gregaria debido a que se reúnen en grupos, en forma voluntaria o involuntariamente y es evidente en los sistemas intensivos y extensivos.

Las interacciones sociales en grandes agrupaciones dependen de la posición que ocupen los individuos dentro de la jerarquía social, para lo cual se adaptan rápidamente a la dominancia-subordinación necesaria. Para la estabilidad de la asociación es imprescindible que exista el reconocimiento entre los distintos individuos. Durante las huidas, los animales que se mantienen en grupo, o en situaciones de alta densidad, pueden verse forzados a violar el espacio personal de los otros y provocar un mayor número de interacciones.

Dentro de los patrones de conducta, en la gama de interacciones, se establece la jerarquía u orden social mediante la dominancia en los animales que conviven por periodos mayores a las 48 h. En ganado vacuno se establece la jerarquía social por periodos largos, aunque se producen pequeños ajustes cuando son introducidos nuevos individuos en el hato. Una jerarquía social

sólida es de gran importancia para la estabilidad del rebaño (Galindo y Orihuela, 2004).

La jerarquía puede variar en las distintas razas. Se ha comprobado en algunos rebaños que la experiencia, edad del animal, la alzada o el peso corporal son factores decisivos que influyen sobre la jerarquía social (Fraser y Broom, 1997). Las jerarquías pueden ser complejas, lineales, triangulares y mixtas (Martin y Bateson, 1999).

La comunicación entre animales es importante para crear un estatus social, así como la imitación del inicio de diversas actividades entre los miembros del rebaño, como una estrategia para la preservación de la vida ante diferentes riesgos, en el establecimiento del territorio, en el cortejo o en la copulación.

2.1.12 Temperamento

El temperamento depende de factores físicos, así como de experiencia, aprendizaje y genéticos. Se tienen cuatro diferentes tipos de temperamento en el ganado bovino manejado en manga o embudo (shut).

Los dóciles: Se muestran tranquilos e incluso mantienen la cabeza en la trampa.

Los alarmados: Tratan de escapar y agitan sus cabezas de un lado a otro.

Los muy alarmados: Forcejean, braman, agitan la cabeza y defecan.

Los sumisos: Permanecen en la manga con la cabeza gacha empujando hacia adelante y arrodillados. El conocimiento de estos diferentes tipos de temperamento es importante para la manipulación de los animales así como el mejorar sus capacidades productivas y reproductivas (Ewbank, 1961).

2.1.13 Liderazgo

La capacidad de iniciar una actividad que será seguida por los otros miembros del grupo se le denomina líder de movimiento o actividad. En las manadas de ganado vacuno el líder es usualmente un macho para actividades de movimiento principalmente sexuales, aunque en grupos integrados por hembras asumirá el liderazgo una de ellas (James, 1949).

El orden de desplazamiento de lugares es dado por movimientos voluntarios y libres, donde un animal actúa como líder y frecuentemente se encuentra a la cabeza del grupo, como sucede en animales en pastoreo. Sin embargo, líder no necesariamente está en la posición más alta en la escala jerárquica.

Un buen líder es generalmente sociable, posee experiencia en el comportamiento social de los integrantes del grupo, donde se aproveche el comportamiento natural gregario que tiene el ganado para facilitar sus movimientos (Smith, 1998).

2.1.14 Comportamiento social y sexual

La incorporación de animales jóvenes a la manada, a la edad de 5 a 9 meses, ocasiona competencia por los forrajes y lugares de confort; la competencia en los animales recién llegados dura pocas horas, hasta que toman su lugar dentro de la jerarquía del hato.

En la mayoría de las razas vacunas, las luchas consisten en acometidas mutuas, cabeza contra cabeza, empujones en los flancos, para obligar a retroceder al adversario, prolongándose estas luchas hasta el agotamiento corporal de uno de los participantes. Los primeros puestos de la clasificación social son ocupados por los animales de mayor peso y experiencia. En condiciones naturales, el toro reconoce a las hembras uno o dos días antes del

celo. Durante el celo se produce en el toro un aumento de la excitación y acoso, hasta que finalmente se efectuó el coito (Kolb, 1999).

2.1.15 Comportamiento materno

De acuerdo con Schloeth (1961), las vacas semi-silvestres criadas en condiciones extensivas (*bos indicus*) tienden a buscar lugares escondidos para parir y se separan del hato por varios días. Durante este tiempo se desarrolla la relación madre cría, asegurando al neonato alimentación, cuidado y protección (Hoposter *et al.*, 1995).

En el ganado especializado en la producción de carne, el amamantamiento se realiza por 46 minutos aproximadamente en cuatro o cinco ocasiones por día, independientemente del sexo o la raza. En el caso de los becerros cebuinos maman con menos frecuencia a medida que crecen, pero el tiempo que dedican a esta actividad es similar a los becerros de razas cárnicas. Ambos estudios encontraron que el amamantamiento ocurre con mayor frecuencia en las primeras horas de la mañana y por la tarde en comparación con otros periodos del día (Reinhardt y Renihardt, 1981; Odde *et al.*, 1985).

En el caso de las vacas *B. indicus*, por lo general muestran características maternas más fuertes que *B. taurus* (Chenoweth, 1994). Quizás al menos en parte, esto se deba a experiencias tempranas (Stricklin y Gonyou, 1983). Los becerros machos generalmente se destetan alrededor de los once meses y las hembras a los ocho (Reinhardt y Reinhardt, 1981), por lo que la vaca aparentemente invierte más recursos en los machos que pueden producir mayor descendencia por año, que en las hembras que generalmente solo producen una cría (Haupt, 1998).

2.1.16 Dominancia

Se refiere a la interacción de dos individuos en un grupo, donde existe el dominante y el subordinado (Hafez y Bouissou, 1975). Estos individuos, al competir por recursos como comida, agua, lugares de confort o durante las actividades sexuales como la cópula, desplazan a otros. Los animales dominantes obtienen mejores recursos cuando estos son limitados y esto los hace menos susceptibles a problemas de salud (Galindo y Broom, 2000).

La relación de dominancia – subordinación es importante en los sistemas intensivos de producción, ya que por la falta de espacio, los individuos subordinados no tienen la oportunidad de evitar confrontaciones y tienden a adoptar estrategias, de separarse del animal que lo arremete o esperarse para comer, para evitar la confrontación. Dicha relación en novillos jóvenes de razas de carne se forma muy pronto después del destete y permanece estable incluso cuando se mueva el grupo de un corral a otro (Stricklin y Gonyou, 1981).

Existen diferencias de dominancia entre razas, como ejemplo la raza Angus tiende a dominar a la Shorthorn y esta a la Hereford (Galina *et al.*, 1982). El concepto de dominancia fue introducido en 1922 por Schjelderup (Fraser y Broom, 1997), posteriormente por Syme y Syme (1979), al describirlo como un componente del comportamiento agresivo en los animales. Uno de los problemas de este concepto, es que la mayoría de las veces está ligada a la agresión (Beilharz y Zeeb, 1982).

Por otro lado se menciona que el término agresión debe ser un concepto separado, debido a su definición, que se entiende como la motivación y comportamiento que es suplantado por otro animal; en tanto que la dominancia se refiere al comportamiento de un animal inhibido, en presencia de otro y es la suma de conocimientos que pueden ser adquiridos por la integración agresiva u otras actividades, que corresponden dentro de la jerarquía del hato y es dada

por un número determinado de experiencias dentro del grupo (Hassentein, 1980). Zeeb (1976) también menciona a estos fenómenos, como atracción y repulsión, cuando categoriza el comportamiento social del ganado.

El sentido de la dominancia social y los problemas asociados a estos fenómenos, dependen de algunos individuos que pueden inhibir el comportamiento de otros en alguna actividad determinada (Price, 2002).

Algunas de las medidas para entender el estatus de la dominancia, se obtuvieron mediante la observación de varios hatos. Existen métodos como el de Beilharz y Mylrea (1963), también conocidos como métodos de jerarquía o rango social. Algunos investigadores están de acuerdo en que conocer la dominancia en un hato tiene consecuencias importantes para el manejo de los animales y para mejorar su producción, aunque hay otros autores que reportan dificultad para determinar el concepto de dominancia (Rowell, 1974; Syme, 1974; Hughes, 1977; Syme y Syme, 1979).

La dominancia se establece por largos periodos en el hato y tiende a presentarse en forma lineal, ej: $(A > B > C > D > E)$ o no son lineales como $(A > B > C > D > A)$, esto puede ser medido mediante la metodología del índice Landau (Chase, 1974).

Se pueden encontrar varios métodos para medir de forma indirecta la dominancia tanto en el ganado de carne como en el de leche, como son el índice de desplazamiento y el índice de éxito, donde el primero se refiere al número de interacciones entre dos animales y las veces que es desplazado y el segundo solamente al número de animales que puede desplazar (Lehner, 2000).

El índice de desplazamiento y el de éxito nos ayudan a conocer la dominancia que existe en un animal sobre otro y de forma indirecta a conocer su posición jerárquica dentro del hato. El primero se refiere al número de veces

que un animal desplaza a otro, donde pueden ser varias ocasiones; y el segundo al número de animales que es capaz de desplazar donde sólo se contará en una sola ocasión.

La dominancia generalmente se determina desde los pocos minutos después del nacimiento, hasta horas después de entrar al grupo, como lo mencionan Strecklin y Gonyou, (1981). Reinhardt y Reinhardt (1981), reportan que la interacción que observaron durante un periodo de cinco años en ganado cebú y la determinación de cohesión del núcleo, fue asociada con los descendientes; también se observó que cuando no existía la interacción del ser humano en el manejo del ganado, éste tendía a establecer una organización matriarcal.

El tamaño de grupo y composición para un adecuado funcionamiento por jerarquía, según Bratanas (1968), es de cincuenta animales. Los animales pueden recordar hasta 70 y mantener una jerarquía armónica se recomienda de 50 a 60 vacas, para un grupo funcional como máximo Arave y Albright (1981). Para el manejo de sementales, Mcfarlane (1974), en estudios realizados en grupos demasiado grandes (de 400 animales), observó que los sementales establecen un comportamiento de timidez y cuando los grupos son demasiado pequeños (aproximadamente de cinco), se muestran agresivos.

Algunos animales pueden modificar el comportamiento de otros y esto tener un decremento de la productividad, salud y bienestar de los animales (Zayan y Dantzer, 1990). El estatus social de un animal es un factor importante entre los encuentros individuales, debido a que al tener menor rango en el hato esto afecta negativamente por estar mucho tiempo paradas en situaciones de aglomeración (Wirenga, 1983) y subsecuentemente puede ser más propensas a cojeras (Galindo y Broom, 1993). También podemos encontrar que animales enfrentados a ambientes desconocidos incrementan los niveles de estrés y esto conlleva a un aumento en la temperatura corporal causando un estrés calórico y modificando la conducta en cerdos (Degushi, 1998), en borregos

(Baldock y Sibyl, 1990), o perdiendo peso cuando son agrupados con individuos desconocidos (Rushen, 1987).

En experimentos con monos estimulados por luz que antecedian a una descarga eléctrica encontraron mayores las concentraciones de cortisol cuando el animal estaba solo o acompañado, que cuando estaban presentes seis o más monos (Coe *et al.*, 1982), lo mismo sucedió en vacas cuando estuvieron acompañados por uno o varios individuos de acuerdo a su comportamiento en pasturas (Takeda *et al.*, 2000).

Sherwin *et al.* (2003) dan algunas directrices que pueden servir para el manejo ético de estudios en etología aplicada, como guía utilizando lo que denominan las tres R'S.

- **Reemplazo**, el uso de videos en animales donde no sean estresados, a menos que el estudio o la enseñanza sea justificada, así como el uso de animales de laboratorio (Rusell y Burch, 1959).

- **Reducción**, cuando son demasiado caros en su mantenimiento o en animales exóticos usar el mínimo de animales para la investigación, sin afectar los resultados estadísticos.

- **Refinamiento**, se refiere a buscar el menor dolor, estrés o sufrimiento de los animales.

2.2 Historia del estrés

El concepto de estrés se remonta a la década de 1930. En la Universidad de Praga, Hans Selye, observó que todos los enfermos a quienes estudiaba, indistintamente de la enfermedad propia, presentaban síntomas comunes y generales: cansancio, pérdida del apetito, baja de peso, entre otros. Esto llamó mucho la atención de Selye, quien le denominó el "Síndrome de estar enfermo". Posteriormente Hans Selye en Canadá, en la Escuela de Medicina de la Universidad McGill, desarrolló sus famosos experimentos del

ejercicio físico extenuante con ratas de laboratorio que comprobaron la elevación de las hormonas suprarrenales (ACTH, adrenalina y noradrenalina), la atrofia del sistema linfático y la presencia de úlceras gástricas. Al conjunto de estas alteraciones orgánicas lo denominó "estrés biológico".

Selye consideró entonces que varias enfermedades desconocidas como las cardíacas, la hipertensión arterial y los trastornos conductuales no eran sino la resultante de cambios fisiológicos producto de un prolongado estrés en los órganos de choque mencionados y que estas alteraciones podrían estar predeterminadas por cuestiones genéticas o ambientales.

Desde 1935, Hans Selye (considerado padre del concepto estrés), introdujo este concepto como síndrome o conjunto de reacciones fisiológicas no específicas del organismo a diferentes agentes nocivos del ambiente de naturaleza física o química.

El estrés es un fenómeno que se presenta cuando las demandas de la vida se perciben demasiado difíciles. El individuo se siente ansioso y tenso y se aumentan los latidos cardíacos.

El estrés se manifiesta cuando reaccionan los animales a la presión, sea del mundo exterior o del interior del organismo. El estrés es una reacción normal de la vida de los animales de cualquier edad, se produce por el instinto del organismo de protegerse de las presiones físicas o conductuales, o en situaciones extremas de peligro (Dobson y Smith, 2000).

El resultado fisiológico de este proceso es un deseo de huir de la situación que lo provoca o confrontarla violentamente (Galindo y Orihuela, 2004). En esta reacción participan casi todos los órganos y funciones del cuerpo, incluidos el cerebro, los nervios, el corazón, el flujo sanguíneo, el nivel de algunas hormonas, la digestión y la función muscular.

El estrés es un estímulo que trae como consecuencia cambios conductuales o físicos. Si el peligro es real o percibido como tal, el resultado es

el mismo. Usualmente provoca tensión, ansiedad, y distintas reacciones fisiológicas. Es la respuesta fisiológica, psicológica y de comportamiento de un sujeto que busca adaptarse (Solano *et al.*, 2004).

El estrés lo podemos considerar como un cambio ambiental que rompe con la homeostasis del animal, éste se refiere al estado en que la homeostasis de los animales es amenazada o se percibe como amenaza (Squire, 2003), o la respuesta del cuerpo a condiciones externas que perturban el equilibrio metabólico. El estrés natural es aquel que se produce en respuesta a una acción y no daña al animal. Los daños que causa pueden influir sobre aspectos reproductivos, el bienestar animal y causar daños patológicos en los animales.

Debido a que el estrés no puede ser evitado totalmente en el mundo real, algunos de los estímulos debidos a éste son benéficos para la sobrevivencia del animal. El estrés produce cambios químicos en el cuerpo de los animales; en una situación de estrés, el cerebro envía señales químicas que activan la secreción de hormonas (catecolaminas como la adrenalina) en la glándula suprarrenal. Las hormonas inician una reacción en cadena en el organismo, el corazón late más rápido y la presión arterial sube; la sangre es desviada de los intestinos a los músculos para huir del peligro y el nivel de insulina aumenta para permitir que el cuerpo metabolice más energía.

El eje hipotálamo hipófisis adrenal y el sistema nervioso simpático juegan un papel importante en las respuestas conductuales de los animales (Ruckebush *et al.*, 1994).

Estas reacciones permiten evitar el peligro. A corto plazo, no son dañinas. Pero si la situación persiste, la fatiga resultante será nociva para la salud general del individuo. Asimismo, el estrés puede provocar una pérdida o un aumento del apetito con la consecuente variación del peso del individuo. Es un estado sistémico que aparece a consecuencia de la aplicación prolongada de factores negativos para el animal ocasionando el estrés (Broom *et al.*, 1995).

Los factores estresantes como los ambientales, estimulan respuestas homeostáticas y de comportamiento que rebasan la actividad normal del organismo (Dantzer *et al.*, 1983).

2.2.1 Causas del estrés

Entre los diversos factores que inducen estrés en los animales se han señalado: privación del alimento, variaciones de la temperatura, transporte por períodos prolongados y sin espacios correctos, ejercicio muscular prolongado o repentino, así como estímulos sociales, agrupamiento de animales de distinto origen, transporte, al cargar, descargar, arreo, hacinamiento, movimiento, ruido, vibraciones (Mitchell y Hattingh, 1988; Shaw y Tume, 1992; Cockram *et al.*, 1996; Gallo, 1996).

Un medio satisfactorio para los animales es aquel que proporciona confort térmico, físico y control de las enfermedades. Un ambiente que no cuente con estos factores llevará al estrés. Blood-Om (1992) menciona algunas de las influencias ambientales que desencadenan respuestas fisiológicas en los animales.

- **Causas nutricionales.** Falta de energía, volumen y líquido.
- **Clima.** Temperaturas de confort para la especie; en el cambio repentino de clima en animales en pastoreo decrece el mecanismo de producción y conservación de calor.
- **Esfuerzo Físico.** Cuando participa en carreras de resistencia (caballos) o permanece de pie durante el transporte por periodos largos (bovinos); lucha, temor, excitación, durante la captura.
- **Dolor.** Dolor intenso, como en el cólico grave de los caballos.
- **Hacinamiento.** Diferente temperatura, humedad, agotamiento físico por permanencia durante largos periodos de pie, pisoteo y dificultad para llegar a los recursos alimenticios.

- **Albergue.** Espacios adecuados para la especie a manejar y lugares de confort.
- **Tranquilidad o Excitación.** La interacción del hombre u otros animales que causen temor, desencadena respuestas de estrés en los animales.
- **Rebaños.** Aquellas especies que están acostumbradas a mantenerse en forma gregaria se angustian si se les separa del grupo familiar.

2.2.2 Eje Hipotálamo hipófisis adrenal

Las hormonas regulan la reproducción; cambios en el metabolismo influyen en el crecimiento y afectan la inmunidad así como también alteran el comportamiento de los animales. En el eje hipotálamo hipófisis adrenal (HHA) se da la liberación de la hormona liberadora de la corticotropina, que es un péptido de 41 aminoácidos conocido como factor liberador de corticotropina (FRC). El FRC estimula la hipófisis anterior para liberar la hormona adrenocorticotrófica, que en inglés se le denomina *adrenocorticotrophic hormone* (ACTH), y también libera péptidos derivados de pro-opiomelanocortina como β endorfinas. Este péptido opioide tiene un efecto analgésico y reduce la respuesta al estrés para inhibir la liberación del FRC.

El principal glucocorticoide producido en humanos, porcinos, bovinos, ovinos y peces es el cortisol, mientras que en ratas y aves es la corticosterona (Squires, 2003).

2.2.3 Glándula adrenal

Con excepción de las secreciones de la hipófisis, las glándulas adrenales son las que tienen efectos más diversos. Las adrenales de los mamíferos se dividen embriológica, estructural y funcionalmente como si fueran dos órganos distintos: la corteza y la médula. Las hormonas corticales son esteroides y su actividad principal es en el metabolismo de los carbohidratos y electrolitos. Mientras que las que secreta la médula son aminas con efectos similares a los

de los neurotransmisores simpáticos post-ganglionares. Las dos partes de la glándula son importantes para la adaptación de los animales a un medio adverso. La forma de la glándula adrenal en aves y mamíferos, es elipsoidal, con simetría bilateral, ubicados en los polos craneales de los riñones. La distancia que guarda con el riñón y su proximidad a la vena cava posterior varía de una especie a otra, al igual que entre la glándula derecha y la izquierda. En un corte transversal, la adrenal de los mamíferos aparece separada en una corteza externa alrededor del tejido medular interno.

2.2.4 Corteza adrenal

Se deriva del epitelio celómico mesodérmico, por lo tanto, esta parte de la glándula está relacionada embriológicamente con otras glándulas endocrinas estereoidogénicas importantes, las gónadas. La corteza adrenal de los mamíferos se divide normalmente en tres zonas: *zona reticular*, *zona fascicular* y *zona glomerular*. La zona más interna, la reticular, está adyacente a la médula y consiste en células distribuidas de manera aleatoria con citoplasma que se tiñe densamente y con un alto porcentaje de núcleos picnóticos. En la zona fascicular, o parte media, las células están distribuidas en columnas y en la zona glomerular externa, existe un arreglo en forma de rizo que da una apariencia de acinos (Swenson y Reece, 1999). Todas las células de la corteza adrenal tienen las características intracelulares propias de la síntesis de hormonas esteroideas; abundantes gotas lipídicas que contienen ésteres de colesterol (Cumminghan, 1999).

2.2.5 Médula adrenal

Es relativamente homogénea; sus células contienen gránulos secretores y a menudo está dispuesta en lóbulos. Se han identificado dos diferentes células secretoras de norepinefrina. En los bovinos, las células de epinefrina se concentran en la parte externa de la médula. Esta parte de la glándula adrenal emerge de la cresta neural y las células cromafinicas y se diferencian de los

neuroblastos. Por esta razón y debido a que los nervios que llegan a la médula adrenal consisten en neuronas simpáticas pre-ganglionares, se considera que las células de la médula adrenal son neuronas simpáticas post-ganglionares modificadas (Ruckebush *et al.*, 1994).

2.2.6 Síntesis de los corticosteroides

De la corteza suprarrenal han sido aislados numerosos corticosteroides, todos los cuales derivan de la corticoesterona y se diferencian entre sí por los radicales unidos a los átomos de carbono (Gurtler *et al.*, 1987). La síntesis de los esteroides adrenales implica las vías clásicas de la biosíntesis esteroidea.

El colesterol es el principal precursor en la síntesis de estas hormonas. En uno de los pasos iniciales en la síntesis de esteroides participa una enzima: 17 α -hidroxi-pregnelonona, que desdobla la cadena lateral de carbonos de la molécula, dejando un esteroide de 21 carbonos conocido como pregnenolona. Esta fase se produce en la mitocondria. La síntesis de todas las hormonas esteroideas, con independencia de su forma, utiliza pregnenolona como precursor (Cumminghan, 1999).

2.2.7 Colesterol

El colesterol se forma a partir de acetil coenzima A (acetil- CoA) mediante una compleja serie de reacciones que involucran diversos intermediarios, como β -hidroxi- β -metoglutaril-Coenzima-A (HMG-CoA), mevalonato y dos isoprenos activados (pirofosfato de dimetilalilo y pirofosfato de isopentenilo). Entre esta serie de reacciones se encuentra la condensación de unidades de isopreno para producir escualeno no cíclico, el cual se cicla para formar un anillo esteroide y su cadena lateral, que después de varias reacciones, se convertirá en colesterol. La síntesis de colesterol es inhibida por concentraciones intracelulares elevadas de la misma molécula (Hicks, 2001).

El colesterol es el precursor de las cinco clases principales de hormonas esteroideas: progestágenos, glucocorticoides, mineralocorticoides, andrógenos y estrógenos. La progesterona es un progestágeno que prepara los revestimientos del útero para el mantenimiento del embarazo. Los andrógenos (testosterona) son responsables del desarrollo de los caracteres sexuales secundarios de tipo masculino, mientras que los estrógenos (como la estrona) son necesarios para el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios de tipo femenino. Los estrógenos, junto con la progesterona, también participan en el ciclo ovárico. Los glucocorticoides (como el cortisol) promueven la gluconeogénesis y la formación del glucógeno (que es la forma de almacenamiento de la energía en los músculos e hígado), y también aumentan la degradación de grasas y proteínas, al permitir que los animales respondan al estrés; de hecho, la ausencia de glucocorticoides puede ser letal. Los mineralocorticoides (como la aldosterona) actúan sobre el tubo distal del riñón y originan un incremento de la reabsorción de Na^+ y de la concentración de K^+ y H^+ , lo cual provoca un incremento del volumen y de la presión sanguínea (Stryer, 1995).

Si bien la mayor parte de las células animales son capaces de sintetizar el colesterol, la vía para la formación de colesterol es prácticamente activa sólo en las células hepáticas. Parte de la función de las lipoproteínas es el transporte del colesterol de la dieta y del que se deriva del hígado al resto de las células del organismo (Horton *et al.*, 1995).

2.2.8 Biosíntesis del colesterol

La biosíntesis de colesterol ocurre en cuatro etapas:

1. Tres unidades de acetato se condensan para formar un intermediario de seis átomos de carbono, el mevalonato.
2. El mevalonato se convierte en unidades activadas de isopreno.

3. Se polimerizan seis unidades de isopreno (cinco átomos de carbono) para formar una estructura lineal de 30 átomos de carbono, que se denomina escualeno.
4. El escualeno se cicla para la formación de cuatro anillos unidos (A, B, C, y D), que forman el núcleo de los esteroides conocido como el ciclo pentanoperidrofenantreno y posteriormente por una serie de cambios (oxidaciones, remoción o migración de grupos metilo) se obtiene el producto final, el colesterol (Hicks, 2001).

2.2.9 Hormona adrenocorticotrópica (ACTH)

La ACTH es un polipéptido de 39 aminoácidos cuya secuencia varía según las especies. De los 39 aminoácidos, sólo 13 tienen actividad biológica conocida. Los restantes determinan la actividad inmunológica (Montgomery *et al.*, 1999).

2.2.10 Actividad y síntesis de la ACTH

La ACTH estimula dos de las tres zonas de la corteza adrenal que son la zona fascicular, donde se secretan los glucocorticoides (cortisol y corticosterona) y la zona reticular, que produce andrógenos como la dehidroepiandrosterona (DHEA) y la androstenediona. La ACTH es permisiva, aunque no necesaria, sobre la síntesis y secreción de mineralocorticoides.

2.2.11 Forma de acción de la ACTH

La ACTH se fija a los receptores de membrana de la glándula corticoadrenal. Esta unión produce un aumento de la concentración intracelular de adenosinmonofosfato cíclico (AMPc), que activa a la adenilciclase (una proteína quinasa), que a su vez activa las enzimas responsables de la transformación del colesterol en pregnenolona, un precursor de los glucocorticoides.

2.2.12 Formas de medir el estrés

La única medida aceptable de la existencia o inexistencia de estrés es el nivel sanguíneo de corticoides adrenales. La importancia del estrés es que puede causar la aparición de enfermedades psicosomáticas y aumentar la susceptibilidad a las infecciones. Un nivel muy elevado de éstos representa un problema para el bienestar de los animales.

El cortisol se puede medir por suero sanguíneo, saliva, orina, leche y heces fecales.

2.2.13 Problemas que ocasionan el estrés

La reducción del estrés del ganado durante los trabajos de manejo contribuye a reducir las enfermedades y ayuda a que los animales vuelvan a consumir alimento. Muchos de los efectos dañinos del manejo estresante sobre el rendimiento y la salud animal se deben al ambiente. La experiencia práctica de los ganaderos, tanto en los ranchos como en los corrales de engorda, demuestra que si los animales están habituados al trato de la gente, tanto a pie como a caballo, serán más tranquilos y fáciles de manejar. La primera experiencia de un animal con un corral, una persona o un equipo nuevo debería ser lo más positiva posible. Si la primera vez se aplica un procedimiento muy doloroso o desagradable, puede hacerse difícil conseguir que el animal vuelva a entrar al mismo lugar. Las siguientes recomendaciones mejorarán el manejo: mover los animales en grupos pequeños, no sobrecargar el corral de encierro, eliminar los bastones eléctricos, dejar abiertas las puertas que impiden el retroceso, eliminar los elementos visuales de distracción que hacen que los animales se frenen, usar los principios de la zona de fuga y el punto de balance, y reducir el ruido (Grandin, 1998).

2.3 Descubrimiento de la progesterona (P₄)

El papel de los ovarios y el control de la función reproductiva fue establecido en 1900 por Knauer, quien encontró que el trasplante de ovarios, prevenía los síntomas de atrofia de la gonadoectomía. Posteriormente Allen y Doisy, (1923), encontraron una actividad mayor en los folículos de Graff como una fuente de esteroides. La progesterona fue aislada y sintetizada en 1934 (Hadley, 2000).

2.3.1 Hormonas esteroides

Las hormonas esteroides se sintetizan en la corteza suprarrenal (corticosteroides) o en las gónadas y son conocidas como esteroides sexuales. El colesterol, cuyo precursor químico es el ciclo pentano-perhidro-fenantreno. Su cadena lateral se desdobra para producir la pregnolona de 21 carbonos, la cual sufre una serie de hidroxilaciones enzimáticas específicas; al colocar un doble enlace se forma progesterona, testosterona, cortisol, aldosterona, o por aromatización, estrógenos en el anillo "A" de su estructura. Las hormonas esteroides son sustancias liposolubles con núcleos precursores de colesterol, sintetizadas en las gónadas y corteza suprarrenal. En la sangre la progesterona tiene una vida media de 10 a 30 minutos (McDonald y Pineda, 1989).

La corteza suprarrenal es la principal fuente de glucocorticoides producidos en la zona fascicular, reticular y de mineralocorticoides en la zona glomerulosa así como una producción de esteroides sexuales (zona reticular), la ACTH estimula a la mitocondria para producir el colesterol y transformarlo en pregnelona. La pregnelona se convierte en glucocorticoides, mineralocorticoides o esteroides sexuales mediante tres ciclos enzimáticos diferentes localizados en el microsoma y las mitocondrias (McDonald y Pineda, 1989).

2.3.2 Acción de los mensajeros químicos

Los iones de calcio y AMP cíclico (AMPc) se consideran como los mensajeros secundarios implicados en la activación hormonal de células blanco. Las prostaglandinas también se pueden considerar como un tipo de mensajero secundario intracelular, ya que se difunden a través de membranas celulares, modifican la reacción de los receptores en la membrana plasmática y modulan los efectos de hormonas peptídicas en células blanco (Hadley, 2000).

En la mayor parte de los tejidos endocrinos, como adenohipófisis, páncreas y médula suprarrenal, el Ca^{2+} se considera como el mensajero secundario más importante, mientras que el AMPc se relega a un segundo término. Además de los efectos del calcio en los mecanismos contráctiles y la permeabilidad de la membrana plasmática, es un importante regulador de la actividad enzimática. La adenil ciclasa, adenilmonofosfato ciclico (AMPc), fosforilasa cinasa y adeniltrifosfatasa (ATPasa) todas como enzimas son dependientes de Ca^{2+} (Taylor *et al.*, 1990).

En tejidos bajo controles adenohipofisarios (corteza suprarrenal, gónadas, tiroides) la producción de AMPc resulta a partir de la acción de la adenilatociclasa presente en la capa lípida interna de la membrana plasmática; esta enzima transforma el adenosiltrifosfato (ATP) citoplasmático en AMPc, donde las hormonas peptídicas y las catecolaminas son reguladas por AMPc (Ruckebush *et al.*, 1994).

Todas las acciones de AMPc en las células se expresan por la transformación de la enzima fosfocinasa inactiva, en una enzima activa, causando la fosforilación de sustratos proteínicos específicos, para provocar respuestas en las células blanco (Herrera, 1991).

2.3.3 Mecanismos de acción del AMPc

Las hormonas no modifican ninguno de los ciclos metabólicos intrínsecos en las células, pero alteran la velocidad de las reacciones bioquímicas o

activan procesos metabólicos inactivos que están presentes en las células. Las enzimas que participan en numerosos ciclos metabólicos que existen en el citoplasma celular, no son activas. Para que estas enzimas se activen, las proteínas se deben fosforilar por proteincinasas.

La formación de eicosanoides se inhibe por AMPc, el cual evita la acción de la fosfolipasa A2 en la estructura de la membrana plasmática y por consiguiente la liberación de ácido araquidónico que se encuentra libre en las células (Wilson y Foster, 1985).

2.3.4 Síntesis de la progesterona

El colesterol que es el más importante precursor de todos los esteroides y se convierte en progesterona. La progesterona se produce como un intermediario biosintético por los folículos en todas las etapas de crecimiento del desarrollo y como un producto secretor final en los periodos preovulatorios y posovulatorios. En todas las especies, la mayor estimulación de biosíntesis de progesterona es por una oleada de LH que termina con la ovulación, ya que las células de la granulosa se hipertrofian o luteinizan para formar las células lúteas de la granulosa (Stratuss *et al.*, 1981).

Los folículos primordiales, conocidos también como folículos preantrales caracterizados por aumento en el tamaño del oocito y el número de células granulosas, estos se presentan como folículos antrales grandes o pequeños, que se distinguen por la formación de un antro lleno de folículos y un mayor incremento en el número de células granulosas (Richards, 1980).

Los receptores específicos de progesterona presentes en tejidos femeninos como oviducto, útero, vagina, glándula mamaria y adenohipófisis, aumentan en gran número debido al estradiol. La administración de progesterona disminuye el número de proteínas receptoras disponibles (regulación en decremento). El estradiol y la progesterona por lo tanto tienen efecto opuesto en el sistema

receptor-esteroide-ovárico. Los receptores de progesterona también pueden ocuparse por un derivado sintético de la progestina, la noretindrona RU 486, que funciona como un agente antagonista de la progesterona. La acción de la progesterona funciona principalmente en los órganos reproductivos y tejido mamario. La progesterona regula el movimiento del embrión por el oviducto y particularmente, prepara al útero para recibir el blastocisto para inducir el desarrollo de complicadas estructuras glandulares en el endometrio proliferante (Olson *et al.*, 1984).

La progesterona contribuye a la expresión de estro en vacas y ovejas. En vacas se presenta con frecuencia el primer estro después del parto, encontrándose casos a los 28 días como celo silencioso. En estas especies los estrógenos no son capaces de provocar la expresión de receptibilidad sexual, conocido como la ausencia de previa preparación de progesterona.

La fase lútea del primer ciclo estral proporciona la progesterona requerida, para la apropiada manifestación del siguiente estro. Durante la gestación, la progesterona provoca la relajación de la musculatura lisa, reduce la excitabilidad del miometrio y genera el sistema secretor de glándulas mamarias. También participa en el proceso inmunosupresor que evita en el organismo el rechazo al embrión en desarrollo (Clarke y Cummins, 1982).

La fuente principal de progesterona son las células luteínicas del cuerpo amarillo o cuerpo lúteo. Aunque se ha aislado esta hormona de la corteza suprarrenal y placenta de diversos animales, su lugar de origen más importante sin duda es el cuerpo amarillo. Al fin de la gestación, la placenta puede convertirse en fuente de progesterona en algunos animales. Los efectos normales de la progesterona se observan solamente después que el tejido blanco ha estado expuesto durante cierto tiempo a estimulación por estrógenos. Esta preparación por los estrógenos conduce a un efecto sinérgico.

La progesterona provoca inactividad del miometrio y secreción de leche uterina por las glándulas endometriales y también aumento en la profundidad, sobre todo en la ramificación y tortuosidad de las glándulas uterinas (McDonald y Pineda, 1989).

2.3.5 Metabolismo de la progesterona y su medición

Todos los esteroides ováricos libres (activos) en plasma se catabolizan principalmente en el hígado, por conjugación del ácido glucorónico y sulfatos; estos esteroides, al hacerse hidrosolubles son excretados por la bilis y orina (Stratuss *et al.*, 1981). La vida media de progesterona y estrógenos es relativamente corta (de 10 a 30 minutos). La degradación de la progesterona es solamente de 22 a 36 minutos en la vaca, lo que significa la necesidad de secreción ininterrumpida para conservar los valores circulantes. Este tiempo es corto si se considera la importancia para la continuidad de la gestación (Olson *et al.*, 1984). Se puede medir en la sangre, leche, orina y excremento, mediante análisis de radioinmunoensayo, o prueba de ELISA (Enzyme Linked Immunoabsorbent Assay).

2.3.6 Causas, reacciones y consecuencias de concentraciones adecuadas y bajas de progesterona

La progesterona en dosis de 4 nanogramos (ng) inhibe la secreción de gonadotropinas de la hipófisis, en algunos animales de tipo cíclico continuo (*eg.* vaca), puede actuar como regulador en la duración del cuerpo lúteo durante el diestro, por ser la principal fuente de progesterona posterior a la fase folicular, donde se produce liberación brusca de la hormona folículo estimulante (FSH) que da origen al desarrollo folicular y a la etapa del proestro en el ciclo estral. Es importante la influencia de la progesterona sobre la lactancia, pues actúa sobre el tejido de la glándula mamaria y las glándulas uterinas. El papel más importante de la progesterona ocurre durante la gestación, al favorecer la

gestación e inhibir en forma parcial la producción de gonadotropinas durante la gestación en algunas especies. La producción de progesterona después del desarrollo del cuerpo lúteo prepara el útero para la gestación. Esta hormona actúa sobre el endometrio por la inhibición de la actividad miometrial y preparación para anidación sin importar si hay o no cigoto presente (McDonald y Pineda, 1989).

Los efectos psíquicos de la progesterona causan la aparición de la conducta materna en la hembra, como por ejemplo la construcción del nido. La progesterona en dosis bajas posteriores a niveles altos estimula la ovulación de la vaca, rata, conejo y aves. Probablemente en forma indirecta por su efecto en la liberación de LH (Hadley, 2000).

2.4 LITERATURA CITADA

Arave, C.W. and Albright, J.L. 1981. Cattle Behavior. J. Dairy Sci. 64, 1318 – 1329.

Allen, E. and Doisy, E.A. 1923. An ovarian hormone: Preliminary report on its localization extraction and partial purification and action in test animals. JAMA. 81, 819 – 821.

Baldock, N.M. and Sibyl, R.M. 1990. Effects of handling and transportation on the heart rate and behaviour of sheep. Appl. Anim. Behav. 28, 15 – 39.

Barton, M.A. 1983a. Behavior of group-reared calves on acid milk replacer. Appl. Anim. Etho. 11, 77 Abstract

Barton, M.A. 1983b. The effects of management and behavioural factors on intake of acidified milk and concentrates by group reared calves. Anim. Prod. 36, 512. Abstract.

Beilhartz R.G. and Zeeb K. 1982. Social dominance in dairy cattle. Appl. Anim. Ethol. 8, 78 – 97.

Beilharz, R.G. and Mylrea, P.J. 1963. Social position and behaviour of dairy heifers in yards. Anim. Behav. 11, 522 – 527.

Blood-Om, D.C. 1992. Medicina Veterinaria. 7^a ed. McGraw-Hill Interamericana, México.

Boleman, S.L., Boleman, S.J., Morgan, W.W., Hale, D.S., Griffin, D.B., Savell, J.W., Ames, R.P., Smith, M.T., Tatum, J.D., Field, T.G., Smith, G.C., Gardner, B.A., Morgan, J.B., Northcutt, S.I., Dolezal, H.G., Gill, D.R. and Ray, F.K. 1998.

- National beef quality audit. – 1995 : Survey of producer-related defects and carcass quality and quantity attributes, *J. Anim. Sci.* 76, 96 -103.
- Bratanas. G.C. 1968. On the dominance order of Friesian-Dutch dairy cows. *Tierzucht. Zuchtsbiol.* 84, 127 – 151.
- Broom, D.M., Mendl, M.T., Zanella, A.J. 1995. A comparison of the welfare of sows in different housing condition. *Anim. Sci.* 61, 369 – 385.
- Buchwalder, T. and Huber-Eicher, B. 2006. Effect of group size on aggressive reaction to an introduced conspecific in group of domestic turkeys. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 93, 251 – 258.
- Clarke, I.J. and Cumins, J.T. 1982. The temporal relationship between gonadotropin-releasing hormone (GnRH) and luteinizing hormone (LH) secretion in ovariectomized ewes. *Endocrinology.* 111, 1737, Abstr.
- Cockram, M.S., J.E. Kent, P.J. Gooddard, N.K. Waran, I.M. McGilp, R.E. Jackson, G.E. Muwanga, S. Prytherch. 1996. Effect of space allowance during transport on the behavioural and physiological responses of lambs during and after transport. *J. Anim. Sci.*, 62, 461 - 477.
- Coe, C.L., Franklin, D., Smith, E.R., Levine, S. 1982. Hormone responses accompanying fear and agitation in squirrel monkey. *Physiol. Behav.* 29, 1051 – 1057.
- Csatádi, K., Kustos, K., Eiben, C., Bilkó, Á. Altb Caer, V. 2005. Even minimal human contact linked to nursing reduce fear responses toward humans in rabbits. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 95, 123 – 128.

- Cumming, R.B. 1983. Further experiments on choice feeding in poultry, in: Recent advances in animal nutrition in Australia. Farrell, D.J. (Ed.). University of New England, Armidale.
- Cumminghan, J.G. 1999. Fisiología Veterinaria. 2ª ed., McGraw-Hill Interamericana, Madrid España.
- Chenoweth, P.J. 1994. Aspects of reproduction in female *Bos indicus* cattle: A review. *Austra. Vet. J.* 15, 28 – 31.
- Chase, I.D. 1974. Models of hierarchy formation in animal societies. *Behav. Sci.* 19, 374 – 382.
- Dantzer, R. and P. Mormede (1983) Stress in farm animals: A need for re-evaluation *J. Anim. Sci.* 57:6 Abstr.
- Dawkins M.S., Holliday T.R., Dawkins R. 1991 *The Tinbergen Legacy*. Chapman & Hall. London.
- Degushi, E. 1998. Relationship between behavior and plasma cortisol concentrations during of unfamiliar piglets. *Anim. Sci. Technol. (Jpn)* 69, (4) 376 - 380.
- Dobson, H. and Smith, R.F. 2000. What is stress, and how does it affect reproduction. *Anim. Reprod. Sci.* 61, 743 -746.
- Duckworth, R.B. and Shirlaw, D.W. 1958. A study of factors affecting feed intake and the eating behavior of cattle. *Anim. Behav.* 6, 147 – 154.
- Dumont, B., Boissy, A., Achard, C., Sibbald, A.M., Erhard, H.W. 2005. Consistency of animal order in spontaneous group movement allows the

- measurement of leadership in a group of grazing heifers. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 95, 55 – 66.
- Duncan, E.T., Appleby, M.C. and Hughes, B.O. 1992. Effect of perches in laying cages on welfare and production of hens. *Brit. Poultry Sci.* 33, 25 – 35.
- Ewbank R. 1961. The behaviour of cattle in crushes. *Vet. Rec.*, 73, 853 – 856.
- Faerveik, G., Andersen, I.L., Boe, K.E. 2005. Preferences of sheep for different types of pen flooring. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 90, 256 – 276.
- Fletcher, I.C. and Lindsay, D.R. 1968. Sensory involvement in the mating behavior of domestic sheep. *Anim. Behav.* 16, 410 – 414.
- Forbes, J.M. and Covasa, M. 1995. Application of diet selection by poultry with particular reference to whole cereals. *World's Poultry Sci.* 51, 149 – 165.
- Fraser A.F. and Broom D.M. 1997. *Farm Animal Behaviour and Welfare* Bailliere Tindall London.
- Galina C.S., Calderon A, McClosky M. 1982. Detection of signs of estrus in the Charolais cow and its Brahman cross under continuous observation. *Theriogenology* 17, 485 – 498.
- Galindo F. and Broom D.M. 1993. The occurrence of lameness in relation to individual behaviour response in dairy cows In: Nichelmann M Wirenga HK Braun S. (Eds) *Proceedings of the International Congress on Applied Ethology* Humboldt University Berlin 318 –320.
- Galindo M.F. and Broom D.M. 2000. The relationships between social behavior of dairy cows and the occurrence of lameness in three herds. *Res. Vet. Sci.* 69, 75 – 79.

Galindo M.F. y Orihuela, T.A., 2004. Etología Aplicada. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México.

Gallo, C. 1996. Consideraciones sobre el manejo *antemortem* en Chile y su relación con la calidad de la carne. Informativo sobre carne y productos cárnicos (edición especial). 21, 27-46.

Gerristen, R., Langendijk, P. Soede, N. Kemp, B. 2006. Effects of artificial boar stimuli on the expression of oestrus in sows. Appl. Anim. Behav. Sci. 92, 37 – 43.

Goodengough, J., McGuire, B., Wallace, R.A. 1993. Perspectives in animal Behavior. John Wiley & Sons. New York.

Grandin, T. 1998. La reducción del estrés del manejo mejora la productividad y el bienestar animal. The Professional Animal Scientist, 14, no 1.

Grandin, T. 2000. Livestock handling and transport 2nd ed. CABI Publishing, Wallingford. UK.

Gurtler, H., Ketz, H.A., Kolb, E., Schroder, L., Seidel, H. 1987. Fisiología Veterinaria. Editoria Acribia. Zaragoza España.

Hadley, E.M. 2000. Endocrinology. Fifth Ed. Prentice Hall. USA.

Hafez E.S.E., Bouissou M.E. 1975. The behavior of cattle: The Behavior Domestic Animals. Ed. E.S.E. Hafez. Bailliere Tindalli. London.

Hemsworth, P.H., Barrett, J.L., Coleman, G.J. and Hansen, C. 1989. A study of relationships between the attitudinal and behavioral profiles of stockpersons

- and the level of fear of humans and reproductive performance of commercial pigs. *Appl. Anim. Sci.* 23: 201 – 314.
- Herrera, E. 1991. *Bioquímica. Aspectos estructurales y vías metabólicas*. 2ª edición. Interamericana-McGraw-Hill. Madrid.
- Hicks, J. J. 2001. *Bioquímica*, Editorial McGrawHill. Hispanoamericana, México.
- Hopster, H., O'Connell, J.M., Blokhuis, H.J. 1995. Acute effects of cow-calf separation on heart rate, plasma cortisol and behaviour in multiparous dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 44: 1 – 8.
- Horton, R. Moran, L., Ochs, S. Rawn, D. Scrimgeour, G. 1995. *Bioquímica*. Editorial Prentice Hall. España.
- Houpt, K.A. 1998. *Domestic Animal Behaviour for Veterinary and Animal Science* 3^{ed} Iowa State University Press. USA.
- Hughes, B.O. 1977. Some implications of dominance hierarchies in intensive husbandry systems. *Appl. Anim. Ethol.* 3: 199.
- James W.T. 1949. Dominant and submissive behavior in puppies as indicated by food intake. *J. Genet. Psychol.* 75: 33 – 43.
- Jensen, M.B., Pedersen, L.J., Munksgaard, L. 2005. The effect of reward duration on demand functions for rest in dairy heifers and lying requirements as measured by demand functions. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 90: 207 – 217.
- Jensen, P. 2002. *The ethology of domestic animals. An introductory text*. CABI Publishing Wallingford, U.K.

- Karash, F.J., Robinson, J.E., Woodfill, C.I.J., Brown, M.B. 1989. Circannual cycles of luteinizing hormone and prolactin secretion in ewes during prolonged exposure to a fixed photoperiod. *Biol. Reprod.* 41: 1034 – 1046.
- Knowles, T.G. and Broom, D.M. 1990. Limb Bone strength and movement in laying hens for different housing system. *Vet. Rec.* 126: 354 – 356.
- Kolb, E., 1999. *Fisiología Veterinaria*. Vol. 2. Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- Lehner N.P. 2000. *Etiological Methods*. 2^a ed. Cambridge University Press. England.
- Martin P. and Bateson P., 1999. *Measuring behaviour: An introductory guide*, second ed. Cambridge University Press, UK.
- McFarlane, J.S. 1974. The effect of two post-weaning management system on the social and sexual behaviour of Zebu bulls. *Appl. Anim. Ethol.* 1: 31 – 34.
- McDonald, L.E. and Pineda M.H. 1989. *Veterinary Endocrinology and Reproduction*. 4 th ed. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Meunier-Salaun, M.C., Vantrimonte, M.N., Raab, A. and Dantzer, R. 1987. Effect of floor area restriction upon performance behavioral and physiology of finishing growing pigs. *J. Anim. Sci.* 64: 1371 – 1377.
- Mitchell, G.J. and Hattingh, M. 1988. Stress in cattle assessed after handling, after transport and after slaughter. *Vet. Rec.* 123: 201-205.
- Montgomery, R., Conway, T., Spector, A., Chappell, D. 1999. *Bioquímica*. Sexta ed. Ed. Harcount Brace. México.

- Munksgaard, L., Jensen, M.B., Pedersen, L.J., Hansen, S.W., Matthews, L. 2005. Quantifying behavioural priorities—effect of time constraints on behaviour of dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 92: 3 – 14.
- Murray, A.C. and Johnson, C.P. 1998. Impact of halothane gene on muscle quality and pre-slaughter deaths in Western Canadian pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 78: 543 – 548.
- Nielsen, B.L. Lawrence, A.B. and Wiltemore C.T. 1996. Feeding behaviour of growing pigs using single or multi-space feeders *Appl. Anim. Behav. Sci.* 47: 235 –246.
- Odde, K.G., Kiracofe, G.H., Schalles, R.R. 1998. Suckling behaviour in range beef calves. *J. Anim. Sci.* 61: 307 – 309.
- Oklahoma State University. 1999. Department of animal Science research report. Stilwater, Oklahoma. P. 965.
- Olson, P.N., Justed, P.W., Allen, T.A., Nett, T.M. 1984. Reproductive endocrinology and physiology of the bitch and queen. *Vet. Clin. North Amer. (Small Anim. Pract).* 14: 927. Abstract
- Petherick, J.C. 2005. A review of some factors affecting the expression of libido in beef cattle, an individual bull and herd fertility. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 90: 185 – 205.
- Pollard, J.C. and Littlejohn, R.P. 1996. The effect of pen size on the behavior of farm red deer stags confined in yards. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 47: 247 – 253.
- Price, E.O. 2002. Animal domestication and behavior. CABI International. Wallingford, UK.

- Reinhardt, V. and Reinhardt, A. 1981. Natural Suckling performance and age of weaning in Zebu cattle. (*Bos indicus*). J. Agric. Sci. (Cambr.) 96: 309 – 312.
- Richards, J.S. 1980. Maturation of ovarian follicles: Action and interaction of pituitary and ovarian hormones on follicular cell differentiation. Physiol. Rev. 60:51.
- Ritter, L.A., Xue, J., Dial, G.D., Morrison, R.B. and Marsh, W.E. 1999. Prevalence of lesions and body condition scores among female swine at slaughter. JAVMA 214: 525 – 528.
- Rowell, T.E. 1974. The concept of social dominance. Behav. Biol. 11: 131 – 154.
- Ruckebush, Y., Phaneuf, LP., Dunlop, R., 1994. Fisiología de pequeñas y grandes especies. Ed. Manual Moderno, México.
- Rushen, J. 1987. A difference in weight reduce fighting when unacquainted ewely weaned pigs first meet. Can. J. Anim. Sci. 67: 951 – 960.
- Rushen, J., Taylor, A.A. and Paeille, A.M. 1999^a. Domestic animal fear of humans and its effect on their welfare. Appl. Anim. Behav. Sci. 65: 285 – 303.
- Rushen, J., de Paeille, A.M.B. and Munksgaard, L. 1999^b. Fear of people by cows and effect on milk yield, behavior and heat rate at milking. J. Dairy Sci. 82: 720 – 727.
- Rusell, V.M.S. and Burch, R.L. 1959. The principles of humane experimental technique. Methuen, UK.
- Rutter, S.M. 2006. Diet preference for grass and legumes in free-ranging domestic sheep and cattle: Current theory and future application. Appl. Anim. Behav. Sci. 97: 17 – 35.

- Scanga, J.A., Belk, K.E., Tatum, J.D., Grandin, T. and Smith, G.C., T 1998. Factors contributing to the incidence of dark cutting beef. *J. Anim. Sci.* 76: 2040 – 2047.
- Seleman, I.E., McEwan, A.D., Fisher, E.W. 1970. Studies of suckling in cattle during the first eight hours post partum. I. Behavioral studies (dams) *Anim. Behav.* 18: 276 – 283.
- Shaw, F.D. and Tume, R.K. 1992. The assessment of pre-slaughter and slaughter treatments of livestock by measurement of plasma constituents. A review of recent work. *Meat Sci.* 32: 311-329.
- Schloeth, R. 1961. Das Sozialleben des Camargue-rindes. Qualitative und quantitative Untersuchungen über die sozialen Beziehungen – insbesondere die soziale Rangordnung – des halbwilden französischen Kampfrinds. *Z. Tierpsychology.* 18: 574 - 627.
- Sherwin, C.H.M., Christiansen, S.B., Duncan, I.J., Erhard, H.W., Lay, Jr. D.C., Menchen, J.A., O'Connor, C.H.E., Petherick, J.C. 2003. Guidelines for the ethical use of animal in applied ethology studies. *Appl. Anim. Sci.* 81: 291 – 305.
- Slater P.J.B. 1991. *Introducción a la etología.* Ed. Grijalbo, México, D.F.
- Smith B. 1998. *Moving'em: A guide to low stress animal handling.* Graziers Hui, Kamauela Hawaii.
- Smith, C.C., Savell, J.W., Dolezal, H.G., Field, T.G., Gill, D.G., Griffin, D.B., Hale, D.S., Morgan, J.B., Nothoutt, S.L., Tatum, J.D., Ames, R. Boleman, S., Gardner, B., Morgan, W., Smith, M., Lamber, C. and Cowman, G. 1995. Improving the quality consistency, competitiveness and market share of beef- a blueprint for total quality management in the beef industry. The final report of

- the National Beef Quality Audit. 1995, final report of the National Cattleman's Beef Association, Colorado State University, Fort Collins, Oklahoma state University, Stillwater and Texas A & M University, College Station.
- Smith, W.C. and Leasser, D. 1982. An economic assessment of pale soft exudative musculature in the fresh and cured pig carcass. *Anim. Prod.* 34: 291 – 299.
- Solano, J., Galindo, F., Orihuela, A., Galina, C.S. 2004. The effect of social rank on the physiological response during repeated stressful handling in Zebu cattle (*Bos indicus*). *Physiol. Behav.* 82: 679 – 683.
- Squires, E.J. 2003. *Applied Animal Endocrinology*. CAB International. London, UK.
- Stratuss, J.F., Schuler, L.A., Rosenblum, M.F., Tanaka, T. 1981. Cholesterol metabolism in ovarian tissue. *Adv. Lipid. Res.* 18: 99. Abstr.
- Stricklin W.R. and Gonyou W.H. 1981. Dominance and eating behavior of beef cattle fed from a single stall. *Appl. Anim. Ethol.* 7: 135 – 140.
- Stricklin W.R. and Gonyou W.H. 1983. The role of behaviour in cattle production: A review. *Appl. Anim. Ethol.* 11: 359 -390.
- Stryer, L. 1995. *Bioquímica*, Editorial Reverte, 4^a ed. México.
- Swenson, M.J., and Reece, W.O. 1999. *Fisiología de los animales domésticos de Dukes*. Quinta edición. Editorial Uteha, México.
- Syme, G.J. 1974. Competitive orders as measures of social dominance. *Anim. Behav.* 22, 931. Abstract.

- Syme G.J. and Syme, L.A. 1979 Social structure in farm animal. Elsevier, Amsterdam.
- Tarrant, P.V. 1993. An overview of production, slaughter and processing factors that affect pork quality general review. In: Pork Quality: Genetic and Metabolic Factors. Paulanne, E. Demeyer, D.I., Ruusunen, M. and Ellis, S. (Eds.). CAB International. Wallingford, UK.
- Takeda, K., Sato, S., Sugawara, K. 2000. The number of farm mates influences social and maintenance behaviour of Japanese black cows in a communal pasture. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 67: 181 – 192.
- Taylor, S.S., Buechler, J.A., Yonemoto, W. 1990. cAMP depend protein kinase: Framework for a diverse family of regulatory enzymes. *Ann. Rev. Biochem.* 59:971-1005.
- Thorne, J.B., Goodwin, D., Kennedy, M.J., Davidson, H.P.B. 2005. Foraging enrichment for individually housed horses: practicality and effects on behaviour. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 94: 149 – 164.
- Thorpe W.H. 1979. The origins and rise of ethology. Heineman Educational Book. London, UK.
- Vickery, S.S. and Manson, G.J. 2005. Stereotypy and preservative responding in cage bears. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 91: 247 – 260.
- Ungerfeld, R. and Silva, L. 2005. The presence of normal vagina flora is necessary for normal sexual attractiveness of estrous ewes. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 93: 245 – 250.
- Wagnon, K.A. 1965. The origins and rise of ethology. Heinnemann Educational Books, London, UK.

Wagnon, K.A., Loy, R.G., Rollins, W.C. and Carroll, F.D. 1966. Social dominance in a herd of Angus, Herford and Shorthorn cows. *Anim. Behav.* 14: 474 – 479.

Wilsón, J.D. and Foster, D.W. 1985. *William S. Text Book of Endocrinology*. 7th ed. Philadelphia. WB Saunders.

Wirenga, H.K. 1983. The influence of the space for walking and lying a cubicle system on the behaviour of dairy cattle. In: Baxter, S.H., M.R. MacCormak JAD (Eds) *Farm Animal Housing and Welfare* M. Nijhoff Publisher Boston.

Zayan R. and Dantzer R. 1990. *Social stress en domestic animals*. Kluwer Academy Publisher Dordrecht.

Zeeb, K. 1976. Umweltparameter für ethologische Grundlagenforschung. *Fortschr. Veterinärmed.* 25: 33 – 41.

CAPÍTULO TRES

Dominancia en tres tipos de bovinos de doble propósito manejados en corral en el trópico seco

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la conducta social y dominancia de tres tipos genéticos de bovinos de doble propósito manejados en corral en el trópico seco. Se utilizaron 35 vacas: Brahman \times Simmental - Charolais, (n = 9, G1) con cuernos; Pardo Suizo \times Brahman (n = 17, G2) sin cuernos y Chianina (n = 9, G3) sin cuernos, de cuatro a cinco años de edad y 6-7 meses de gestación. Se evaluaron las interacciones agonistas y no agonistas, y el índice de dominancia durante 24 días consecutivos, utilizando muestreo conductual y de barrido. El análisis de dominancia se realizó con la prueba de Kruskal Wallis, para determinar la diferencia entre los tres tipos genéticos se usó la comparación múltiple de Dunn. Para analizar las diferencias entre las conductas agonistas y no agonistas se usó el procedimiento GLM para un modelo de efectos fijos. La correlación de Spearman se usó para asociar condición corporal con dominancia. La dominancia fue diferente ($P < 0.05$) entre los tres grupos genéticos (0.39 ± 0.24 para G1; 0.42 ± 0.16 para G2 y 0.66 ± 0.09 para G3). Se observó que las conductas topeteo cabeza/cabeza y amenaza cabeza/cabeza fueron las que se presentaron con mayor frecuencia en los tres tipos genéticos, no encontrando diferencias en las interacciones agonistas, pero sí en las no agonistas, en donde la frecuencia de éstas fue mayor en G1 y G3. El porcentaje de presentación de interacciones menores de cinco segundos fue de 95%, que correspondió a 1236.9 interacciones, y mayores de cinco segundos 5% con 65.1 interacciones. Se encontró una alta correlación ($R_s = 0.78$, $P < 0.05$) entre la condición corporal y dominancia (G1, 0.27; G2, 0.27; G3, 0.33). Los animales del tipo genético G3 mostraron mayor

dominancia y correlación entre dominancia y condición corporal con respecto a G1 y G2.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the social behavior and dominance of three different genetic types under conditions of stockyard, handling in a tropical dry climate. Thirty five cows: horned Brahman X Simmental – Charolais (n = 9), G1, dehorned Brown Swiss X Brahman (n = 17) and dehorned Chianina (n = 9) (550-610 kg body weight, 4-5 years old, 2 to 3 parities, 6 to 7 months pregnant) were used in this study. Cows' behaviour was observed during 24 consecutive days, making 12 observations every other day, in order to determine the number of times a cow displaced others (index of success = index of dominance), as well as agonistic and non agonistic interactions. Each day behavioural observations and scan sampling with continuous recording were performed from 8 to 12 and from 14 to 18 h, with intervals of five minutes between each scanning. Dominance was analyzed by the Kruskal Wallis one way analysis of variance and Dunn's multiple comparison tests. The GLM procedure was used to analyze agonistic and non agonistic interactions. Spearman correlation was utilized to relate body condition with dominance. Dominance values were different ($P < 0.05$) for each genetic type (G1 0.39 ± 0.24 ; G2 0.42 ± 0.16 ; G3 0.66 ± 0.09). The agonist behavior most frequently observed was head to head bump, while for the non agonist behavior was head to head threat in the three genetic types. Non agonistic behaviors were higher ($P < 0.05$) for G1 and G3. Behavioral interactions of less than five minutes were more frequent (1236.9, 95%) than those lasting more (65.1, 5%). A positive correlation was found between body condition and dominance ($R_s = 0.78$, $P < 0.05$) (G1 0.27; G2 0.27; G3 0.33). It is concluded that animals of genetic type G3 showed a higher dominance and correlation between body condition and dominance that G1 and G2.

3.1 INTRODUCCIÓN

Diferentes factores pueden afectar la productividad de los animales, éstos pueden ser endógenos como son los factores genéticos o fisiológicos (raza, edad, sexo, gestación), la posición social del individuo o del grupo (competencia, agresión, dominancia) o exógenos, que incluyen el ambiente físico (estación, clima, temperatura, humedad, viento fotoperiodo) y el ambiente social (número de animales en un área determinada, edad, relación en el número de hembras y machos) (Hasegawa *et al.*, 1997).

El conocimiento e identificación de estos factores puede ayudar a disminuir el costo de los productos de origen animal, al mejorar el manejo de los animales y optimizar los recursos requeridos para su producción (Ewbank, 1961).

Entre estos factores, la relación dominancia – subordinación es importante en los sistemas intensivos de producción, ya que por la falta de espacio, los individuos subordinados son forzados a evitar las áreas de los animales dominantes, encontrándose en condiciones de desventaja como son el comer menos y echarse por menos tiempo en lugares confortables. Esta relación en novillos jóvenes de razas productoras de carne se ha visto que se establece después del destete y permanece aún cuando se mueva al grupo de un corral a otro (Stricklin y Gonyou, 1981).

La dominancia está relacionada con el peso corporal, perímetro torácico y edad del animal (Arave y Albright, 1976), aunque también se han observado diferencias entre razas en bovinos productores de carne, como la Angus que domina generalmente a la Shorthorn y esta a la Hereford, así mismo en vacas Brahman y Charolais – Brahman, donde se ha encontrado mayor dominancia en estas últimas, debido a la hibridación (Galina *et al.*, 1982).

Existen investigaciones en las que se han estudiado las relaciones sociales y los efectos del rango social en la respuesta productiva de vacas lecheras (Arave y Albright, 1981), sin embargo, pocas en las que se haya observado la conducta de bovinos de diferentes tipos genéticos de doble propósito (Hafez, y Bouissou, 1975), por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar la conducta

social y dominancia de tres tipos genéticos de bovinos de doble propósito en confinamiento, en el trópico seco.

3.2 MATERIALES Y MÉTODOS

3.2.1 Localización y animales

La investigación se realizó en la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nayarit, ubicada en Compostela, Nayarit, México, a 21° 17' 18" N y 104° 54' O, con una altura de 800 m. El clima predominante según Köppen (García, 1989) es semicálido-húmedo (awz), con una precipitación pluvial de 1000.4 mm y temperatura media anual de 22 °C.

Se utilizaron 35 vacas de dos tipos genéticos y una raza pura, con un peso vivo de 550 a 610 kg, Brahman \times Simmental - Charolais, (n = 9, G1), Pardo Suizo \times Brahman (n = 17, G2), y Chianina (n = 9 G3) con dos a tres partos, 6-7 meses de gestación, cuatro a cinco años de edad y condición corporal de 4 a 6 en una escala de 1 a 9 (Houghton *et al.*, 1990). Las vacas tenían una altura a la cruz para G1 de 1.65 m con cuernos, G2 de 1.54 m, sin cuernos y G3 de 1.76 m, sin cuernos.

Se utilizó un corral de manejo con cuatro divisiones de 150 m² cada una, con piso de tierra y una plataforma elevada para la observación directa de las interacciones y tránsito libre de las vacas para ser registradas las conductas.

Los animales fueron alimentados con una dieta de ensilaje de maíz y suplemento que se proporcionó en forma de bloques, compuesto de: melaza 35%, harina de maíz 14%, urea 1.5%, harina de pescado 17%, cal 11.5%, minerales 20% y azufre 1%. El alimento y el agua se proporcionaron *ad libitum*, teniendo cada división del corral un comedero y bebedero de 1.5 m ancho por 6.5 m largo.

3.2.2 Medidas y observaciones de conducta

Se evaluó la conducta de las vacas durante 24 días consecutivos, se realizaron observaciones cada tercer día; en cada día de observación se hizo un muestreo conductual y otro de barrido con registro continuo durante cuatro

horas, de 8:00 a 12:00 y de 14:00 a 18:00 h (Martin y Bateson, 1999) con intervalos de cinco minutos en el muestreo de barrido.

Previo a la toma de datos, se realizó un estudio preliminar durante siete días, para determinar las conductas a registrar en el catálogo de conducta (Cuadro 1).

Cuadro 3.1. Catálogo de conducta de vacas posparto en corral.

Agonista	No agonista
Topeteo cabeza/cabeza	Amenaza cabeza con cabeza
Topeteo cabeza/cuello	Amenaza cabeza con cuello
Topeteo cabeza con flanco	Amenaza cabeza con flanco
Topeteo cabeza con tren posterior	Amenaza cabeza/tren posterior
-----	Amenaza a distancia

T= Topeteo, C= Cabeza, Cu= Cuello, F= Flanco Tp= Tren posterior; A/D = Amenaza a distancia.

En el cuadro 2 se define cada conducta incluida en el catálogo de conducta.

Cuadro 3.2. Definiciones de las conductas agonistas y no agonistas.

T C/C	Contacto con los cuernos a la cabeza de otro animal
T C/Cu	Contacto con la cabeza a la parte del cuello de otro animal
T C/F	Contacto con la cabeza a las extremidades anteriores y abdomen de otro animal
T C/Tp	Contacto con la cabeza a las extremidades posteriores de otro animal
A C/C	Amenaza con los cuernos a la cabeza de otro animal
A C/Cu	Amenaza con la cabeza a la parte del cuello de otro animal
A C/F	Amenaza con la cabeza a extremidades anteriores y abdomen de otro animal
A C/Tp	Amenaza con la cabeza a extremidades posteriores de otro animal
A/D	Amenaza con la cabeza a distancia

T= Topeteo, C= Cabeza, Cu= Cuello, F= Flanco Tp= Tren posterior.
A = Amenaza, A/D = Amenaza a distancia.

Se consideraron como conductas agonistas aquellas en que hubo contacto entre los animales y no agonistas cuando un animal desplazó a otro únicamente con amenaza, sin que hubiera contacto físico entre ellos.

De igual manera se calculó el índice de éxito ó índice de dominancia, (Galindo y Orihuela, 2004; Solano *et al.*, 2004).

Para determinar el índice de éxito (IE o dominancia) se usó la siguiente formula (Lehner, 2000):

IE = Número de animales que son capaces de desplazar / Número de animales que son capaces de desplazar + el número de animales que lo desplazan.

3.2.3 Análisis estadístico

Se realizó una prueba de Kruskal Wallis (Lehner, 2000; SAS, 2000) con el valor del índice de éxito para determinar la dominancia entre los tipos genéticos y para determinar la diferencia entre éstas se utilizó la prueba de comparación múltiple de Dunn (Lehner, 2000). Se utilizó el procedimiento GLM (SAS, 2000) para determinar la diferencia entre conductas agonistas y no agonistas entre tipos genéticos.

Modelo GLM completamente al azar

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + C_j + T_k + \xi_{ijk}$$

Y_{ijk} = Variable de respuesta.

μ = Media general.

A_i = Efecto de la *i*-ésimo $i = 1,2$.

C_j = Efecto de la *j*-ésima conducta = 1, 2, 3, 4 y 5.

T_k = Efecto del *k*-ésimo tipo genético $k = 1, 2$ y 3.

ξ_{ijk} = Error experimental.

Para relacionar los datos de la condición corporal (CC) con el índice de éxito (IE), se utilizó la correlación de Spearman (Lehner, 2000; SAS, 2000).

$$S = 2S \frac{N(N - 1)}{2}$$

También se calculó la frecuencia numérica por hora, a las 24 h y 48 h de las conductas agonistas y no agonistas.

3.3 RESULTADOS

El resultado de la prueba de Kruskal Wallis para el índice de éxito (dominancia) fue $H = 11.68$ ($P < 0.002$; 2gl, 15.55 G1; 14.00, G2; 28.00, G3).

En la prueba de comparación múltiple de Dunn se encontraron diferencias ($P < 0.05$) para todos los tipos genéticos en el índice de éxito (dominancia), siendo mayor para el tipo genético G3 (0.66 ± 0.09) con respecto a G1 (0.39 ± 0.24) y G2 (0.42 ± 0.16).

En el Cuadro 3 se muestra la media del número total de interacciones agonistas y no agonistas que se presentó en 48 h de observación.

Cuadro 3.3. Promedio del número total de interacciones por tipo genético

Agonistas	G1	G2	G3	Total	No agonistas	G1	G2	G3	Total
T C/C	9.44	6.64	18.88	34.96	A C/C	11.22	1.35	10.77	23.34
T C/Cu	4.66	2.82	6.22	13.7	A C/Cu	5.66	1	5.11	11.77
T C/F	4.11	2.52	5.55	12.18	A C/F	3	0.94	4.33	8.27
T C/TP	3.55	2.0	3.66	9.21	A C/TP	2.77	0.82	3	6.59
-----	-----	-----	-----	-----	A/D	3.33	1.11	3	7.44
Total de Interacciones agonistas	21.76	13.98	34.31	70.05	Total de interacciones no agonistas	25.98	5.22	26.21	57.41
Porcentaje por tipo genético	26.37	32.03	41.6	100.0	Porcentaje por tipo genético	41.86	15.93	42.21	100.0

C/C = Cabeza con cabeza, C/Cu = Cabeza con cuello, C/F = Cabeza con Flanco, C/TP = cabeza con tren posterior, A/D = Amenaza a distancia.

El porcentaje de conductas menores de cinco segundos fue de 95%, que correspondió a 1236.9 interacciones, mientras que para las mayores de cinco segundos fueron de 5% con 65.1 interacciones ($P < 0.05$). Las interacciones agonistas en las primeras cuatro horas fueron más frecuentes, disminuyendo posteriormente y aumentando las no agonistas.

Las medias del total de interacciones agonistas y no agonistas en los tres tipos genéticos se presentan en el cuadro 4, y las diferencias por tipo genético en el 5.

Cuadro 3.4. Promedio del total de interacciones agonistas y no agonistas

Agonistas		No agonistas	
T. C/C	10.58 ^a	A. C/C	6.97 ^a
T. C/CU	2.62 ^b	A. C/CU	1.45 ^b
T. C/F	4.51 ^b	A. C/F	2.68 ^b
T. C/TP	4.37 ^b	A. C/TP	2.62 ^b
-----	-----	A. A/D	3.65 ^{ab}
EEM	0.79	EEM	0.97

T= Topeteo, C= Cabeza, Cu= Cuello, F= Flanco Tp= Tren posterior; A/D = Amenaza a distancia. Las literales diferentes indican diferencias dentro de la misma columna ($P < 0.05$).

*Diferentes literales dentro de columnas muestran una diferencia ($P < 0.05$) para las distintas interacciones.

Se observó cómo la conducta C/C fue la más utilizada ($P < 0.05$) tanto en las interacciones agonistas y no agonistas y la amenaza a distancia (A.A/D), no existiendo diferencias entre las demás conductas.

Cuadro 3.5. Promedio de conductas agonistas y no agonistas por tipo genético

Conductas	Agonistas			Conductas	No agonistas		
	G1	G2	G3		G1	G2	G3
T C/C	11.11 ^a	6.88 ^a	16.0 ^a	A. C/C	10.55 ^a	2.23 ^a	12.33 ^a
T C/CU	3.11 ^b	1.82 ^b	3.66 ^b	A. C/CU	2.88 ^b	0.29 ^b	2.22 ^a
T C/F	3.55 ^b	3.52 ^b	7.33 ^b	A. C/F	4.0 ^b	0.88 ^b	4.77 ^a
T C/TP	4.0 ^b	2.88 ^b	7.55 ^b	A. C/TP	4.22 ^b	1.05 ^b	4.00 ^a
-----	-----	-----	-----	A/D	4.55 ^b	0.82 ^b	2.77 ^a
EEM	1.54	0.79	1.80	----	2.10	0.24	1.25

T= Topeteo, C= Cabeza, Cu= Cuello, F= Flanco Tp= Tren posterior; A/D = Amenaza a distancia. Las literales diferentes indican diferencias dentro de la misma columna así como entre columna ($P < 0.05$).

Se encontraron diferencias en las conductas no agonistas C/CU, C/F, C/TP y C/TP de acuerdo al tipo genético, siendo diferente G3 en relación a G1 y G2.

No obstante que el número total de interacciones agonistas fue mayor en el tipo genético G3, el animal con los valores más elevados para IE (0.87), se observó en el tipo genético G1 (Cuadro 6).

Cuadro 3.6. Valores para índice de éxito (dominancia) para cada animal

TG	No	IE
G1	908	0.87
G3	1-93	0.82
G3	1-142	0.78
G2	65	0.73
G1	00-9	0.7
G3	1-202	0.67
G3	1-44	0.66
G3	1-99	0.65
G3	1-63	0.65
G3	1-204	0.63
G2	95	0.61
G3	1-92	0.59
G2	52	0.57
G2	79	0.57
G1	1-188	0.51
G2	54	0.5
G1	00-4	0.48
G2	73	0.45
G2	99	0.43
G2	60	0.4
G1	0-22	0.4
G1	0-142	0.39
G2	57	0.36
G2	83	0.36
G2	80	0.36
G1	0-108	0.32
G2	75	0.3
G1	118	0.29
G1	1-186	0.26
G2	58	0.26
G2	51	0.23
G2	86	0.21
G2	64	0.21
G2	66	0.2
G1	1-170	0.08

TG= tipo genético, No= Número de vaca, IE=Índice de éxito (dominancia).

El total de interacciones agonistas y no agonistas para cada tipo genético, se muestra en las figuras 1, 2 y 3.

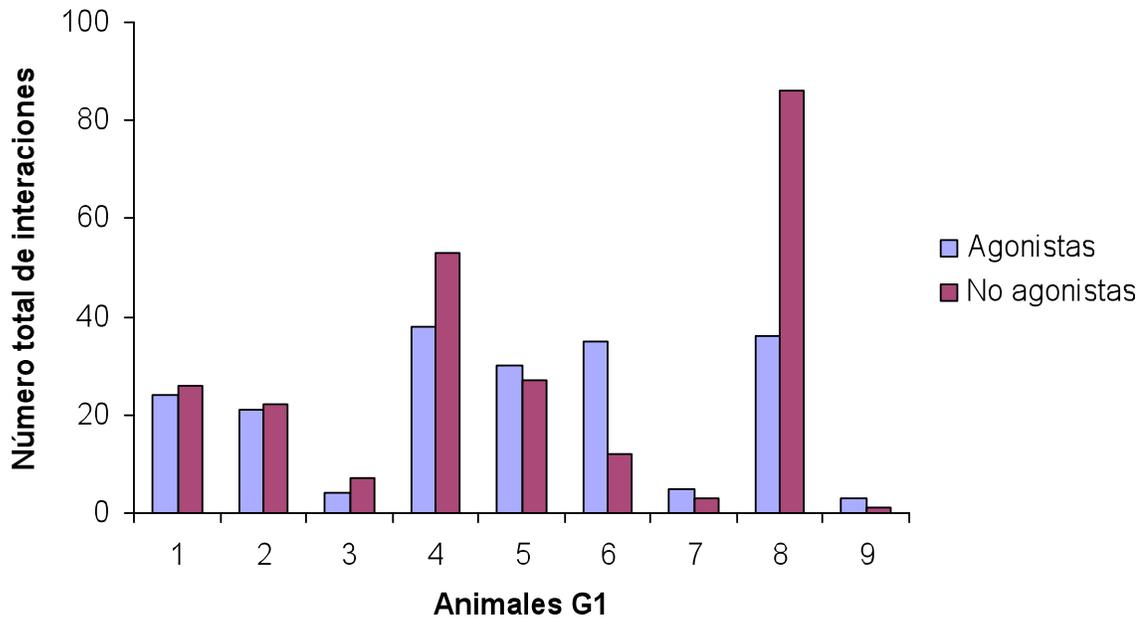


Figura 3.1. Interacciones agonistas y no agonistas en el tipo genético G1

El tipo genético G1 con nueve vacas, tuvo una mayor proporción de interacciones no agonistas como grupo, destacando las vacas 8, 4, 5 y 1 con porcentajes de 86, 53, 31 y 22 %, respectivamente

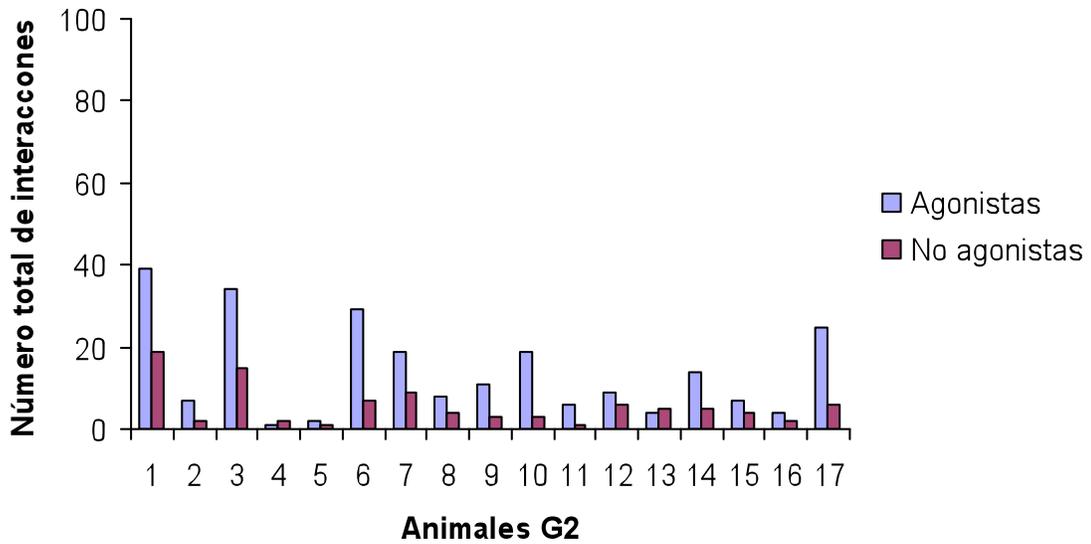


Figura 3.2. Interacciones agonistas y no agonistas en el tipo genético G2

En el tipo genético G2, que fue el grupo con mayor número de animales, se observaron más interacciones agonistas, encontrando los porcentajes más elevados en los animales 1, 3, 6 y 17 con 39, 34, 29 y 25%, respectivamente.

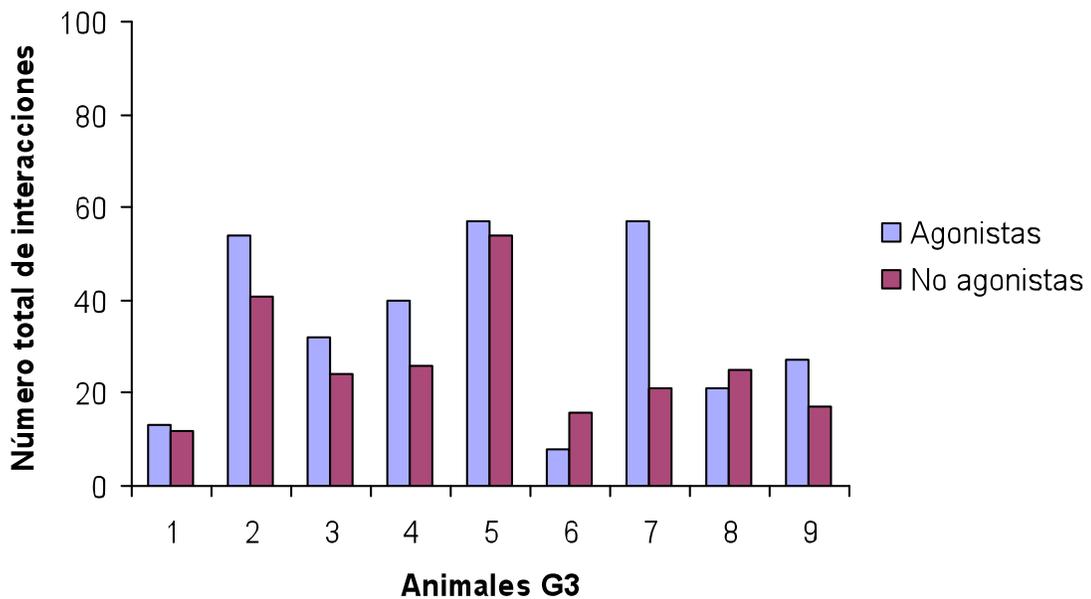


Figura 3.3. Interacciones agonistas y no agonistas en el tipo genético G3

El tipo genético G3 en el que se tuvieron nueve animales, la proporción de interacciones agonistas fue mayor, siendo las vacas 7, 5, 2 y 4 las que presentaron los más altos porcentajes, 57 para las vacas 7 y 5; y 54 y 40% para las vacas 2 y 4.

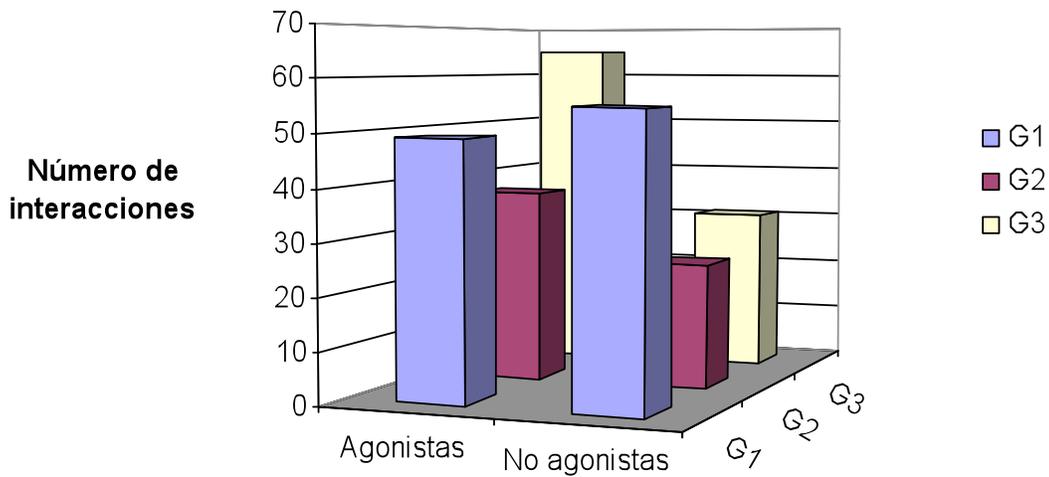


Figura 3.4. Interacciones agonistas y no agonistas durante la primera hora de observación, en los tres tipos genéticos

El número de interacciones agonistas y no agonistas en los tres tipos genéticos durante la primera hora de observación, indicó que el tipo genético G3 tuvo un mayor número de interacciones agonistas (65), en G2 fueron menores (37), mientras que para G1 fueron 50. Las interacciones no agonistas se observaron más en el tipo genético G1 (59), en menor proporción en el G2 con 24 interacciones y 30 en el G3.

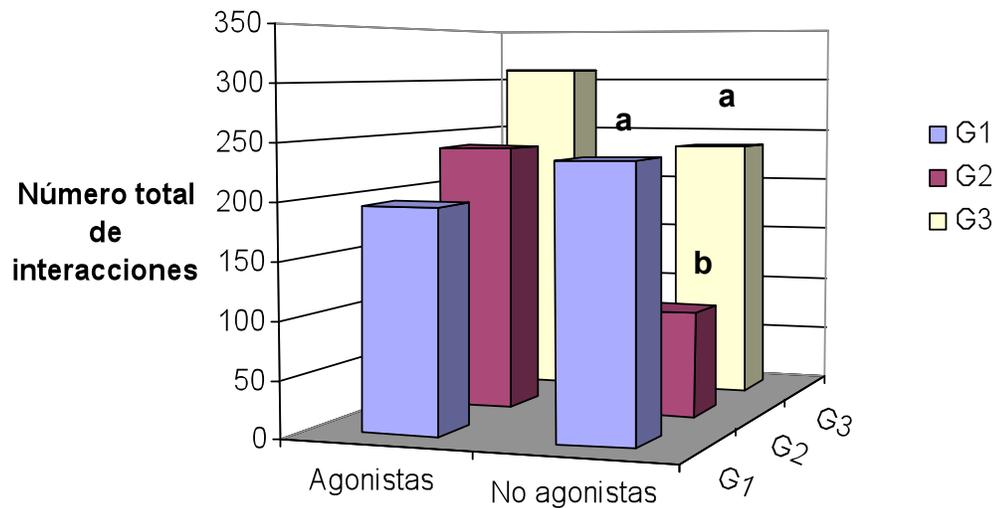


Figura 3.5. Total de interacciones agonistas y no agonistas en los tres tipos genéticos

Durante las 48 h de observación el número total de interacciones agonistas fue de 196 (G1), 239 (G2) y 309 (G3) y las no agonistas 237 (G1), 94 (G2) y 236 (G3), mediante el procedimiento GLM se obtuvieron las siguientes medias de conductas agonistas para G3, 16.00 ± 0.15 ; para G1, 24.33 ± 0.12 y para G2, 41.47 ± 0.08 no significativo ($P < 0.05$) y medias en las conductas no agonistas para los tipos genéticos G3, 30.27 ± 0.14 ; G1, 24.05 ± 0.17 y menor para los G2, 9.79 ± 0.59 ($P < 0.05$).

Se encontró una correlación positiva entre la condición corporal y la dominancia ($R_s = 0.78$, $P < 0.05$), con valores de 0.27, G1; 0.27, G2 y 0.33, G3.

3.4 DISCUSIÓN

Los valores observados para el índice de éxito o dominancia fueron diferentes en todos los tipos genéticos, encontrándose el valor más alto en el tipo G3. Se ha observado que el agrupamiento de animales que no están familiarizados puede aumentar la agresividad, estrés social y tener efectos negativos en su productividad (Boe y Faerevik, 2003), por lo que el establecer una alta dominancia es crítico para competir por recursos.

Factores como la condición corporal o tamaño del individuo, pueden ser determinantes para establecer la dominancia (Taillon y Cote, 2006), y aunque el tipo G3 no era el que contaba con el mayor número de animales, su mayor tamaño, así como el que presentara la mayor correlación entre condición corporal y dominancia, pudo favorecer el que tuviera un rango social más alto.

El rango social se establece entre los individuos durante los primeros encuentros, lo que coincide con lo encontrado en la primera hora de observación, en donde el tipo G3 tuvo un mayor número de interacciones agonistas. Este mismo grupo fue el que presentó el mayor número total de estas interacciones, señalándose por algunos autores (Francis, 1988) que la dominancia y las conductas agonistas que involucran agresión, están íntimamente relacionadas, lo que también coincide con lo observado en este trabajo.

La conducta agonista que se presentó en mayor proporción en todos los grupos fue topeteo cabeza con cabeza, aunque en un número más elevado en el G3, siendo esta conducta la más frecuentemente adoptada en bovinos para resolver conflictos (Albright y Arave, 1997).

Un animal del tipo G1 fue el que presentó el mayor valor de dominancia; sin embargo la relación de dominancia no se establece por un solo individuo, sino más bien es una cualidad colectiva de varios individuos involucrados (Francis, 1988).

El tipo G2 fue el segundo en dominancia, este fue el que contó con el mayor número de animales y aunque su alzada era menor, tuvo un valor más alto para dominancia que el tipo G1, que tenía animales de mayor tamaño con presencia de cuernos. Andersen *et al.* (2004) y Estevez *et al.* (2003) sugieren

que los animales pueden adoptar estrategias como grupo, como es el que un grupo grande de animales muestre tácticas defensivas de bajo costo, en tanto que pocos animales, con mayor capacidad competitiva, pueda tomar más riesgos con acciones ofensivas y agresivas, como ocurrió en este estudio con los tipos genéticos G2 y G3, respectivamente.

Por otra parte, se ha observado que el tamaño del grupo puede afectar los procesos cognoscitivos del animal, especialmente en lo que se refiere a la información de las relaciones sociales (Croney y Newberry, 2007), lo que también afecta la conducta de los animales como grupo y les permite tomar estrategias de conducta de acuerdo a su capacidad física o número de individuos; estas condiciones pudieron haberse manifestado en los tres tipos genéticos estudiados, por lo que las estrategias que cada uno de éstos usó, se manifestó en forma diferente en cuanto a su comportamiento.

3.5 CONCLUSIONES

Con base en los resultados de este estudio el tipo genético G3 fue el que mostró mayor dominancia en relación a los tipos genéticos G1 y G2.

El tamaño de los animales del tipo G3 favoreció las interacciones agonistas y el que tuvieran valores más altos para la dominancia.

Las estrategias de conducta que adoptaron los tres tipos genéticos estudiados variaron de acuerdo a su capacidad física y al número de individuos en el grupo.

Al establecerse la jerarquía social disminuyó el número de interacciones agonistas.

Las interacciones agonistas fueron más frecuentes en las primeras horas en que se agruparon los animales, en tanto que las no agonistas aumentaron en horas posteriores.

3.6 LITERATURA CITADA

Albright, J.L. and Arave, C.W. 1997. The behaviour of cattle. CAB International. Wallingford, Oxon, UK. Pp. 69-70.

Arave, C.W. and Albright, J.L. 1976. Social rank and physiological traits of dairy cows as influenced by changing group membership. *J. Dairy Sci.* 59, 974-981.

Arave, C.W. and Albright, J.L. 1981. Cattle behaviour. *J. Dairy Sci.* 64, 1318-1329.

Andersen, I.L., Naevdal, E., Bakken, M., Boe, K.E. 2004. Aggression and group size in domesticated pigs, *Sus scrofa*: "When the winner takes it all and the looser is standing small". *Anim. Behav.* 68, 965-975.

Boe, K.E. and Faerevik, G. 2003. Grouping and social preferences in calves, heifers and cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 80, 175-190.

Croney, C.C. and Newberry, R.C. 2007. Group size and cognitive processes. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 103, 215-228.

Ewbank, R. 1961. The behaviour of cattle in crushes. *Vet. Rec.*, 73, 853 – 856.

Estevez, I., Keeling, L., Newberry, R.C. 2003. Decreasing aggression with increasing group size in young domestic fowl. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 84, 213-218.

Francis, R.C. 1988. On the relationship between agresión and social dominance. *Ethology* 78, 223-237.

- García, E., 1989. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen . Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Galina, C.S., Calderon, A., McClosky, M. 1982. Detection of signs of estrus in the Charolais cow and its Brahman cross under continuous observation. *Theriogenology* 17, 485 – 498.
- Galindo, M.F. y Orihuela, T.A., 2004. *Etología Aplicada*. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Hafez, E.S.E. and Bouissou, M.E. 1975. *The behavior of cattle: The Behavior of Domestic Animals*. Ed. E.S.E. Hafez. Bailliere Tindalli London.
- Hasegawa, N., Nishiwaki, A., Sugawara, K., Ito, I. 1997. The effects of social exchange between two groups of lactating primiparus heifers on milk production, dominant order, behavior and adrenocortical response. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 51, 15 – 27.
- Houghton, P.L., Lemenger, R.P., Moss, G.E. Hendrix K.S. 1990. Prediction of postpartum beef cow body composition using weight to height ratio and visual body condition score. *J. Anim. Sci.* 68,1428-1431.
- Lehner, N.P. 2000. *Ethological Methods*. 2nd ed. Cambridge University Press. UK.
- Martin, P. and Bateson, P. 1999. *Measuring behaviour: An introductory guide*, 2nd ed. Cambridge University Press. UK.
- SAS, Institute Inc. 2000 SAS. *Statistical Analysis System*, Release 8.02. SAS Institute. Cary, NC.

Solano, J., Galindo, F., Orihuela, A., Galina, C.S. 2004. The effect of social rank on the physiological response during repeated stressful handling in Zebu cattle (*Bos indicus*). *Physiol. Behav.* 82, 679 – 683.

Stricklin, W.R. and Gonyou, H.W. 1981. Dominance and eating behavior of beef cattle fed from a single stall. *Appl. Anim. Ethol.* 7, 135 – 140.

Taillon, J. and Cote, S.D. 2006. The role of previous encounters and body mass in determining social rank: an experiment with white-tailed deer. *Anim. Behav.* 72, 1103 - 1110.

CAPÍTULO CUATRO

Relación entre la conducta y los niveles de cortisol en vacas en corrales de manejo en trópico seco

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la relación entre el comportamiento y los niveles de estrés en vacas de diferente tipo genético en condiciones de manejo en trópico seco, se realizó un estudio con 12 vacas: Brahman \times Simmental – Charolais, (n = 5, G1) y Pardo Suizo \times Brahman (n = 7, G2), con un peso de 550 a 610 Kg, de 4 a 5 años de edad, 2 a 3 partos y 8.5 meses de gestación. Se evaluó la conducta de los animales durante 24 días consecutivos, haciendo observaciones cada tercer día para determinar las conductas agonistas y no agonistas así como el índice de desplazamiento y éxito. Diariamente los animales fueron observados durante cuatro horas, utilizando muestreo conductual y de barrido, con intervalos de cinco minutos entre cada muestreo de barrido. Se utilizó un diseño completamente al azar con sub-muestreo para determinar las conductas agonistas y no agonistas, las que se analizaron por GLM. Las diferencias entre los índices de desplazamiento y éxito se determinaron mediante la prueba de Mann-Whitney. El nivel de estrés se midió usando la prueba de desafío a la hormona adrenocorticotrópica (ACTH), la concentración de cortisol fue analizada por medidas repetidas con un modelo de efectos mixtos (PROC MIXED, SAS, 2000). Los niveles de cortisol se relacionaron con los índices de desplazamiento y éxito, así como con las conductas agonistas y no agonistas, usando la correlación de Spearman. La conducta agonista que se presentó con más frecuencia fue topeteo cabeza con cabeza ($P < 0.05$) (9.41), mientras que para las no agonistas fue amenaza cabeza con cabeza (6.58) Se encontraron diferencias ($P < 0.05$) en los índices de desplazamiento y éxito (0.17 ± 0.36 , 0.36 ± 0.30 para G1 y 0.54 ± 0.13 , 0.66 ± 0.13 para G2, respectivamente), Se observó un incremento en los niveles de

cortisol ($P < 0.01$) para G1: 286.5 ± 35.83 , 288.8 ± 34.36 , 293.3 ± 43.10 y G2 171.0 ± 44.68 , 165.2 ± 34.84 , 167.3 ± 24.15 nmol L⁻¹, a los tiempos 30, 60 y 90 minutos posteriores a la aplicación de ACTH, siendo menores en las vacas G2 que en las G1. Asimismo se encontró que la correlación entre el índice de desplazamiento y éxito y las conductas agonistas y no agonistas con los niveles de cortisol a los 60 y 90 minutos después del muestreo, fue diferente ($P < 0.05$) para los dos grupos genéticos. Los resultados obtenidos en este estudio muestran que los índices de desplazamiento y éxito fueron mayores en las vacas G2 que en las G1 y que el tipo genético G2 presentó menor actividad adrenal que G1, además de una mayor correlación entre los niveles de cortisol e interacciones agonistas y no agonistas.

ABSTRACT

The aim of this experiment was to evaluate the relationship between the behavior and stress levels in cows of different genetic types under dry tropic conditions. Twelve cows were used in this study, G1: Brahman-Simmental-Charolaise (n=5) and G2 Brown Swiss-Brahman (n=7) (550-610 kg BW, 4-5 years of age; 2-3 parities and 8.5 months of gestation in average. Cows' behavior was evaluated during 24 consecutive days, making 12 observations every other day to register agonist and non agonist interactions, as well as displacement and success indexes. Each day behavioral observations and scan sampling with continuous recording were done for 4 h, at 5 minute intervals. The level of stress was measured with a challenge test to adrenocorticotrophic hormone (ACTH) and was evaluated using mixed effects with repeated measures model (PROC MIXED). Data from behavioral observations were statistically evaluated with one-way analysis of variance design with sub-sampling arrangement using GLM procedure. Differences for displacement and success indexes were determined by the Mann-Withney test. Cortisol concentrations at 60 and 90 min after jugular blood sampling for the 2nd and 3rd sampling were significantly different ($P < 0.05$), using the Spearman method they were correlated with displacement and success indexes, as well as with agonist and non agonist behavior. The agonist behavior more frequently observed was

head to head bump ($P < 0.05$) (9.41), while for the non agonist behavior was head to head threat (6.58). There were differences ($P < 0.05$) for the displacement and success indexes (0.17 ± 0.36 vs 0.36 ± 0.30 and 0.54 ± 0.13 vs 0.66 ± 0.13 for G1 and G2). An increment in cortisol levels was observed ($P < 0.05$) for G1: 286.5 ± 35.83 , 288.8 ± 34.36 , 293.3 ± 43.10 y G2 171.0 ± 44.68 , 165.2 ± 34.84 , 167.3 ± 24.15 nmol L⁻¹, at 30, 60 and 90 min after ACTH infusion. The correlation between cortisol levels with displacement and success indexes and agonist and no agonist behavior at 60 and 90 min after sampling time were different ($p < 0.05$) for both genetic groups. These results show that displacement and success indexes were higher for G2 than G1 cows, whilst G2 showed lower adrenal activity than G1 and a higher correlation between cortisol levels and agonist and no agonist behavior.

4.1 INTRODUCCIÓN

Durante el manejo en corral, los bovinos recién incorporados a un grupo en el que la jerarquía ya está establecida, sufren estrés, debido a que se enfrentan a otro ambiente con animales desconocidos, lo que puede afectar su salud y bienestar (Hasegawa *et al.*, 1997; Fraser y Broom 1997; Solano *et al.*, 2004). Estos animales recién introducidos tienen que competir por comida y espacios para descansar, además de la separación de sus compañeros de potrero e incorporación a un hato diferente (Wierenga, 1990).

El estrés causa efectos negativos entre los animales, provocando agresión y peleas entre ellos, que pueden causar hematomas, lo que disminuye el valor de la canal, además de que pone en riesgo a las personas que los manejan (Scanga *et al.*, 1998; Boleman *et al.*, 1998; Solano *et al.*, 2004).

Algunas investigaciones en el que se ha evaluado el comportamiento de las vacas cuando compiten por un recurso alimenticio, espacio, sombras, (Grandin, 1983; Mendl *et al.*, 1992; González *et al.*, 2003) evidencian la influencia del rango social de los animales (Solano *et al.*, 2004) y su habilidad para adaptarse a un nuevo ambiente así como la forma en que estos factores afectan su salud al cambiar el equilibrio mineral y la absorción de nutrientes (Mendl *et al.*, 1992). El rango social del individuo dentro del hato es de suma importancia, ya que éste puede aumentar o disminuir su capacidad para acceder a recursos, lo que puede influir en la presentación de problemas de salud o traumatismos (Galindo, 1994).

Se ha observado que la prueba de desafío a la hormona adrenocorticotrópica (ACTH) (Ruckebush *et al.*, 1994) es útil para medir algunas formas de estrés crónico, relacionadas con la competencia social por acceder a recursos y a las limitaciones del ambiente físico (Mendl *et al.*, 1992; Lay *et al.*, 1996; Friend *et al.*, 1977; González *et al.*, 2003). Así mismo, los índices de desplazamiento y de éxito permiten conocer la conducta de los animales al competir por un recurso y conocer la jerarquía que ocupan dentro del hato (Galindo y Orihuela, 2004; Solano *et al.*, 2004).

El objetivo de este estudio fue evaluar la conducta y los niveles de cortisol, así como la correlación entre éstos, en vacas de dos tipos genéticos de doble propósito, en condiciones de manejo de corral en un ambiente de trópico seco.

4.2 MATERIALES Y MÉTODOS

4.2.1 Localización y animales

La investigación se realizó en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nayarit, ubicada en Compostela, Nayarit, México, a 21° 17' 18" N y 104° 54' O, con una altura de 800 m. El clima predominante según Köppen (García, 1979) es semicálido – húmedo (awz), con una precipitación pluvial de 1000.4 mm y temperatura media anual de 22 °C.

Se utilizaron 12 vacas de dos tipos genéticos: con un peso vivo de 550 a 610 kg, Brahman _ Simmental - Charolais (n = 5, G1) con cuernos y altura a la cruz de 1.65 m y Pardo Suizo _ Brahman (n = 7, G2) sin cuernos y altura a la cruz de 1.54, con dos a tres partos, con un promedio de 8.5 meses de gestación y cuatro a cinco años de edad, condición corporal de 4 a 6 en una escala del 1 al 9 (Houghton *et al.*, 1990).

Se utilizó un corral de manejo con cuatro divisiones, de 150 m² cada una, con piso de tierra y una plataforma elevada para la observación directa de las interacciones, la cual no obstaculizaba el libre tránsito de las vacas. Se adaptó una manga de manejo de 40 m largo X 0.90 m de ancho, teniendo cada vaca un espacio de 2.8 m, el cual se delimitó con un poste de madera al frente y otro atrás del animal, para obtener las muestras de sangre y medir la actividad adrenal.

Los animales fueron alimentados con una dieta de ensilaje de maíz y suplemento que se proporcionó en forma de bloques, compuesto de: 35 % melaza, 14 % harina de maíz, 1.5 % urea, 17 % harina de pescado, 11.5 % cal, 20 % minerales y 1 % azufre. El alimento y el agua se proporcionaron *ad*

libitum, teniendo cada división del corral un comedero de 1.5 m de ancho por 6.5 m de largo.

4.2.2 Medidas y observaciones de conducta

Se evaluó la conducta de las vacas durante 24 días consecutivos, haciendo observaciones cada tercer día; en cada día de observación se realizó un muestreo conductual y de barrido con registro continuo durante cuatro horas (Martin y Bateson, 1999) con intervalos de 5 minutos entre barridos, los datos se tomaron de las 8:00 a 12:00 y de las 14:00 a 18:00 h.

Previo a la toma de datos, se realizó un estudio preliminar durante siete días, para determinar las conductas más frecuentes a registrar en el catalogo de conducta (Cuadro 1).

Cuadro 4.1. Catálogo de conducta

Agonista	No agonista
Topeteo cabeza/cabeza	Amenaza cabeza/cabeza
Topeteo cabeza/cuello	Amenaza cabeza/cuello
Topeteo cabeza/flanco	Amenaza cabeza/flanco
Topeteo cabeza/tren posterior	Amenaza cabeza/tren posterior
	Amenaza/distancia

Nota: Se tomaba como positivo cuando una vaca desplazaba a otra.

En el cuadro 2 se define cada conducta tomada para el catálogo de conductas.

Cuadro 4.2. Definición de las conductas agonistas y no agonistas

T C/C	Contacto con los cuernos a la cabeza de otro animal
T C/Cu	Contacto con la cabeza a la parte del cuello de otro animal
T C/F	Contacto con la cabeza a las extremidades anteriores y abdomen de otro animal
T C/Tp	Contacto con la cabeza a las extremidades posteriores de otro animal
A C/C	Amenaza con los cuernos a la cabeza de otro animal
A C/Cu	Amenaza con la cabeza a la parte del cuello de otro animal
A C/F	Amenaza con la cabeza a extremidades anteriores y abdomen de otro animal
A C/Tp	Amenaza con la cabeza a extremidades posteriores de otro animal
A D	Amenaza con la cabeza a distancia

T= Topeteo, C= Cabeza, Cu= Cuello, F= Flanco Tp= Tren posterior.

A = Amenaza, A/D = Amenaza a distancia.

También se calcularon el índice de desplazamiento y éxito, (Lehner, 2000; Galindo y Orihuela, 2004; Solano *et al.*, 2004), utilizando las siguientes ecuaciones:

Índice de desplazamiento:

$$ID = \frac{\text{Número de veces que desplaza a un animal}}{\text{Número de veces que desplaza a un animal} + \text{el número de veces que es desplazado}}$$

Índice de éxito:

$$IE = \frac{\text{Número de animales que son capaces de desplazar}}{\text{Número de animales que son capaces de desplazar} + \text{el número de animales que lo desplazan}}$$

4.2.3 Prueba de desafío a la ACTH

Antes de iniciar esta prueba se dió un periodo de adaptación a las vacas, introduciéndolas a la manga de manejo tres veces por semana, para dar la

misma oportunidad a todas de reconocer su espacio. Las vacas fueron pesadas para administrarles una dosis adecuada de corticotropina (ACTH, 1-39 Corticotrophin A Sigma, 0.11 UI kg^{-1} peso vivo) para realizar la prueba de desafío a la ACTH según la metodología reportada por Lay *et al.* (1996). Se tomaron dos muestras de sangre antes de aplicar la ACTH, a -60 y -30 minutos y cinco muestras posteriores a los 10, 30, 60, 90 y 120 minutos; el muestreo se realizó en tres ocasiones con ocho días de diferencia.

Para extraer las muestras de sangre se empleó como preanestésico cloruro de etilo y como anestésico local xilocaína. Se utilizó un catéter de Tygon con diámetro interno de 0.040" y externo de 0.070", con pared 0.015" (Cole-Palmer Instrument Company, Vernon Hills, Illinois) de 15 cm de longitud. El catéter se acopló a una aguja calibre 18 x 1.5", la que se recortó a un tercio de su tamaño y se adaptó a una jeringa de insulina calibre 1 cm cortada a la mitad, para evitar que sangrara la vaca. La cánula se fijó mediante una sutura en la piel y se mantuvo permeable, con una solución de heparina al 2.5%, disuelta con suero salino fisiológico, para evitar la coagulación.

Las muestras obtenidas no se trataron con solución anticoagulante, sino que permanecieron en hielo y se centrifugaron por 10 min a 5500 rpm; los sueros se depositaron en viales de 2 cm y se conservaron a $-20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta su análisis.

Posteriormente, se obtuvieron $50 \mu\text{L}$ por muestra de suero para analizar mediante radio-inmuno análisis (RIA), con cámara de rayos gamma, utilizando un kit comercial (Coat – a – Count Cortisol, DPC Labs), con un coeficiente de variación intra e interensayo de un 5.7 y 11.4% (Solano *et al.*, 2004).

4.2.5 Análisis estadístico

Para determinar las diferencias en los índices de desplazamiento y éxito entre los dos tipos genéticos se utilizó la prueba de Mann Withney (Lehner, 2000).

El modelo matemático de Mann Whitney utilizado fue el siguiente.

$$U_{G2} = N_{G1} N_{G2} + \frac{N_{G1} (N_{G2} + 1)}{2}$$

Donde:

N_{G1} = El número de datos de la muestra de G1

N_{G2} = El número de datos de la muestra de G2

U_{G1} = Cálculo de la muestra pequeña.

U_{G2} = Cálculo de la muestra grande

$$U_{G2} = N_{G1} N_{G2} - U_{G1}$$

En las interacciones agonistas y no agonistas se empleó el procedimiento GLM, para un diseño completamente al azar con sub-muestreo (SAS, 2000).

Los datos de concentración de cortisol se analizaron con PROC MIXED (SAS, 2000; Wang y Goonewarden, 2004) de acuerdo a un diseño completamente al azar con mediciones repetidas. Los factores fueron el tipo genético del animal y la concentración de cortisol en los diferentes tiempos de obtención de muestras, tomándose a cada vaca como efecto aleatorio.

El modelo utilizado en el procedimiento MIXED, fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + T_{j(i)} + S_k + RT_{ij} + \xi_{ijk}$$

Y_{ijk} = Medida del muestreo *k*-ésimo, $i = 1, 2, \dots, r$, nivel *j*-ésimo en tiempo y nivel *i*-ésimo en tipo genético, $k = 1, 2, \dots, b$,

μ = Media general

R_i = El *i*-ésimo arreglo en el efecto tipo genético.

$T_{j(i)}$ = Es el efecto aleatorizado del *i*-ésimo tipo genético en el *j*-ésimo tiempo de muestra.

S_k = Es el efecto en el *k*-ésimo muestreo.

RT_{ij} = Efecto de la interacción tipo genético por tiempo.

ξ_{ijk} = Es el error aleatorio asociado con el *i*-ésimo tipo genético en el *j*-ésimo tiempo asignado en el *k*-ésimo muestreo.

Para determinar la significancia de la interacción tipo genético x tiempo de muestreo, se utilizó la prueba de Tukey ajustada, opción LSMEANS (Litell *et al.*, 1998).

La correlación entre las concentraciones de cortisol con los índices de desplazamiento y éxito, y conductas agonistas y no agonistas, se determinó por la correlación de Spearman (Lehner, 2000), empleando la siguiente fórmula:

$$S = 2S \frac{N(N - 1)}{2}$$

4.3 RESULTADOS

4.3.1 Variables de conducta

Las conductas topeteo cabeza con cabeza y amenaza cabeza con cabeza fueron las conductas agonistas y no agonistas ($P < 0.05$, 9.41 y 6.58, respectivamente) que se presentaron con más frecuencia en los dos grupos genéticos. En el caso de las conductas agonistas la que siguió en frecuencia a topeteo cabeza con cabeza, fue topeteo cabeza con flanco (3.66), cabeza con tren posterior (3.58) y en menor proporción topeteo cabeza con cuello (2.67); en tanto que para las no agonistas la segunda en frecuencia fue amenaza cabeza tren posterior (4.76), seguida por amenaza cabeza flanco (2.41), amenaza cabello cuello (1.66) y finalmente amenaza a distancia (0.90) (Cuadro 3).

Cuadro 4.3. Diferencias entre las medias de conductas agonistas y no agonistas

Agonistas		No agonistas	
T. C/C	9.41 ^a	A. C/C	6.58 ^a
T. C/Cu	2.67 ^b	A. C/Cu	1.66 ^a
T. C/F	3.66 ^b	A. C/F	2.41 ^a
T. C/Tp	3.58 ^b	A. C/Tp	4.76 ^a
		A. A/D	0.90 ^a
EEM	1.30	EEM	1.76

T= Topeteo, C= Cabeza, Cu= Cuello, F= Flanco Tp= Tren posterior; A/D = Amenaza a distancia. Las literales diferentes indican diferencias dentro de la misma columna (P< 0.05)

Al comparar cada una de las conductas agonistas y no agonistas entre los dos grupos genéticos, no se encontraron diferencias (P<0.05; Cuadro 4), pero sí en la frecuencia absoluta de las interacciones agonistas, siendo mayor (P< 0.05) en G1 que G2 (Fig. 4).

Cuadro 4.4. Comparación de medias en las conductas agonistas y no agonistas entre los tipos genéticos

Conducta	Agonistas		Conducta	No agonistas	
	G1	G2		G1	G 2
T C/C	11.4	8.0	A. C/C	13.2	1.85
T C/CU	3.2	2.28	A. C/CU	4.0	0.03
T C/F	2.8	4.28	A. C/F	5.2	0.42
T C/TP	4.0	3.2	A. C/TP	6.2	0.57
			A/D	6.6	0.57
EEM	2.03	1.48		3.57	0.25

T= Topeteo, C= Cabeza, Cu= Cuello, F= Flanco Tp= Tren posterior.
A = Amenaza , A/D = Amenaza a distancia.

Aunque los índices de desplazamiento y éxito fueron mayores (U = ID 38, IE 33; P< 0.05) en G2 (0.54 ± 0.13, 0.66 ± 0.13) que para G1 (0.17 ± 0.36, 0.36 ± 0.30). Los valores más altos para ID (0.90) e IE (0.87), se observaron con el animal 908, perteneciente al tipo G1 (Cuadro 5).

Cuadro 4.5. Valores para índice de desplazamiento e índice de éxito de cada animal

TG	No	ID
G1	908	0.9
G1	908	0.87
G2	51	0.66
G1	00-4	0.62
G2	95	0.61
G2	52	0.57
G2	83	0.55
G2	95	0.54
G2	54	0.5
G1	00-4	0.48
G1	00-9	0.48
G1	00-9	0.47
G2	52	0.46
G2	73	0.45
G2	99	0.43
G2	99	0.42
G2	83	0.36
G2	54	0.33
G2	73	0.27
G1	1-186	0.26
G2	51	0.23
G1	1-186	0.08
G1	1-170	0.08
G1	1-170	0.06

TG= Tipo genético, No= número del animal, ID= índice de desplazamiento, IE= índice de éxito.

Durante la permanencia de los animales en el corral de manejo se observó un mayor número de conductas interactivas de corta duración, de menos de cinco segundos (497; 95 %), que de conductas de más de cinco segundos (37; 5 %), existiendo diferencias ($P < 0.01$) entre éstas.

Las frecuencias de interacciones entre los dos tipos genéticos, así como dentro del mismo grupo se muestran en la Figura 1, 2 y 3.

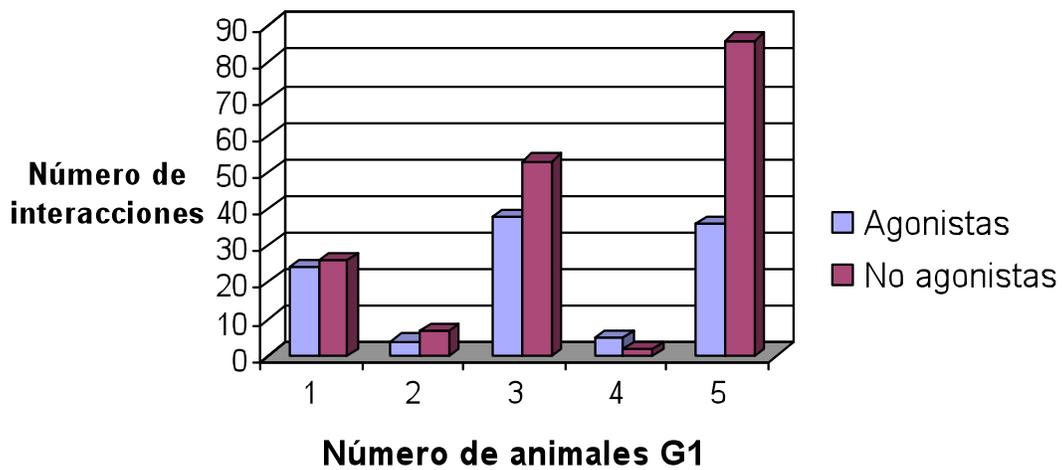


Figura 4.1. Interacciones totales en el tipo genético G1

Los animales del tipo genético G1 en general presentaron mayor número de interacciones no agonistas que agonistas, a excepción del animal cuatro, aunque en el caso de este animal tanto el número de interacciones agonistas como no agonistas fue muy bajo. Se observó mayor actividad en las interacciones agonistas y no agonistas en los animales 1, 3 y 5.

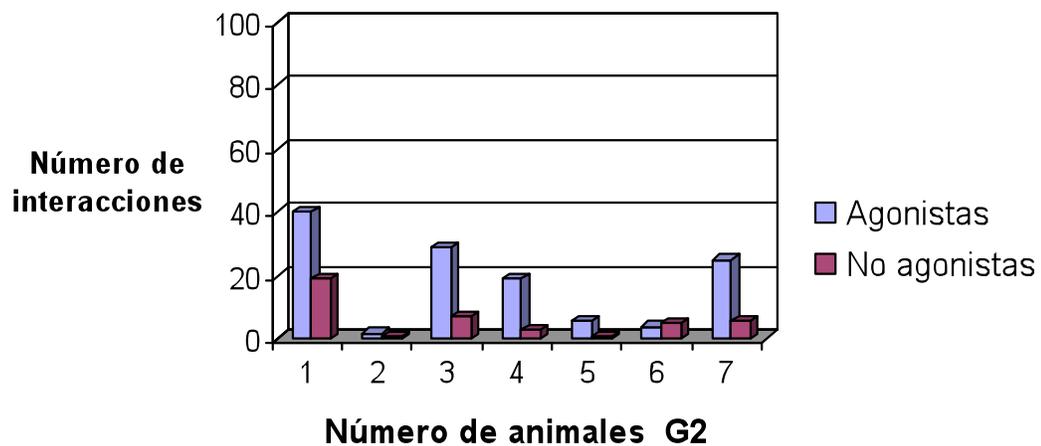


Figura 4.2. Interacciones totales en el tipo genético G2

Las conductas agonistas fueron más frecuentes en el tipo genético G2, observándose que solamente cuatro animales tuvieron más de 18 interacciones agonistas, en tanto que tres tuvieron conductas no agonistas con cinco o más interacciones.

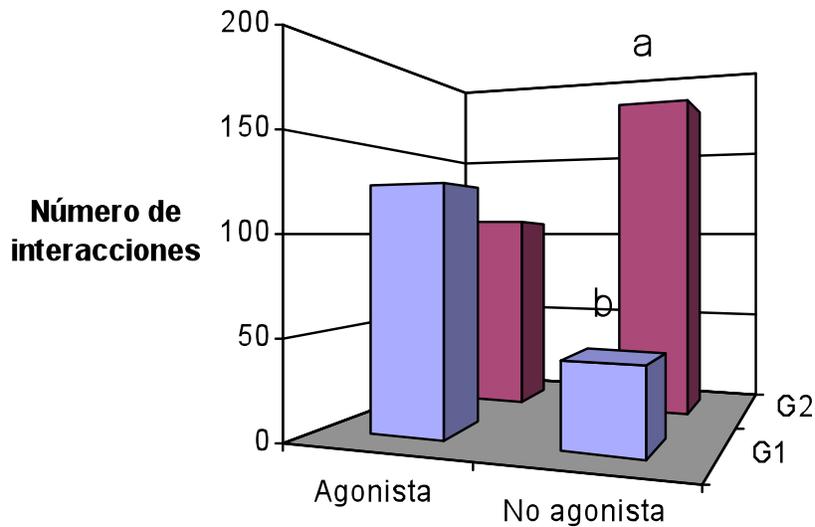


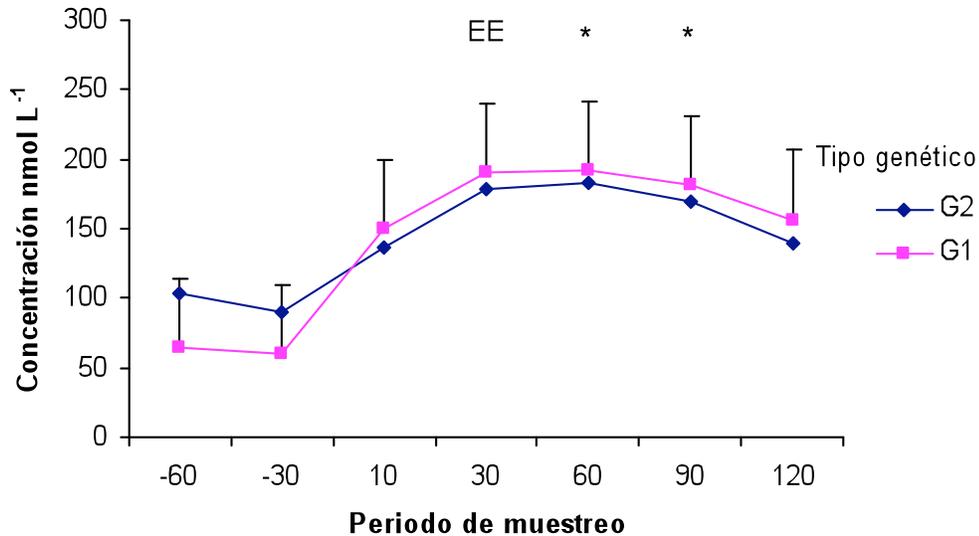
Figura 4.3. Interacciones totales entre los dos tipos genéticos

El tipo genético G2 en un periodo de 48 h tuvo un mayor número de interacciones agonistas con respecto al tipo genético G1, siendo mayor el número de interacciones no agonistas en el tipo genético G1, observándose diferencias ($P < 0.05$) en las medias de los dos tipos genéticos para las interacciones no agonistas.

4.3.2 Prueba de desafío a ACTH

La concentración de cortisol aumentó al transcurrir el tiempo de aplicación de la hormona ACTH, encontrándose diferencias ($P < 0.01$) entre tipos genéticos a los 30, 60 y 90 min. posteriores a su inyección, con valores medios de los muestreos 2 y 3 para G1: (286.5 ± 35.83 , 288.8 ± 34.36 , 293.3 ± 43.10 ; y para G2: 171.0 ± 44.68 , 165.2 ± 34.84 , 167.3 ± 24.15 nmol L⁻¹), alcanzando la máxima concentración a los 90 min., descendiendo a los 120 min. (G1 231.47 ± 25.71 ; G2 157.32 ± 23.61). Se observaron diferencias ($P < 0.05$) entre tipos

genéticos, en los muestreos 2 y 3, no existiendo éstas a los -60 y -30 min. antes de la aplicación de la ACTH, ni en los tiempos posteriores (10, 30 y 120 min.) a la inyección de ésta, en tanto que en el muestreo uno no se encontraron diferencias en ningún tiempo, ni entre tipos genéticos (Figura 4).



Diferencias ($P < 0.05$) a los 60 y 90 minutos después de aplicar ACTH
 - EE error estándar * diferencia ($P < 0.05$).

Figura 4.4. Valores medios de concentración de cortisol (muestreos dos y tres) a diferentes tiempos

4.3.3 Correlación entre conducta y actividad adrenal

La correlación entre ID y concentración de cortisol a los 60 min. no fue diferente ($P > 0.05$) entre los dos grupos genéticos ($R_s = 0.87$ G1, 0.81 G2) ni a los 90 min ($R_s = 0.78$ G1, 0.86 G2), pero sí ($P < 0.05$) en la correlación entre IE y concentración de cortisol a los 60 y 90 min. ($R_s = 0.98$ y 0.55 G1; $R_s = 0.25$ y 0.81 G2), respectivamente. También se encontraron diferencias ($P < 0.05$) en la correlación entre conductas agonistas y no agonistas, y niveles de cortisol a los 60 (G1 0.39 , 0.18 ; G2 0.87 , 0.75) y 90 min. (G1 0.28 , 0.18 ; G2 0.75 , 0.75).

4.4. DISCUSIÓN

La organización social de muchos vertebrados está basada en conductas dominantes que se dan entre individuos, por lo que el establecer un alto nivel de dominancia puede ser crítico para el animal, ya que puede acceder más fácilmente a diferentes recursos como comida, agua, sombra, etc. Algunos autores mencionan que el rango de dominancia social puede establecerse por factores como el peso del animal o su edad (Arave *et al.*, 1981; Albright y Arave, 1997; Roden *et al.*, 2005; Taillon y Cote, 2006); sin embargo, otros trabajos han demostrado que éstos no necesariamente pueden estar relacionados con el rango que ocupa un animal dentro del hato bajo condiciones de confinamiento (Galindo, 1994). Esto último coincide con los resultados observados en este estudio, en los que no obstante que los animales del tipo genético G1 tenían mayor tamaño y cuernos, tuvieron menores valores para los índices de desplazamiento y éxito que los del tipo genético G2.

Diversos estudios han demostrado que la dominancia tiene un componente genético (Kabuga *et al.*, 1991; Landaeta-Hernández *et al.*, 2005), sin embargo otros factores como el tamaño del grupo o espacio de alojamiento, pueden afectar el rango social del animal (Wierenga, 1990; Estevez, 2007), debido al acceso a recursos como alimento, agua o lugares para echarse, que podrían ser limitantes. En la presente investigación el número de animales del tipo genético G2 fue mayor que el de G1, no obstante, el espacio de que disponían era superior a lo requerido para 12 animales, además de que se les proporcionó agua y alimento *ad libitum*, por lo que estos factores no fueron determinantes en la manifestación de la dominancia.

No se observó homogeneidad en la conducta de los animales en ninguno de los dos tipos genéticos para las conductas agonistas y no agonistas, ni para los índices de desplazamiento y éxito, lo que demuestra que no todos los individuos dentro del mismo tipo genético se comportaron en la misma forma. Los índices de desplazamiento y éxito fueron más altos en los animales G2, lo que podría indicar que aún siendo estos animales más pequeños y carecer de cuernos, tuvieron mayor capacidad para desplazar a animales de mayor

tamaño y con cuernos. Sin embargo aunque estos índices pueden ser útiles para categorizar a los individuos dentro de un rango, no son necesariamente los mejores descriptores de cómo un individuo hace frente a un ambiente social (Mendl y Deag, 1995), por lo que el medir las diferencias individuales o estrategias en un grupo social, más que hacer una clasificación de los individuos como dominantes y subordinados, puede ser más útil para entender problemas de bienestar animal (Galindo, 1994; González *et al.*, 2003), que pueden afectar la productividad de los animales.

Por otra parte, las conductas agonistas que fueron utilizadas con mayor frecuencia fueron cabeza/cabeza, cabeza/flanco y cabeza/tren posterior, en tanto que en las no agonistas las principales interacciones fueron cabeza/cabeza y cabeza/tren posterior, como parte de las estrategias para establecer la dominancia en los dos tipos genéticos. Asimismo, se encontró una mayor interacción con conductas agonistas en el tipo genético G2 y no agonistas para el tipo genético G1, por lo que los animales del tipo genético G2 tuvieron un mayor contacto físico para establecer la dominancia, posiblemente para compensar su menor tamaño y la carencia de cuernos.

Los valores de cortisol obtenidos en respuesta a la administración de ACTH, fueron mayores para el tipo genético G1 que G2. Es sabido que mayores niveles de cortisol indican que la corteza adrenal ha sido más activa en la producción de glucocorticoides en respuesta a condiciones de estrés (Fraser y Broom, 1997), por lo que los resultados encontrados de acuerdo a lo mencionado anteriormente, indican que el tipo G1 tuvo un mayor nivel de estrés que G2, debido posiblemente a las características propias de cada grupo genético, en donde los animales del tipo genético G1 fueron más nerviosos que los del tipo G2.

La mayor concentración de cortisol observada en los animales del tipo genético G1, a la vez que la alta correlación encontrada entre los índices de desplazamiento y éxito y la concentración de cortisol a los 60 min. después de la aplicación de ACTH en los dos tipos genéticos, coincide con lo reportado por Friend *et al.* (1979, 1977) y Mench *et al.* (1990), en donde se ha encontrado

que los niveles de cortisol han sido mayores en animales subordinados que en dominantes.

La correlación entre las conductas agonistas y la concentración de cortisol a los 60 y 90 min. después de la aplicación de ACTH fue alta, resultados similares han sido observados por otros autores (Otten *et al.*, 1997), en donde la concentración de cortisol en cerdos aumentó al presentarse interacciones agonistas.

4.5 CONCLUSIONES

Se encontraron diferencias en la conducta de los animales debido a la presencia o no de cuernos, así como a la alzada de los animales, lo cual influyó en el tipo de interacciones que cada tipo genético presentó.

Las conductas agonistas más observadas para ambos tipos genéticos fueron cabeza/cabeza, cabeza/flanco y cabeza tren posterior, mientras que en las no agonistas fueron cabeza/cabeza y cabeza/tren posterior.

Los animales del tipo genético G2, como grupo, tuvieron un mayor rango social que el tipo genético G1, al presentar mayores valores para los índices de desplazamiento y éxito.

El tipo genético G2 presentó menor actividad adrenal que G1, así como una mayor correlación entre los niveles de cortisol e interacciones agonistas y no agonistas, por lo que el tipo genético G1 presentó mayor estrés en condiciones de manejo de corral en el trópico seco.

4.6 LITERATURA CITADA

Albright, J.L., Arave, C.W. 1997. The behaviour of cattle. CAB International. Wallingford, Oxon, UK.

Arave, C.W., Albright, J.L. 1981. Cattle behavior. *J. Dairy Sci.* 64, 1318 – 1329.

Boleman, S.L., Boleman, S.J., Morgan, W. W., Hale, D.S., Griffin, D.B., Savell, J.W., Ames, R.P., Smith, M.T., Tatum, J.D., Field, T.G., Smith, G.C., Gardner, B.A., Morgan, J.B., Northcutt, S.I., Dolezal, H.G., Gill, D.R. and Ray, F.K. 1998. National beef quality audit. – 1995 : Survey of producer-related defects and carcass quality and quantity attributes, *J. Anim. Sci.* 76, 96 -103.

Estevez, I. 2007. Special issue: Too many, too few: the effects of group size and density in captive animals. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 103, 185 – 283.

Fraser, A.F., Broom, D.M. 1997. Farm animal behaviour and welfare. CAB International. Wallingford, Oxon, UK.

Friend, T.H., Polan, C.E., Gwazdauskas, F.C., Heald, C.W. 1977. Adrenal glucocorticoid response to exogenous adrenocorticotropin mediated by density and social disruption in lactating cows. *J. Dairy Sci.* 60, 1958 – 1963.

Friend, T.H., Gwazdauskas, F.C., Polan, C.E. 1979. Change in adrenal response from free stall competition. *J. Dairy Sci.* 62, 768 – 771.

Galindo, F., Orihuela, A. 2004. *Etología Aplicada*. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Galindo, F. 1994. The relationships between behaviour and occurrence of lameness in dairy cows. Ph.D. Thesis. University of Cambridge, Cambridge, UK.

- García, E. 1979. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen . Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- González, M., Yabuta, A.K., Galindo F. 2003. Behaviour and adrenal activity of first parturition and multiparous cows under a competitive situation. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 83, 260 - 266.
- Grandin, T. 1983. Behavioral agitation during handling of cattle is persistent over time. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 36, 1-9.
- Hasegawa, N., Nishiwaki, A., Sugawara, K., Ito, I. 1997. The effects of social exchange between two groups of lactating primiparus heifers on milk production, dominant order, behavior and adrenocortical response. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 51, 15 – 27.
- Houghton, P.L., Lemenger, R.P., Moss, G.E. Hendrix, K.S. 1990. Prediction of postpartum beef cow body composition using weight to height ratio and visual body condition score. *J. Anim. Sci.* 68, 1428 – 1431.
- Kabuga, J.D., Gari-Kwaku, J., Annor.S.Y. 1991. Social status and its relationships to maintenance behaviour in a herd of N'Dama and West African Shorthorn cattle. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 31, 169 - 181.
- Landaeta-Hernández, A.J., Chenoweth, P.J., Randles, R., Littell, R., Rae, O., Chase, C.C. 2005. Identifying the social dominance order in a mixed breed herd. *Rev. Cient. Fac. Cienc. Vet.* 15, 148 - 154.
- Lay, D.C. Friend, T.H., Randel, R.D., Jenkins, O.C., Nevendorff, D.A., Kapp, G.M. 1996. Adrenocorticotropic hormone dose response and some physiological effects of transportation on pregnant Brahman cattle. *J. Anim. Sci.* 74, 1806 – 1811.

- Lehner, N.P. 2000. Ethological Methods. 2nd ed. Cambridge University Press. England.
- Litell, R.C., Henry, P.R., Amernan, C.B. 1998. Statistical analysis of repeated measure data using SAS procedures. J. Anim. Sci. 76, 1216 - 1231.
- Martin, P., Bateson, P. 1999. Measuring behaviour: An introductory guide, 2nd ed. Cambridge University Press, UK.
- Mench, J.A., Swanson, J.C., Stricklin, W.R. 1990. Social stress and dominance among group members after mixing beef cows. Can. J. Anim. Sci. 70, 345 – 354.
- Mendl, M., Zanella J.A., Broom D.M. 1992. Physiological and reproductive correlates of behavioural strategies in female domestic pigs. J. Anim. Behav. 44, 1107 – 1121.
- Mendl, M., Deag, J.M. 1995. How useful are the concepts of alternative strategy and coping strategy in applied studies of social behavior. Appl. Anim. Behav. Sci. 44, 119-137.
- Otten, W., Puppe, B., Stabenow, B., Kanitz, E., Schön, P.C., Brüßow, K., Nürnberg, G. 1997. Agonistic interactions and physiological reactions of top- and bottom- ranking pigs confronted with a familiar and an unfamiliar group: preliminary results. Appl. Anim. Behav. Sci. 55, 79 – 90.
- Roden, C., Vervaecke, H., Elsacker, L. van. 2005. Dominance, age and weight in American bison males (*Bison bison*) during non-rut in semi-natural conditions. Appl. Anim. Behav. Sci. 92, 169 - 177.
- Ruckebush, Y., Phaneuf, LP., Dunlop, R. 1994. Fisiología de pequeñas y grandes especies. Ed. Manual Moderno, México.

SAS Institute Inc. 2000 SAS. Statistical Analysis System, Release 8.02. SAS Institute. Cary, NC.

Scanga, J.A., Belk, K.E., Tatum, J.D., Grandin, T. and Smith, G.C., T. 1998. Factors contributing to the incidence of dark cutting beef. *J. Anim. Sci.*, 76, 2040 – 2047.

Solano, J., Galindo, F., Orihuela, A., Galina, C.S. 2004. The effect of social rank on the physiological response during repeated stressful handling in Zebu cattle (*Bos indicus*). *Physiol. Behav.* 82, 679 – 683.

Taillon, J., Cote, S.D. 2006. The role of previous encounters and body mass in determining social rank: an experiment with white-tailed deer. *Anim. Behav.* 72, 1103 - 1110.

Wang, Z., Goonewardene, L.A. 2004. The use of MIXED model in the analysis of animal experiments with repeated measures data. *Can. J. Anim. Sci.*, 64, 1 – 11.

Wierenga, H.K. 1990. Social dominance in dairy cattle and the influence of housing and management. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 27, 201 – 229.

CAPÍTULO CINCO

CONDUCTA DE VACAS GESTANTES EN TRÓPICO SECO, PESO DE LAS CRÍAS Y NIVELES DE PROGESTERONA POSPARTO

RESUMEN

Durante el manejo en corrales las vacas sufren estrés al ser mezcladas con otros animales, lo que puede afectar su reproducción. En esta investigación se evaluó la conducta social de dos tipos genéticos y su relación con el peso de los becerros al nacimiento y la función ovárica 70 días posteriores al parto. Se emplearon 12 vacas Brahman \times Simmental (N=5, G1) y Pardo Suizo \times Brahman (N=7, G2) (550-610 kg PV, 4-5 años, 2 a 3 partos, 6-7 meses de gestación). La conducta de las vacas fue observada durante 24 días consecutivos, realizando 12 observaciones cada tercer día para determinar el número de veces que una vaca desplazaba a otra (índice de desplazamiento, ID) y el número de animales que podían ser desplazados por una vaca (índice de éxito, IE), así como las conductas agonistas y no agonistas. Se hicieron observaciones conductuales y de barrido por 4 h, con intervalos de 5 min. El peso de los becerros fue registrado al nacimiento. Setenta días después del parto se hicieron 10 muestreos de sangre durante un periodo de 19 días. La prueba de Mann Withney se empleó para determinar diferencias en ID e IE entre tipos genéticos. Para analizar las interacciones agonistas y no agonistas se usó el procedimiento GLM. Los datos de la concentración de progesterona fueron analizados por PROC MIXED. Los ID e IE se relacionaron con el peso al nacimiento de las crías y la actividad ovárica, usando la correlación de Spearman. El ID e IE fueron diferentes ($P < 0.05$) para G1 (0.17 ± 0.36 , 0.36 ± 0.30) y G2 (0.54 ± 0.13 , 0.66 ± 0.13). G2 mostró menor número ($P < 0.05$) de interacciones no agonistas (42) que G1 (174). G1 tuvo una mayor correlación entre ID e IE con el peso al nacimiento de las crías (ID 0.64, IE 0.57) que G2

(ID 0.58, IE 0.26). Las concentraciones de progesterona fueron diferentes para G2 solo en los muestreos 3 y 8 ($P < 0.01$, 1.8 ng mL^{-1} , $P < 0.05$, 1.4 ng mL^{-1} , respectivamente). No se encontraron diferencias ($P < 0.05$) en la concentración de progesterona en G1, siendo menor a 1 ng mL^{-1} . La mayor correlación entre ID, IE y la actividad ovárica se encontró en el tipo genético G2, mientras que entre el peso al nacimiento de las crías e ID, IE fue en G1.

ABSTRACT

During handling in the stockyard cattle suffer stress when mixed with other animals which might affect reproduction. In this study social behavior in two genetic types of cows and its relation to calf birth weight and ovarian function 70 days after calving was evaluated. Twelve cows were used, Brahman × Simmental (N=5, G1) and Brown Swiss × Brahm (N=7, G2) (550-610 kg BW), 4-5 years old, 2 to 3 parities, 6-7 months pregnant. Cows' behavior was observed during 24 consecutive days, making 12 observations every other day to determine the number of times a cow displaced others (index of displacement, ID) and number of animals a cow could displace (index of success, IS), as well as agonistic and non agonistic behaviors. Each day behavioral observations and scan sampling with continuous recording were done for 4 h, at 5 minutes intervals. Calves' birth weight was recorded. Progesterone test was performed 70 days after parturition. Ten blood samplings were taken during a 19 day period. The GLM procedure was used to analyze agonistic and non agonistic interactions also ID and IS. Calves' birth weight was related with ID and IS using the Spearman correlation. Progesterone data concentration was analyzed by PROC MIXED. ID and IS were different ($P < 0.05$) for G1 (0.17 ± 0.36 , 0.36 ± 0.30) and G2 (0.54 ± 0.13 , 0.66 ± 0.13), G2 showed less ($P < 0.05$) non agonistic interactions (42) than G1 (174). G1 showed a higher correlation between calf's birth weight and ID (0.64), IS (0.57) than G2 (ID 0.58, IS 0.26). Progesterone concentration was different for G2 only for samplings 3 and 8 ($P < 0.01$, 1.8 ng mL^{-1} , $P < 0.05$, 1.4 ng mL^{-1} , respectively). No differences ($P < 0.05$) were found for G1, with progesterone concentrations below 1 ng mL^{-1} . There was a greater relationship between

dominant behavior and ovarian activity in genetic type G2, and a higher correlation between calf's weight and ID, IS in G1.

5.1 INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de carne bovina se realizan en un 75% bajo condiciones de pastoreo en el trópico (SAGARPA, 2000) donde las razas nativas predominantes son una mezcla de cruzas europeas e índicas criadas bajo condiciones críticas en diferentes climas (Beal *et al.*, 1990). Este ganado (*Bos taurus X Bos indicus*) se caracteriza por su alta resistencia a la humedad, temperatura y parásitos (Pineheiro *et al.*, 1998).

En el trópico de México, la principal actividad pecuaria es la producción de carne, por lo que la producción de crías y la rapidez de crecimiento de éstas es importante.

En la ganadería actual es común que los patrones de conducta y ambientales estén en asincronía, por ejemplo que las vacas paran en épocas de menor disponibilidad de forraje (Lindsay, 1996). Por estas situaciones de desfase conductual – ambiental se dan pérdidas económicas en el trópico húmedo (Peters, 1996). El incremento de los periodos largos de anestro debido principalmente al amamantamiento, son algunos de los impedimentos para la presencia de variables productivas óptimas (Browing *et al.*, 1994).

Durante el manejo en corral, los bovinos sufren estrés al enfrentarse a ambientes diversos y al estar con animales mejor adaptados al ambiente, lo que puede afectar su salud y bienestar y algunos aspectos reproductivos (Arave y Albright, 1981; Hasegawa *et al.*, 1997; Fraser y Broom, 1998; Solano *et al.*, 2004), ya que además de competir por comida y espacios para descansar, experimentan estrés al separarse de sus compañeros de potrero y ser introducidos por primera vez a un hato diferente (Wierenga, 1990). El manejo inadecuado ocasiona estrés y causa mayor interacción entre los animales, produciendo peleas, lo que ocasiona una disminución en la fertilidad además de poner en riesgo a las personas que manejan a los animales (Boleman *et al.*, 1998; Scanga *et al.*, 1998; Solano *et al.*, 2004).

Por otra parte se ha estudiado la relación que existe entre el sexo de las crías y la dominancia de las vacas. Yunes *et al* (2001) observaron que en hembras de hatos lecheros con tres rangos de dominancia (alta, media y baja) obtuvieron relaciones macho:hembra de 13:05 para alta, 17:17 medio y 8:20 para baja

Entre los principales factores que alargan el anestro posparto y afectan el reinicio de la actividad ovárica, se encuentran el estado nutricional y el amamantamiento de las crías (Browing *et al.*, 1994; Bell *et al.*, 1998; Galina *et al.*, 2001), o la presencia de fases lúteas cortas que en algunas ocasiones son el preámbulo del inicio o regularización del ciclo estral posparto (Ramirez-Godinez *et al.* 1982)

Los estudios relacionados con la conducta y los niveles sanguíneos de progesterona durante los días abiertos son limitados. En algunos estudios se han encontrado niveles mayores a 1 ng mL^{-1} de progesterona a más de 100 días posteriores al parto en regiones tropicales húmedas (Galina y Arthur, 1989; Gutiérrez *et al.*, 1996). En otras investigaciones relacionadas con el objetivo de encontrar los niveles de progesterona (P_4) en sangre en donde se presente actividad ovárica en ganado de carne, se ha observado que con concentraciones de 5 ng mL^{-1} se presenta ésta (Callejas *et al.*, 2006).

En vacas Cebú valores inferiores a 1 nmol L^{-1} se han relacionado con la fase folicular o anestro y valores iguales o superiores a 2.8 nmol L^{-1} con la fase lútea. Se han reportado concentraciones de progesterona (P_4) por arriba de 1 ng mL^{-1} desde el día 7 hasta el 17 del ciclo estral y cuando existe concepción con niveles de progesterona durante 5 semanas consecutivas por arriba de 9 ng mL^{-1} (McLeod y Williams, 1991). En tanto que en los ciclos estrales cortos se han encontrado valores inferiores a 9 ng mL^{-1} en vacas cebú cruzadas con *Bos taurus* y en los ciclos normales valores superiores a 9 ng mL^{-1} (Cavestany *et al.*, 2001).

El objetivo del presente estudio fue evaluar la dominancia en vacas gestantes de dos tipos genéticos diferentes en confinamiento en trópico seco, su relación con el sexo y peso de sus crías, así como la función ovárica a los 70 días posparto.

5.2 MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nayarit, a 21° 17' 18" de latitud norte y 104° 54' de longitud oeste, con una altura de 800 m, el clima predominante de la región de acuerdo a la clasificación de Köppen (García, 1989), es semicálido – húmedo (awz), con una precipitación pluvial de 1000.4 mm y con una temperatura media anual de 22 °C.

En este estudio se utilizaron 12 vacas, de dos tipos genéticos: Brahman \times Simmental o Charolais, (n = 5, G1 y Pardo Suizo \times Brahman (n = 7, G2), con dos a tres partos y de cinco a seis años de edad, con 70 días posparto, y una condición corporal de 4 a 6, con escala de 1 a 9, siendo 1 = emaciada y 9 = obesa (Houghton *et al.*, 1990). Las vacas fueron numeradas con pintura de aceite que contrastaba con el color de pelaje en los flancos para su fácil identificación. La investigación se realizó en un corral de manejo, con cuatro divisiones de 150 m² cada una, con piso de tierra. La finalidad de tener estas divisiones fue permitir mayor facilidad para observar la interacción de los animales y que éstos transitaran libremente entre las cuatro divisiones, además se tuvo una plataforma elevada para la observación directa de las interacciones. Se adaptó una manga de manejo de 40 m largo X 0.90 m de ancho, teniendo cada animal un espacio de 2.8 m, el cual se delimitó con un poste de madera al frente y otro atrás del animal, para obtener las muestras de sangre y evaluar la actividad ovárica mediante la concentración de progesterona en suero.

Los animales fueron alimentados con una dieta de ensilaje de maíz y suplemento que se proporcionó en forma de bloques, compuesto de: 35% melaza, 14% harina de maíz, 1.5% urea, 17% harina de pescado, 11.5% cal, 20% minerales y 1% azufre. El alimento y el agua se les proporcionó *ad libitum*, teniendo cada división del corral un comedero de 1.5 m de ancho por 6.5 m de largo.

5.2.1 Medidas y observaciones de conducta

Se evaluó la conducta de los animales por 24 días, haciendo observaciones cada tercer día, en cada día de observación se registró la conducta de los animales por cuatro horas, utilizando un muestreo conductual por 5 minutos consecutivos y otro de barrido con intervalos cada 5 min, que consistió en observar de forma continua las interacciones de los animales (Martin y Bateson, 1999), este estudio se realizó cuando las vacas tenían 6-7 meses de gestación.

En los cuadros 1 y 2 se indican las conductas observadas y la descripción de las mismas (Lehner, 2000).

Cuadro 5.1. Catálogo de conducta

Agonista	No agonista
Topeteo cabeza con cabeza	Amenaza cabeza con cabeza
Topeteo cabeza con cuello	Amenaza cabeza con cuello
Topeteo cabeza con flanco	Amenaza cabeza con flanco
Topeteo cabeza con tren posterior	Amenaza cabeza con tren posterior
Desplazamiento con el cuerpo	Amenaza a distancia

Nota: Se tomaba como positivo cuando se desplaza a otro animal.

En el cuadro 2 se define cada conducta tomada para el catálogo de conductas.

Cuadro 5.2. Definiciones de las conductas agonistas y no agonistas

T C/C	Contacto con los cuernos a la cabeza de otro animal
T C/Cu	Contacto con la cabeza a la parte del cuello de otro animal
T C/F	Contacto con la cabeza a las extremidades anteriores y abdomen

T C/Tp	de otro animal Contacto con la cabeza a las extremidades posteriores de otro animal
A C/C	Amenaza con los cuernos a la cabeza de otro animal
A C/Cu	Amenaza con la cabeza a la parte del cuello de otro animal
A C/F	Amenaza con la cabeza a extremidades anteriores y abdomen de otro animal
A C/Tp	Amenaza con la cabeza a extremidades posteriores de otro animal
A D	Amenaza con la cabeza a distancia

T= Topeteo, C= Cabeza, Cu= Cuello, F= Flanco Tp= Tren posterior.

A = Amenaza, A/D = Amenaza a distancia.

5.2.2 Determinación del índice de desplazamiento y de éxito

Se determinaron los índices de desplazamiento y de éxito mediante las siguientes formulas (González *et al.*, 2003; Galindo y Orihuela, 2004; Solano *et al.*, 2004, Lehner, 2000).

$$ID = \frac{\text{Número de veces que desplaza a un animal}}{\text{Número de veces que desplaza a un animal} + \text{el número de veces que es desplazado}}$$

$$IE = \frac{\text{Numero de animales que son capaces de desplazar}}{\text{Número de animales que son capaces de desplazar} + \text{el número de animales que lo desplazan}}$$

Donde: ID = Índice de desplazamiento e IE = Índice de éxito.

Datos del las crías

Al momento del nacimiento se registró el peso y sexo de las crías en los dos tipos genéticos.

5.2.3 Prueba de actividad ovárica

Antes de iniciar la prueba se dio un periodo de adaptación a los animales, introduciéndolos a la manga de manejo tres veces por semana, para dar la

misma oportunidad a todos de reconocer su espacio. El estudio se realizó en el mes de febrero, posterior al de conducta y se inició 70 días después del parto. Se realizaron 10 muestreos de sangre para determinar la concentración de progesterona, durante 19 días, cada 48 h. Paralelamente se realizó amamantamiento restringido por 18 h cada siete días.

5.2.4 Determinación de la concentración de progesterona

Las muestras de sangre se colectaron de la vena yugular, permanecieron en hielo hasta su centrifugación por 10 min a 5500 rpm, Los sueros se decantaron en viales de 2 mL y se almacenaron a - 20°C hasta su análisis. La concentración de progesterona se analizó por radioinmunoanálisis (RIA), utilizando un kit comercial (Coat – a – Count, DPC) utilizando una alícuota de 50µL de muestra y se midieron con contador gamma. El coeficiente de variación intra e interensayo fue de 3.2 y 11.4 % respectivamente (Collier *et al.*, 1982; Bolaños *et al.*, 1997).

5.2.5 Análisis estadístico

Se utilizó la prueba de Mann Whitney (Lehner, 2000) para determinar las diferencias entre ID e IE.

El modelo matemático de Mann Whitney utilizado fue el siguiente.

$$U_{G2} = N_{G1} N_{G2} + \frac{N_{G1} (N_{G2} + 1)}{2}$$

2

Donde:

N_{G1} = El número de datos de la muestra de G1

N_{G2} = El número de datos de la muestra de G2

U_{G1} = Calculo de la muestra pequeña.

U_{G2} = Calculo de la muestra Grande

U_{G2} = N_{G1} N_{G2} - U_{G1}

También se analizaron las frecuencias de interacciones agonistas y no agonistas, usando el procedimiento GLM.

Se correlacionó el peso al nacimiento de los becerros con los índices de desplazamiento y de éxito, así como la actividad ovárica con estos índices por medio de la correlación de Spearman (Lehner, 2000), con la siguiente fórmula.

$$S = 2S \frac{N(N - 1)}{2}$$

Los datos de concentración de progesterona fueron analizados por medio de PROC MIXED (SAS, 2000) de acuerdo a un diseño completamente al azar con mediciones repetidas, cuyos factores fueron el tipo genético del animal y los 10 muestreos, el animal se tomó como efecto aleatorio.

El modelo utilizado en el procedimiento MIXED, fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + T_j + S_k + (R_i * T_j) + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = Medida del muestra *késimo*, $i = 1,2,\dots,r$, nivel *jésimo* en tiempo y nivel *iésimo* en tipo genético, $j = 1,2,\dots,b$,

μ = Media general

R_i = El *iésimo* arreglo en el efecto del tipo genético.

T_j = Es el efecto aleatorizado del *jésimo tiempo con la iésima tipo genético*.

S_k = Es el efecto en el *késimo* muestreo.

$(R*T)_{ij}$ = Efecto de la interacción tipo genético por tiempo.

E_{ijk} = Es el error aleatorio asociado con el *jésimo* tiempo asignado a la *iésima* tipo genético en el muestreo k .

Para determinar la significancia de la interacción tipo genético _ muestreo se utilizó la prueba de Tukey ajustada, opción LSMEANS (Litell *et al.*, 1998).

5.3 RESULTADOS

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tipos genéticos en los de índices de desplazamiento y éxito, para G1 de 0.17 ± 0.36 , 0.36 ± 0.30 y 0.54 ± 0.13 , 0.66 ± 0.13 para G2.

Además se obtuvieron las frecuencias numéricas de las interacciones agonistas y no agonistas por hora y en forma absoluta para los dos tipos genéticos, (Figuras 1, 2, 3, 4).

Se observó que el tipo genético G1 tuvo un mayor número de interacciones agonistas y menor de no agonistas, por hora, en tanto que G2 presentó mayor número de interacciones no agonistas (Figura 1).

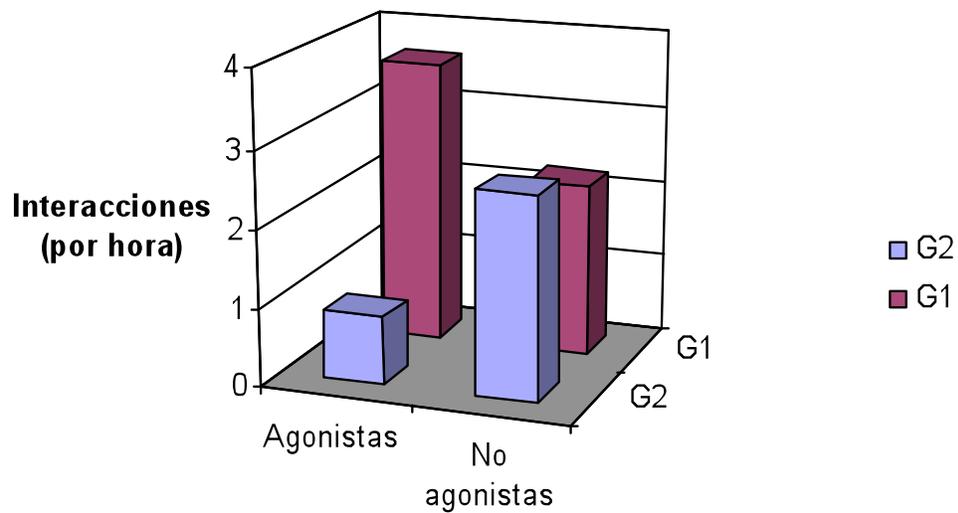


Figura 5.1. Interacciones agonistas y no agonistas por hora en los dos tipos genéticos

No se encontró homogeneidad entre los animales del tipo genético G1 o G2 para las interacciones agonistas y no agonistas (Fig 2 y 3).

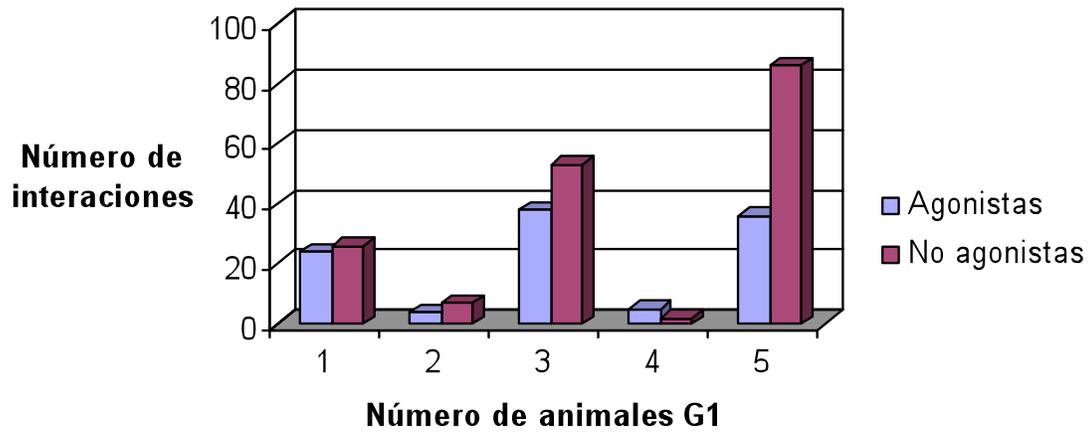


Figura 5.2. Interacciones en el tipo genético G1

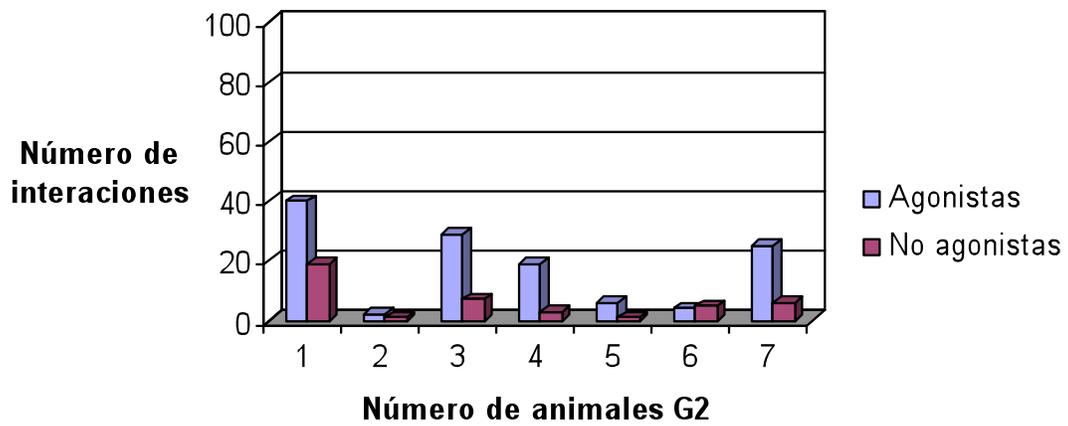


Figura 5.3. Interacciones en el tipo genético G2

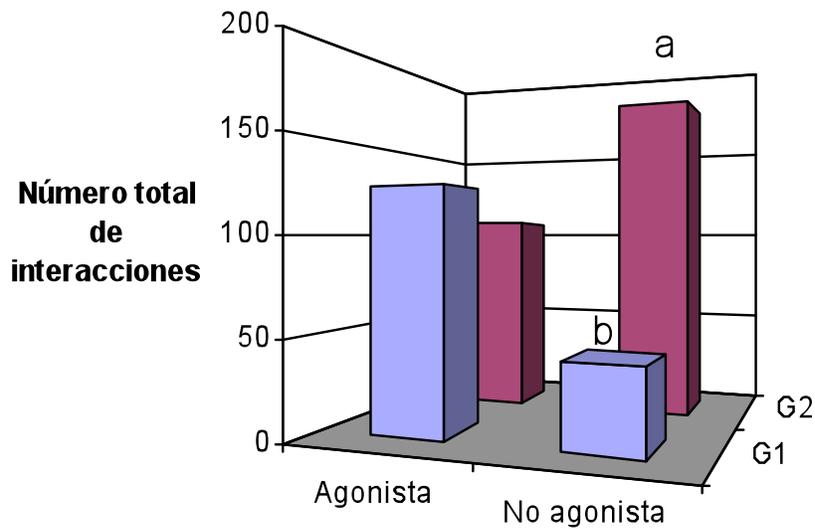


Figura 5.4. Interacciones en los dos tipos genéticos

Se encontraron diferencias ($P < 0.05$) en las interacciones no agonistas entre los tipos genéticos G1 y G2 (Fig. 4) y se observó una alta correlación entre el peso al nacimiento e ID para G1 y G2, y para IE en el tipo genético G1 (Cuadro 3).

Cuadro 5.3. Correlaciones entre el peso al nacimiento de las crías (PN) con el índice de desplazamiento (ID) e índice de éxito (IE)

Correlación de Spearman		G1	G2
PN	ID	0.64	0.58
PN	IE	0.57	0.26

En el tipo genético G1 nacieron tres hembras y dos machos y en el tipo genético G2 fueron seis crías hembras y un macho, teniéndose mayor número de hembras en los dos tipos genéticos en este caso no se realizó el análisis estadístico por el bajo número de animales en cada tipo genético.

5.3.1 Actividad ovárica y concentraciones de progesterona

En el tipo genético G2 se observaron diferencias en la concentración de progesterona únicamente en los muestreos 3 y 8 ($P < 0.01$, 1.8 ng mL^{-1} ; $P < 0.05$, 1.4 ng mL^{-1}) indicando presencia de actividad ovárica con fases lúteas cortas (Fig. 5). Por otra parte en el tipo genético G1 se presentaron concentraciones menores a 1 ng mL^{-1} (0.01 hasta 0.07 ng mL^{-1}), lo que indicó que no se presentó actividad ovárica en estos animales.

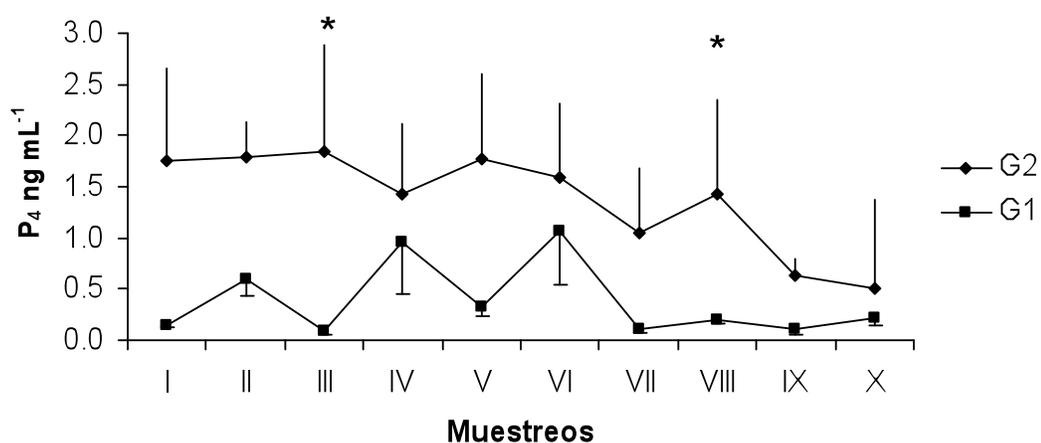


Figura 5.5. Concentración de progesterona (medias de los 10 muestreos \pm EE) en los dos tipos genéticos

El amamantamiento restringido realizado cada siete días por periodos de 18 h, no afectó la actividad ovárica en las vacas después del parto en ninguno de los dos tipos genéticos.

La correlación entre la actividad ovárica y los ID e IE en los dos tipos genéticos fue de $R_s = 0.84$, $R_s = 0.07$ ($P < 0.05$), en el muestreo 3 y $R_s = 0.75$, $R_s = 0.11$ ($P < 0.01$) en el muestreo 8, que fueron los únicos en los que se encontraron diferencias significativas en la concentración de progesterona (Fig. 5). En el tipo genético G1 por tener concentraciones de progesterona por debajo de 1 ng mL^{-1} no se consideró adecuado realizar la prueba de correlación.

5.4 DISCUSIÓN

La conducta social de los tipos genéticos evaluados fue diferente, encontrándose mayor número de interacciones agonistas en el tipo genético G2 y no agonistas en el G1.

La conducta dominante de las vacas G2, pudo deberse a que se tuvo un efecto compensatorio al carecer de cuernos estos animales, en tanto que en el caso de los animales G1 se observaron menos conductas agonistas debido posiblemente a la presencia de cuernos, así como por ser animales con temperamento más nervioso (Galina *et al.*, 2001).

La conducta dominante es una actividad que se establece en los bovinos para instaurar la jerarquía dentro del hato (Hasegawa *et al.*, 1997; Fraser y Broom, 1998; Solano *et al.*, 2004), lo que causa interacciones entre los animales que pueden ocasionar problemas de salud, por lo que es importante determinar la dominancia mediante la observación de conductas interactivas, como sucedió en el presente trabajo.

El estudio de la conducta dentro de cada grupo mostró un comportamiento diferente en cada animal, presentándose desde 2 hasta 85 interacciones no agonistas para los animales G1 mientras que en los G2 fue desde 2 hasta 40 interacciones agonistas. Se ha encontrado que este tipo de comportamiento repercute en la productividad de los animales, lo que ha sido estudiado ampliamente por diferentes investigadores en distintas razas de bovinos (Arave y Albright, 1981; Grandin, 1983; Hasegawa *et al.*, 1997; Fraser y Broom, 1998; González *et al.*, 2003).

Los animales que tienen un comportamiento gregario y son dedicados a la producción zootécnica, presentan conductas interactivas que pueden ser debidas al manejo, además de que las instalaciones juegan un papel fundamental en el número de interacciones que están íntimamente ligadas al estrés que pueden presentar los animales y que influyen en la actividad ovárica en animales que no están gestantes, lo que afecta en mayor proporción a vacas después del parto, con lo que se incrementan los días abiertos,

afectando la eficiencia reproductiva y la producción en los bovinos de doble propósito (Wierenga, 1990 y Scanga *et al.*, 1998).

En las crías del tipo genético G1 se obtuvo una correlación alta entre el peso al nacimiento y el índice de desplazamiento de 0.64 y para el índice de éxito de 0.57, mientras que en G2 fue de 0.58 y 0.26, encontrándose una mayor correlación entre el peso y los índices de desplazamiento y éxito en el tipo genético G1.

Por otra parte, al considerar la dominancia en los protocolos de sincronización de estros en programas de inseminación artificial o empadre natural, la dominancia de los animales al competir por recursos alimenticios y lugares de confort como sombra o echaderos, puede afectar la respuesta a los tratamientos como lo describen Grandin (1983) y González *et al.* (2003).

El nivel de progesterona encontrado en la presente investigación que fue de 1.8 ng ml^{-1} por alrededor de 8 días, indicó la presencia de fases lúteas cortas posteriores al parto, en animales del grupo genético G2, lo cual difiere con lo reportado por Callejas *et al.* (2006) que observaron que las concentraciones fueron de P_4 de 5 ng ml^{-1} durante 8 días en ganado *Bos taurus* que no recibió ningún tratamiento para la sincronización con progestágenos. No obstante, Ramírez-Godinez *et al.* (1982), coinciden con lo encontrado en este trabajo, ya que estos autores también observaron fases lúteas cortas con concentraciones de progesterona por arriba de 1 ng ml^{-1} , por periodos de ocho días. Otros investigadores (Browing *et al.*, 1994; Bell *et al.*, 1998; Galina *et al.*, 2001) mencionan que algunos de los factores que alargan el anestro posparto y afectan el reinicio de la actividad ovárica, son la condición corporal y el amamantamiento de las crías.

El amamantamiento restringido por periodos de 18 h cada siete días realizados en esta investigación, no tuvo efecto en el inicio de la actividad ovárica en ninguno de los tipos genéticos estudiados.

En lo que se refiere a la correlación entre el grado de la actividad ovárica evaluada en los 10 muestreos y el índice de desplazamiento en los animales G2 fue alta únicamente para el muestreo 3 y en el muestreo 8 para el índice de éxito. Sin embargo la correlación del índice de desplazamiento con el

amamantamiento fue baja, debido a la baja concentración de progesterona para activar el eje hipotálamo-hipófisis-gonadal y tener un efecto en la normalización del estro (Hadley, 2000).

5.5 CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados observados en esta investigación la conducta dominante está influenciada por el tipo genético. Se observó que G2 fue dominante, bajo el sistema de manejo en corral en trópico seco.

No se encontró actividad ovárica a los 90 días posparto debido a que sólo se presentaron fases lúteas cortas, lo cual no representa fisiológicamente la normalización del estro.

El amamantamiento restringido por 18 h cada siete días no tuvo efecto para normalizar la actividad ovárica.

Se encontró que el tipo genético G1 tuvo una mayor correlación en el peso de las crías al nacimiento con respecto a los índices de desplazamiento y éxito, observándose una mayor correlación de la conducta dominante y la actividad ovárica en el tipo genético G2.

5.6 LITERATURA CITADA

- Arave, C.W., Albright, J.L. 1981. Cattle Behavior. J. Dairy Sci. 64, 1318–1329.
- Beal, W.E., Notter, D.R., Alters, R.M. 1990. Techniques for estimation of milk yield in beef cows and relationships of milk yield to calf weight gain and postpartum reproduction. J. Anim. Sci. 67, 937–643.
- Bell, D.J., Spitzer, J.C., Burns, G.L. 1998. Comparative effects of early weaning or once-daily suckling on occurrence of postpartum estrus in primiparus beef cows. Theriogenology. 50, 707-715.
- Bolaños, J.M., Galina, C.S., Estrada, S. Forsberg, M. 1997. Resumption of post-partum ovarian activity monitored by plasma progesterone in anestrous Zebu (*Bos indicus*) cattle following temporary weaning and progestogen treatment. Reprod. Dom. Anim. 32, 267-271.
- Boleman, S.L., Boleman, S.J., Morgan, W. W., Hale, D.S., Griffin, D.B., Savell, J.W., Ames, R.P., Smith, M.T., Tatum, J.D., Field, T.G., Smith, G.C., Gardner, B.A., Morgan, J.B., Northcutt, S.I., Dolezal, H.G., Gill, D.R. Ray, F.K. 1998. National beef quality audit. 1995: Survey of producer-related defects and carcass quality and quantity attributes, J. Anim. Sci. 76, 96-103.
- Browning, R., Robert, B.S., Lewis, A. W., Neuendorf, D.A., Randel, R.D. 1994. Effects of postpartum nutrition and once-daily suckling on reproductive efficiency and preweaning calf performance in fall-calving Brahman (*Bos indicus*) cows. J. Anim. Sci. 72, 984–989.
- Callejas, S.S., Alberio, R., Cabodevila, J., Dulout, F., Aller, J., Catalano, R., Teruel, M. 2006. Influence of different doses of progesterone treatments on ovarian follicle status in beef cows. Anim. Reprod. Sci. 91, 191–200.

- Cavestany, D., Galina, C. S., Viñoles, C. 2001. Efecto de las características del reinicio de la actividad ovárica posparto en la eficiencia reproductiva de vacas Holstein en pastoreo. Arch. Med. Vet. Valdivia (Chile). 33(2), 216-217.
- Collier, R.J., Beede, D.K., Thatcher, W.W., Israel, L.A., Wilcox, C.J. 1982. Influence of environment and its modification on dairy health and production. J. Dairy Sci. 65, 2213-2227.
- Fraser, A.F., Broom, D.M., 1998. Farm Animal Behaviour and Welfare. CAB International Wallingford, UK.
- Galina, G.S., Arthur, G.H. 1989. Review of cattle reproduction in the tropics. 4 Oestrus cycles. Anim. Breeding Abstr. 57, 679-686.
- Galina, C.S., Rubio, I., Basurto, H., Orihuela, A. 2001. Consequences of different suckling system for reproductive activity and productivity of cattle in tropical conditions. Appl. Anim. Behav. Sci. 72, 255–262.
- Galindo F., Orihuela, A., 2004. Etología Aplicada. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- García, E., 1989. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad nacional Autónoma de México. México, D.F.
- González, M., Yabuta, A.K., Galindo F. 2003. Behaviour and adrenal activity of first parturition and multiparous cows under a competitive situation. Appl. Anim. Behav. Sci. 83, 260-266.

- Grandin, T. 1983. Behavioral agitation during handling of cattle is persistent over time. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 36, 1-9.
- Gutiérrez, A.C., Zarco. I., Galina, C.S., Rubio, I., Basurto, H. 1996. Predictive value of palpation per rectum for detection of the CL in zebu cattle as evaluated by progesterone concentrations and ultrasonography. *Therogenology* 46, 471-479.
- Hasegawa, N., Nishiwaki, A., Sugawara, K., Ito, I. 1997. The effects of social exchange between two groups of lactating primiparus heifers on milk production, dominant order, behavior and adrenocortical response. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 51, 15–27.
- Hadley, M.E. 2000. *Endocrinology*. 5th ed. Prentice Hall, Saddle River, NJ.
- Houghton, P.L., Lemenger, R.P., Moss, G.E., Hendrix, K.S. 1990. Prediction of postpartum beef cow body composition using weight to height ratio and visual body condition score. *J. Anim. Sci.* 68, 1428-1431.
- Lehner, N.P. 2000. *Ethological Methods*. 2^a ed. Cambridge University Press. England.
- Lindsay, D.R. 1996. Environment and reproductive behavior. *Anim. Reprod. Sci.* 42, 1–12.
- Litell, R.C., Henry, P.R., Amernan, C.B. 1998. Statistical analysis of repeated measure data using SAS procedures. *J. Anim. Sci.* 76, 1216-1231.
- Martin, P., Bateson, P. 1999. *Measuring behaviour: an introductory guide*, 2nd ed. Cambridge University Press, UK.

- McLeod, B. J., Williams, M. E. 1991. Incidence of ovarian dysfunction in post-partum dairy cows and the effectiveness of its clinical diagnosis and treatment. *Vet. Rec.* 20: 121-124.
- Peters, A.R. 1996. Herd management for reproductive efficiency. *Anim. Reprod. Sci.* 42: 455–464.
- Pinheiro, O.L., Barros, C.M. Figueireido, R. A. do Valle, E. R. Enacamaco, R.O. Padovani, C.R. 1998. Estrous behavior and the estrus to ovulation reproduction interval in Nelore cattle (*Bos indicus*) with natural estrus or estrus induced with prostaglandin F2 or norgestomet and estradiol valerate. *Theriogenology.* 49: 667–707.
- Ramirez-Godinez, J.A., Kirakofe, G.H., Schalles, R.R., Niswender, G.D. 1982. Endocrine patterns in the pospartum beef cow associated with weaning: A comparison of the short and subsequent normal cycles. *J. Anim. Sci.* 55: 153-158.
- SAGARPA. 2000. Situación actual y perspectivas de la producción de leche de ganado bovino. Centro de Estadística Agropecuario. Dirección General de Ganadería.
- SAS Institute Inc. 2000 SAS. Statistical Analysis System, Release 8.02. SAS Institute. Cary, NC.
- Scanga, J.A., Belk, K.E., Tatum, J.D., Grandin, T., Smith, G.C. 1998. Factors contributing to the incidence of dark cutting beef. *J. Anim. Sci.*, 76, 2040–2047.
- Solano, J., Galindo, F., Orihuela, A., Galina, C.S. 2004. The effect of social rank on the physiological response during repeated stressful handling in Zebu cattle (*Bos indicus*). *Physiol. Behav.* 82, 679–683.

Yunes, M.C., Pinheiro, L.C., Hotzel, M.J. 2001. Social rank of the cow affects the sex of her offspring. 35th International Congress of the ISAE. Davis Calif. p. 201.

Wierenga, H.K., 1990. Social dominance in dairy cattle and the influence of housing and management. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 27, 201–229.

CONCLUSIONES GENERALES

Las estrategias de conducta que adoptaron los tipos genéticos estudiados en todos los trabajos, variaron de acuerdo a su capacidad física y al número de individuos en el grupo.

Las interacciones agonistas fueron más frecuentes en las primeras horas en que se agruparon los animales, en tanto que las no agonistas aumentaron en horas posteriores.

Se encontraron diferencias en la conducta de los animales debido a la presencia o no de cuernos, así como a la alzada de los animales, lo cual influyó en el tipo de interacciones que cada tipo genético presentó.

Las conductas agonistas y no agonistas más observadas en todos los tipos genéticos fueron topeteo cabeza/cabeza y amenaza cabeza/cabeza.

En el primer experimento el tipo genético G3 fue el que mostró mayor dominancia en relación a los tipos genéticos G1 y G2, el tamaño y condición corporal de los animales del tipo G3 favoreció las interacciones agonistas y el que tuvieran valores más altos para la dominancia.

En el segundo experimento los animales del tipo genético G2, como grupo, tuvieron un mayor rango social que el tipo genético G1, al presentar mayores valores para los índices de desplazamiento y éxito.

El tipo genético G2 presentó menor actividad adrenal que G1, así como una mayor correlación entre los niveles de cortisol e interacciones agonistas y no agonistas, lo que indica que este tipo genético presentó mayor estrés en condiciones de manejo de corral en el trópico seco.

En el tercer experimento no se encontró actividad ovárica a los 90 días posparto debido a que sólo se presentaron fases lúteas cortas, lo cual no representa fisiológicamente la normalización del estro.

El amamantamiento restringido por 18 h cada siete días no tuvo efecto para normalizar la actividad ovárica.

Se encontró que el tipo genético G1 tuvo una mayor correlación en el peso de las crías al nacimiento con respecto a los índices de desplazamiento y éxito,

observándose una mayor correlación de la conducta dominante y la actividad ovárica en el tipo genético G2.

ANEXO

Cuadro 6.1 Datos de los tres tipos genéticos para Dominancia

No.	No	No A	Raza	No. Parto	CC	Cuernos	Cría	ID	IE
1	52	α 3	1	1	6	2	1	0.46	0.57
2	86	α 4	1	1	5	2	2	0.16	0.21
3	65	α 5	1	1	5	2	1	0.78	0.73
4	64	α 6	1	1	7	2	1	0.18	0.21
5	00-9	α 8	2	1	5	1	2	0.47	0.48
6	51	α 9	1	2	5	2	1	0.66	0.23
7	99	Ω 0	1	1	6	2	1	0.42	0.43
8	79	Ω 1	1	1	7	2	1	0.54	0.57
9	0-142	Ω 4	2	1	5	1	2	0.25	0.39
10	57	Ω 5	1	2	5	2	1	0.32	0.36
11	1-186	Ω 6	2	1	6	1	2	0.08	0.26
12	73	Ω 7	1	1	5	2	1	0.27	0.45
13	00-4	Ω 8	2	1	5	1	2	0.62	0.48
14	60	Ω 9	1	2	5	2	1	0.27	0.4
15	1-188	X 0	3	2	5	1	1	0.34	0.51
16	1-93	X 1	3	1	5	1	1	0.87	0.82
17	0-22	X 2	2	2	5	1	2	0.36	0.4
18	1-92	X 3	3	1	4	1	1	0.41	0.59
19	1-99	X 4	3	2	4	1	1	0.58	0.65

20	I-142	X 5	3	2	5	1	1	0.84	0.78
21	0-108	X 7	2	1	5	1	2	0.37	0.32
22	1-170	X 8	2	1	5	1	2	0.18	0.08
23	I-44	Y 0	3	1	5	1	1	0.62	0.66
24	908	Y 1	2	2	5	1	2	0.9	0.87
25	83	Y 2	1	2	5	2	1	0.55	0.36
26	75	Y 3	1	1	4	2	1	0.26	0.3
27	54	Y 4	1	2	4	2	1	0.33	0.5
28	80	Y 5	1	1	5	2	1	0.47	0.36
29	58	Y 6	1	2	4	2	1	0.22	0.26
30	118	Y 7	2	1	5	1	2	0.26	0.29
31	66	Y 9	1	1	4	2	2	0.16	0.2
32	95	Y 10	1	1	5	2	1	0.54	0.61
33	I-202	1	3	1	5	1	1	0.82	0.67
34	I-63	2	3	1	4	1	1	0.58	0.65
35	I-204	3	3	1	5	1	1	0.71	0.63

No identidad, No aleatoria, CC condición corporal, ID índice de desplazamiento e IE índice de éxito

Cuadro 6.2 Datos de los dos tipos genéticos para Capítulo cuatro y cinco

No.	No I	No A	TG	No. Parto	CC	Cuernos	ID	IE
1	52	X1	G2	1	6	No	0.46	0.57
2	51	X2	G2	2	5	No	0.66	0.23
3	99	Y3	G2	1	6	No	0.42	0.43
4	73	X5	G2	1	5	No	0.27	0.45
5	83	Y6	G2	2	5	No	0.55	0.36
6	54	Y5	G2	2	4	No	0.33	0.5
7	95	X4	G2	1	5	NO	0.54	0.61
8	1-186	X3	G1	1	6	Si	0.08	0.26
9	00-4	Y2	G1	1	5	Si	0.62	0.48
10	1-170	X6	G1	1	5	Si	0.18	0.08
11	908	Y1	G1	2	5	Si	0.9	0.87
12	00-9	Y4	G1	1	5	Si	0.47	0.48

NoI= Número de los animales, NoA= Número aleatorio, TG= Tipo genético,

Cuadro 6.3 Datos de Capítulo cinco

Muestreo del I al X de P₄ Br x Simmental – Charolais (G1)

	P ₄ I	P ₄ II	P ₄ III	P ₄ IV	P ₄ V	P ₄ VI	P ₄ VII	P ₄ VIII	P ₄ IX	P ₄ X
00-4	0.07	0.25	0.02	0.12	0.11	0.01	0.02	0.03	0.01	0.06
00-9	0.04	0.02	0.01	0.11	0.02	0.26	0.02	0.1	0.01	0.01
1-170	0.03	0.41	0.09	0.06	0.08	0.1	0.01	0.08	0.02	0.07
1-186	0.01	0.01	0.01	0.01	0.06	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01
908	0.09	0.25	0.02	1.2	0.24	1.28	0.09	0.07	0.11	0.18

P₄ concentración de la hormona progesterona en los 10 sangrados (G1)

Muestreo del I al X de P₄ F1 (G2)

	P ₄ I	P ₄ II	P ₄ III	P ₄ IV	P ₄ V	P ₄ VI	P ₄ VII	P ₄ VIII	P ₄ IX	P ₄ X
51	0.22	0.01	0.01	0.01	0.77	0.01	0.03	0.01	0.13	0.12
52	0.14	0.07	0.14	0.38	0.04	0.46	0.06	0.2	0.03	0.14
54	0.06	0.49	2.93	0.39	0.14	0.66	0.34	0.05	0.31	0.13
73	0.13	0.03	0.08	0.06	0.11	0.11	0.07	0.06	0.02	0.06
83	2.58	0.93	0.62	1.97	2.37	2.07	1.75	2.53	0.43	2.42
95	0.61	0.08	0.32	0.37	0.24	0.12	0.11	0.32	0.04	0.65
99	0.09	0.1	0.01	0.02	0.3	0.12	0.01	0.02	0.04	0.04

Concentración de la hormona progesterona en los 10 sangrados (G2), expresados en ng mL⁻¹

Cuadro 6.4 Datos de Capítulo cuatro para tipo genético G1**Cortisol sangrado I Br x Simmental – Charolais (G1)**

	-60	-30	10	30	60	90	120
1-186	13.45	28.06	79.98	214.94	223.73	181.17	169.37
00-4	45.15	86.77	136.5	170.61	173.83	147.17	121.16
1-170	46.18	66.36	130.43	186.88	146.73	117.05	105.49
908	103.57	73.36	148.72	182.8	183.48	170.67	129.02
00-9	24.75	33.03	107.25	141.62	130.86	126.72	122.59
Media	18.40	34.67	101.43	243.26	249.90	206.51	193.89

Cortisol sangrado II Br x Simmental - Charolais (G1)

	-60	-30	10	30	60	90	120
1-186	88.93	64.29	218.64	252.6	250.66	259	207.62
00-4	53.41	40.61	162.99	218.85	202.09	197.6	172.4
1-170	99.53	42.54	137.97	155.86	178.28	138.13	112.46
908	90.56	80.06	195.19	210.97	231.3	210.3	195.87
00-9	130.74	65.81	168.28	189.82	169.88	196.92	119.23
Media	115.08	77.45	252.30	290.56	284.64	298.38	231.47

Cortisol sangrado III Br x Simmental - Charolais (G1)

	-60	-30	10	30	60	90	120
1-186	34.87	50.28	179.83	204.47	213.9	216.81	219.42
00-4	61.43	122.52	143.65	205.13	209.16	194.03	171.98
1-170	44.63	27.04	128.15	157.13	160.68	134.7	144.47
908	69.24	76.1	158.85	178.66	213.76	243.88	214.59
00-9	56.8	37.78	149.79	185.66	184.85	179.71	140.78
Media	46.23	57.84	209.79	241.60	250.87	252.75	247.58

Expresados en nmol L⁻¹

Cuadro 6.5 Datos de Capítulo cuatro para el tipo genético G2**Niveles de cortisol sangrado I (G2)**

	-60	-30	10	30	60	90	120
52	57.72	46.88	85.61	115.73	140.53	118.6	76.24
51	85.04	39.4	82.67	118.39	144.09	127.92	96.2
99	42.23	31.97	97.7	186.18	184.85	105.43	87.89
73	78.41	37.36	83.93	143.66	140.91	166.24	164.48
83	163.39	107.88	133.71	261.29	266.97	226.81	170.2
54	119.81	125.13	138.85	119.31	134.12	126.45	105.02
95	73.66	76.13	136.79	189.76	180.33	176.96	140.03
Media	68.24	57.76	105.15	142.84	166.29	143.88	96.24

Niveles de cortisol sangrado II (G2)

	-60	-30	10	30	60	90	120
52	101.72	94.46	104.42	133.63	131.9	138.13	130.28
51	50.17	75.48	106.47	149.88	162.25	173.78	140.49
99	33.27	144.03	126.47	162.55	207.1	186.47	133.94
73	85.02	66.79	147.48	188.99	185.32	160.44	133.94
83	206.37	181.67	182.01	213.97	219.07	201.64	158.22
54	140.24	116.88	131.36	155.15	181.05	160.68	107.38
95	130.55	65.98	162.74	262.27	233.72	204.67	189.28
Media	120.37	103.89	127.67	171.10	165.29	167.37	157.32

Niveles de cortisol sangrado III (G2)

	-60	-30	10	30	60	90	120
52	206.37	181.67	182.01	213.97	219.07	201.64	158.22
51	140.24	116.88	131.36	155.15	181.05	160.68	107.38
99	130.55	65.98	162.74	262.27	233.72	204.67	189.28
73	40.57	43.65	145.95	166.04	166.04	159.14	133.47
83	144.43	102.7	197.35	225.56	234	205.58	176.69
54	99.38	133.39	146.34	83.45	87.15	91.41	102.67
95	57.5	42.81	180.88	235.46	223.22	249.65	228.82
Media	214.58	187.79	207.85	247.61	250.96	237.30	190.91

Expresados en nmol L⁻¹

Cuadro 6.6 Datos de las crías, sexo y peso al nacimiento

ID madre	Sexo	PN
52 (G2)	H	36
51 (G2)	H	37
99 (G2)	M	38
73 (G2)	H	28
83 (G2)	H	30
54 (G2)	H	34
95 (G2)	H	32
1-186 (G1)	H	34
00-4 (G1)	M	32
1-170(G1)	M	32
908 (G1)	H	30
00-9 (G1)	H	38

PN= Peso de los becerros en kg

Cuadro 6.7 Datos de las vacas altura a la cruz

ID	Tipo genético	PT	AC
52	G2	110	149
51	G2	105	156
99	G2	108	154
73	G2	101	151
83	G2	95	153
54	G2	105	159
95	G2	110	157
1-186	G1	102	168
00-4	G1	105	163
1-170	G1	98	168
908	G1	105	165
00-9	G1	111	157

PT= Perímetro torácico, AC= Altura a la cruz, centímetros.