



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE  
LA SALUD ANIMAL

CARACTERIZACIÓN DE LAS VOCALIZACIONES EMITIDAS POR CABRAS ADULTAS  
DURANTE EL AISLAMIENTO SOCIAL Y EL ESTRO

**T E S I S**

PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRA EN CIENCIAS**

**P R E S E N T A:**

**MARITZA ALVANY URIBE FUENTES**

**TUTOR:**

ANNE MARÍA DEL PILAR SISTO BURT

**COMITÉ TUTORAL:**

ANGÉLICA MARÍA TERRAZAS GARCIA

FRANCISCO GALINDO MALDONADO



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## DEDICATORIAS

A mi mamá por apoyarme en todos mis proyectos profesionales que he emprendido, por su cariño, comprensión y confianza en mí para concluir cada uno de ellos. Te quiero mucho aunque a veces no lo diga.

A mi padre por hacerme dar cuenta de lo que valgo como persona y profesionista, por el apoyo que me brinda a lo largo de mi vida y carrera. Gracias por todo.

A mi novio Juan Antonio Borja, por estar conmigo en esta etapa de mi vida y apoyarme durante la etapa experimental de este trabajo sin importar día ni hora. Te amo y muchas gracias por estar a mi lado.

A mis hermanos por ser parte de mi vida y pese a creer que soy una “rata de biblioteca”, siempre contaba con su apoyo para cada uno de mis proyectos. Gracias por existir.

A mis amigas Xochitl (mi hermana adoptiva y socia), a Luz María (mi conciencia y psicóloga), Gina y Norma (mis confidentes y consejeras), a Irlanda (la mejor compañera de dormitorio) y Rosita (mi amiga de siempre). Agradezco a Dios por ponerlas en mi camino para apoyarme en los momentos más difíciles de mi vida, mil gracias.

Al Dr. Julio Cervantes por sus consejos, conocimientos y apoyo en todo momento, gracias a usted aprendí como ejercer mi carrera con responsabilidad, respeto y amor a las cabras, llevándome de usted las bases para defenderme en mi vida profesional, sin darme por vencida antes nada ni nadie. Gracias por su amistad.

Al Dr. Aldo Alberti, por todos sus consejos, su amistad y la confianza que depositó en mí al prestarme su caza en Tequisquiapan para la conclusión de la etapa experimental. De verdad muchas gracias por brindarme su amistad.

A Omar Romero y Érica Jazmín, por ser los mejores compañeros de trabajo que pude tener y gracias por compartir conmigo una etapa tan maravillosa de mi vida. Gracias y seguimos en contacto.

A Barbará (Barby) por demostrarme que pese a todo somos individuos fuertes y que podemos superar cualquier prueba, que la única limitación está en nuestra mente y corazón. Te quiero mucho y recuerda que cuentas conmigo siempre.

A Sarai, por su compañía en la Maestría, sufriendo a manos de Lupita (estadística) y salir victoriosas, divirtiéndonos en momentos extraordinarios (concierto). Mil gracias por hacer llevadero esos momentos, te quiero mucho no lo olvides.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Dra. Anne por su apoyo durante este proyecto, por estar al pendiente de mí en todo momento, por escucharme y sus consejos para la conclusión de este proyecto. Muchas gracias por todo.

Al Dr. Javier Molotla por la oportunidad de conocer el mundo de la docencia, permitiéndome compartir mi poca experiencia con los alumnos y también por depositar en mi su confianza para apoyar a los encargados del área. Mil gracias por permitirme crecer profesionalmente.

A la Dra. Alicia Soberón, por su amistad, consejos y confianza que deposito en mí durante mi estancia en esta facultad. Muchas gracias es usted una mujer extraordinaria.

A mi comité tutorial la Dra. Angélica Terrazas y el Dr. Francisco Galindo por todos los consejos que me brindaron para hacer de este un trabajo mejor. Agradezco todo su apoyo.

Al Dr. Francisco González, por su asesoría para realizar exitosamente el análisis de mis datos y sus consejos para mejorar este trabajo. Gracias por aceptar apoyarme en este proyecto.

A mis compañeros y amigos (Irlanda, Salvador, Dalila, Saúl, Carito, Homero y Augusto) que me apoyaron durante la elaboración de este trabajo en Tequisquiapan sin importar la hora, gracias por hacer mi estancia mas agradable y divertida.

Al Dr. Abel Trujillo y a todo el personal del CEIEPAA por el apoyo brindado en la fase experimental de este trabajo, sin ustedes esto hubiera sido más difícil. Mil gracias por todo.

A las cabras que participaron con sus melodiosas voces para la elaboración de este proyecto (la hippie, la madre, la "S", la 161, la R01 y todas las demás). Gracias por su contribución a la ciencia.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACyT, por otorgarme la beca que me permitió cumplir con la meta que me propuse, contribuyendo al conocimiento sobre la maravillosa especie caprina y dándome la oportunidad de explorar el mundo de la investigación.

<b>ÍNDICE</b>	<b>Página</b>
Dedicatoria.....	I
Agradecimientos.....	II
Lista de Figuras.....	VI
Lista de Cuadros.....	VII
Lista de Anexos.....	VIII
Resumen.....	IX
Summary.....	X
I. Introducción.....	1
II. Antecedentes.....	5
2.1 Generalidades de los caprinos.....	5
2.1.1 Origen y evolución del caprino.....	5
2.1.2 Características generales.....	5
2.1.3 Situación de la Caprinocultura en México.....	6
2.2 Comportamiento en los caprinos.....	7
2.2.1 Conducta social.....	7
2.2.2 Conducta sexual.....	9
2.3 Generalidades del sonido.....	11
2.3.1 Comunicación acústica en aves y mamíferos.....	12
2.4 La comunicación acústica en los caprinos.....	14
III. Objetivos.....	16
IV. Hipótesis.....	16
V. Material y Métodos.....	17
5.1 Localización y Sujetos.....	17
5.2 Procedimientos para la obtención de los datos.....	17
a) Registro y Medición de las grabaciones de sonido.....	17
b) Medición de la conducta.....	22
5.3 Análisis Estadístico.....	25
VI. Resultados.....	26
6.1 Características espectrales de las vocalizaciones en estro vs. aislamiento social.....	26
6.2 Número de vocalizaciones emitidas durante el estro y	

aislamiento social.....	27
6.3 Características espectrales en las vocalizaciones obtenidas en aislamiento social y el estro.....	28
6.3.1 Frecuencia fundamental (F0).....	28
6.3.2 Frecuencia fundamental máxima (F0max).....	29
6.3.3 Frecuencia fundamental mínima (F0min).....	30
6.3.4 Intensidad máxima (dB).....	30
6.3.5 Duración de las vocalizaciones (segundos).....	30
6.4 Vocalizaciones altas vs. bajas.....	31
6.4.1 Número de vocalizaciones altas.....	31
6.4.2 Número de vocalizaciones bajas.....	31
6.4.3 Frecuencia fundamental para las vocalizaciones altas.....	32
6.4.4 Frecuencia fundamental para las vocalizaciones bajas.....	32
6.4.5 Duración de las vocalizaciones altas.....	32
6.4.6 Duración de las vocalizaciones bajas.....	33
6.5 Comparación del número, duración y frecuencia fundamental de las vocalizaciones altas vs. bajas para cada contexto.....	33
6.5.1 Número de vocalizaciones altas vs. bajas en aislamiento social.....	33
6.5.2 Frecuencia fundamental para las vocalizaciones altas vs. bajas en aislamiento social.....	34
6.5.3 Duración de las vocalizaciones altas vs. bajas durante el aislamiento social.....	35
6.5.4 Número de vocalizaciones altas vs. bajas en estro.....	36
6.5.5 Frecuencia fundamental para las vocalizaciones altas vs. bajas en estro.....	36
6.5.6 Duración de las vocalizaciones altas vs. bajas durante el estro.....	37
6.6 Frecuencia de las conductas observadas durante el aislamiento social y el estro.....	37
6.6.1 Comportamiento en aislamiento social.....	38

6.6.2	Comportamiento en el estro.....	38
6.6.3	Correlación en las características espectrales y la frecuencia de presentación en las conductas, para ambos contextos.....	38
	a) Aislamiento social.....	38
	b) Estro.....	41
VII.	Discusión.....	44
7.1	Vocalizaciones en aislamiento social.....	44
7.2	Vocalizaciones en estro.....	46
VIII.	Conclusiones.....	49
IX.	Bibliografía.....	50

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pagina</b>
Figura 1. Corrales utilizados para las grabaciones en estro.....	19
Figura 2. Corrales utilizados para la prueba de aislamiento.....	20
Figura 3. Limpieza de las grabaciones de sonido.....	20
Figura 4. Conducta ingestiva .....	23
Figura 5. Conducta de locomoción .....	23
Figura 6. Conducta de exploración .....	24
Figura 7. Media general para el número de vocalizaciones emitidas por las cabras bajo aislamiento social y el estro .....	27
Figura 8. Media general en el número de vocalizaciones para aislamiento social y estro.....	28
Figura 9. Media general por grupo para la Frecuencia fundamental de las vocalizaciones en estro y aislamiento social.....	28
Figura 10. Medias generales por grupo para la característica de frecuencia fundamental máxima en ambos contextos....	29
Figura 11. Media general para el número de vocalizaciones altas en aislamiento social vs. estro.....	31
Figura 12. Media general para la duración de las vocalizaciones altas en aislamiento social y el estro.....	33
Figura 13. Media general para el número de vocalizaciones altas vs. bajas emitidas en aislamiento social .....	34
Figura 14. Media general para la frecuencia fundamental en las vocalizaciones altas y bajas en aislamiento social.....	35
Figura 15. Medias general para la duración de las vocalizaciones altas vs bajas durante el aislamiento social.....	36

## LISTA DE CUADROS

	<b>Pagina</b>
Cuadro 1. Medias generales para las características de las vocalizaciones emitidas durante el estro y el aislamiento social.....	26
Cuadro 2. Media general para la frecuencia de presentación en las conductas durante el estro y el aislamiento social.....	37

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pagina</b>
Anexo 1. Representación grafica de la frecuencia fundamental e Intensidad de las vocalizaciones emitidas durante el aislamiento social.....	55
Anexo 2. Análisis estadístico del programa Vox Metria para las vocalizaciones emitidas en aislamiento social.....	55
Anexo 3. Espectrograma de las vocalizaciones emitidas durante el aislamiento social.....	56
Anexo 4. Representación grafica de las frecuencia fundamental e Intensidad de las vocalizaciones emitidas durante el Estro.....	56
Anexo 5. Análisis estadístico del programa Vox Metria para las vocalizaciones emitidas en estro.....	57
Anexo 6. Espectrograma de las vocalizaciones emitidas en el estro	57
Anexo 7. Archivo de sonido 1: vocalizaciones de cabras en estro	58
Anexo 8. Archivo de sonido 2: vocalizaciones de cabras en aislamiento social.....	58

## RESUMEN

**Maritza Alvany Uribe Fuentes.** “Caracterización de las vocalizaciones emitidas por cabras adultas durante el aislamiento social y el estro”. Bajo la dirección de la Dra. Anne María del Pilar Sisto Burt y la tutoría de Dra. Angélica Terrazas García y Dr. Francisco Galindo Maldonado.

Las cabras poseen una agudeza auditiva bien desarrollada, además de una amplia gama de sonidos que tiene como objetivo comunicarse con otros miembros del rebaño, hembra-macho, madre-cría, llamadas de alerta y en solicitud de alimento. Los objetivos del presente estudio fueron: 1) Caracterizar las vocalizaciones emitidas por cabras adultas multíparas en dos contextos diferentes: aislamiento social y el estro, 2) Así mismo si existen cambios en la conducta entre ambas situaciones, para lo cual se desarrollaron 2 etapas experimentales. Se utilizaron 21 cabras para ambas pruebas, aislamiento social y estro. Para este último, se hizo una inducción hormonal y fue detectado con ayuda de un macho sexualmente activo, cuando una cabra se encontraba en la fase de receptividad (permite ser montada) se iniciaba la grabación de las vocalizaciones y conducta durante un periodo de 10 min. Mientras que para la prueba de aislamiento social cada una de las cabras fue separada por 10 min. del resto de sus compañeras, siendo grabadas y filmadas. Las vocalizaciones fueron seleccionadas y limpiadas de ruidos, el análisis espectral de cada sonido se realizó con la ayuda del programa Vox Metria 3.0. Para el análisis de las conductas se categorizaron tomando la frecuencia en su presentación y por último se identificó si existía correlación entre las conductas y la emisión de las vocalizaciones. Los resultados muestran que las cabras vocalizaron más al momento de estar aisladas del resto de sus compañeras que durante el estro ( $P < 0.05$ ;  $Z = -3.433$ ), mostrando una frecuencia fundamental y frecuencia fundamental máxima mayor para los balidos emitidos en aislamiento que en estro ( $P < 0.05$ ;  $Z = -1.965$ ;  $P < 0.05$ ;  $Z = -2.012$  respectivamente). Durante la separación social las cabras emitieron más balidos altos que bajos, con una duración mayor en los balidos altos ( $P < 0.05$ ;  $Z = -3.413$ ;  $P < 0.05$ ;  $Z = -1.965$  respectivamente). En el resto de los indicadores no se encontraron diferencias significativa entre la emisión de balidos altos versus bajos ( $P > 0.05$ ). En las conductas se observó que las cabras en aislamiento social la búsqueda de sus coespecíficos presento una frecuencia mayor ( $P < 0.05$ ;  $Z = -2.344$ ) al igual que la conducta ingestiva ( $P < 0.05$ ;  $Z = -2.407$ ). Mientras que en estro las conductas que mas se presentaron fueron olfateo a objetos ( $P < 0.05$ ;  $Z = -3.337$ ) y los intentos de escape ( $P < 0.05$ ;  $Z = -2.308$ ). Las cabras emiten mayor número de vocalizaciones cuando son aisladas de sus conspecíficos que en estro, observándose cambios en algunas características espectrales de acuerdo al contexto en que se encuentren, en conjunto con cambios en las conductas. El aislamiento social incrementa el nivel de ansiedad en los animales en comparación con el estro.

Palabras clave: Vocalizaciones, caracterización, cabras adultas, aislamiento social, estro.

## ABSTRACT

**Maritza Alvany Uribe Fuentes.** “Characterization of vocalizations emitted by adult female goats during social isolation and estrous”. Under the direction of Dr. Anne María del Pilar Sisto Burt, Dr. Angélica Terrazas García y Dr. Francisco Galindo Maldonado.

Goats have a well developed hearing sensitivity, as well as a large range of sounds they use to communicate with other herd members, members of the opposite sex, between mother and young, they have special alarm sounds and when they solicit food. The objectives of the study were: 1) Characterize the vocalizations emitted by multiparous female goats under two different contexts: social isolation and estrous; and 2) Investigate if there are behavioral changes between both situations. Twenty-one female goats were used for both studies. The estrus goats were hormonally induced and estrus was detected using a sexually active male. When they were receptive (permitted mounting) vocalizations and behavior were recorded during 10 minutes. In the case of social isolation each goat was separated from her herd mates for 10 minutes and vocalization and behavior recordings were made. The vocalization recordings were later cleaned of outside noise and each vocalization was spectrally analyzed using the Vox Metria 3.0 program. Focal behavioral observations were made and the frequency of the following behaviors was analyzed: number of bleats, number of eliminations, number of sniffing exploration, change of location, search of herd mates or male, escape attempts and feeding, in order to correlate them with the vocalizations. Results show that the goats isolated from their herd mates vocalized more ( $P < 0.05$ ,  $Z = -3.433$ ), the fundamental frequency for bleats of in goats in social isolation was higher than for goats in estrus ( $P < 0.05$ ;  $Z = -1.965$ ), with a higher maximum fundamental frequency ( $P < 0.05$ ,  $Z = -2.012$ ). Had significantly more high bleats ( $P < 0.05$ ,  $Z = -3.413$ ) and longer bleat duration ( $P < 0.05$ ,  $Z = -1.965$ ) than the estrous goats. During estrus no differences were found in regards to high and low bleats ( $P > 0.05$ ). No significant differences were found in the rest of the spectral characteristics between both contexts. Isolated goats had a higher frequency of search of herd mates ( $P < 0.05$ ,  $Z = -2.344$ ), and feeding ( $P < 0.07$ ,  $Z = -2.407$ ). Estrous goats had a higher frequency of sniffing exploration ( $P < 0.05$ ,  $Z = -3.337$ ) and escape attempts ( $P < 0.05$ ;  $Z = -2.308$ ). Isolated goats emit more vocalizations than estrous goats and show differences in spectral characteristics depending on the context, coupled with changes in behavior. Goats during social isolation show higher levels of anxiety when compared to estrous goats.

Key words: vocalizations, characterization, adult goats, social isolation, estrous.

## I. INTRODUCCIÓN

El comportamiento animal es un área que despierta inevitablemente el interés de los humanos y la creciente inquietud por conocer cada uno de los elementos que lo componen (sonidos, vocalizaciones, posturas y gestos) llevando al estudio profundo y científico de la conducta animal (Paredes, 2003). Dentro de la escala animal se han identificado tres tipos de canales de comunicación; el químico; el conductual y el sonoro. A lo largo del tiempo las especies animales han perfeccionado los órganos sensoriales involucrados en este proceso, con la finalidad de codificar y decodificar los mensajes; evitando de esta forma que estas señales sean identificadas por otros animales (Alfaro, et al., 2000).

La comunicación ocurre en cualquier forma de interacción social e implica un intercambio de información, el uso de esta información ayuda a los animales a anticipar y responder apropiadamente a eventos, y de este modo incrementar su supervivencia. En la comunicación, la información está disponible por medio de señales que varían en relación al tipo de información liberada y al medio ambiente circundante (Vannoni, et al., 2005). Esta vía de comunicación puede variar dependiendo del tipo de factor causal, el cual motiva dentro del cerebro procesos que controlan el comportamiento y los cambios fisiológicos que ocurren. Todos los cambios en el comportamiento son una manifestación de la respuesta animal al cambio en los factores causales. Una dificultad al buscar en esta área es que el factor causal no puede ser medido directamente y algunos son muy difíciles de estimar. Un probable estimador de los niveles en ciertos factores causales puede ser hecho directamente por mediciones fisiológicas, por ejemplo, la glucosa en sangre y algunas hormonas pueden ser examinadas. Más estimadores del estado de motivación, sin embargo, vienen de la observación del comportamiento, especialmente donde el cambio en el estado es rápido (Fraser y Broom, 1990).

Diferentes son los factores que pueden desencadenar o iniciar esta conducta, pero, ¿De qué depende que se presente o no esta conducta? principalmente del nivel y cambios en el factor causal o dicho en una forma simple, el estado

motivacional de un animal está dado de la combinación en los niveles de los factores causales (Jensen, et al.1993).

Muchos son los trabajos que se han realizado en fauna silvestre, destacándose trabajos en primates como el de Fichtel en el 2000, donde el estado emocional de una llamada es reflejado en la estructura vocal. Esto se realizó en el mono ardilla (*Saimiri sciureus*) y los resultados mostraron que esas llamadas expresaron diferentes grados de aversión, diferencia que se vio en su estructura acústica. Entre los tipos de llamadas y relacionando el contexto en donde se presentan encontramos el graznido, el cual está presente durante el robo de comida o durante la ocupación y defensa de un lugar de descanso, el grito presente antes y después de pelear, acompañado de gestos de dominancia, el ronroneo, realizado por los jóvenes durante e inmediatamente después de amamantarse o por los machos así bien como las hembras antes y después de la cópula, por mencionar algunas. De los vertebrados, las aves en particular son conocidas por su repertorio de vocalizaciones o cantos (Jouventin et al., 1997; Kelley, 1997).

Vannoni (2005) identificó las señales acústicas en los Gamos (*Dama dama*), estableciendo el contexto en el cual las vocalizaciones de esta especie eran emitidas, resultando en la identificación de una gama de vocalizaciones para situaciones diferentes como las emitidas en situaciones de peligro (llamadas de alarma y estrés), durante la reproducción (llamadas reproductivas) y en la interacción madre-cría (llamadas de contacto y para alimentarse). Por medio del análisis de sus características espectrales, fue posible establecer esta caracterización.

Existen trabajos que describen la función de las señales acústicas simplemente deducidas del contexto en el que ocurren. Las vocalizaciones pueden contener información relacionada a la edad, sexo, jerarquía y estado reproductivo de los individuos, algunas de las vocalizaciones pueden ser escuchadas en casi cualquier contexto emocional (miedo, aislamiento, dolor, frustración, etc.). Los animales vocalizan por diferentes razones: al expresar sus sentimientos y estados de ánimo, al emitir señales de advertencia, al comunicarse con

individuos de su propia especie. Esto hace probable que el animal emita diferentes vocalizaciones de acuerdo al contexto o al estado emocional y que éstas tengan características diferentes entre individuos (Watts y Stookey, 2000).

El estudio de la comunicación acústica en los animales de granja no siempre se puede realizar, pero estos trabajos pueden hacer una importante contribución al conocimiento y estudio de la biología de la especie de interés. Sin embargo, en contraste con los trabajos que existen en fauna silvestre, particularmente en aves y primates, en el caso de los animales domésticos son escasas. Aun recientemente, estos tienden a darle poco énfasis a las vocalizaciones en el ganado como un comportamiento que potencialmente se puede usar para estudios de bienestar animal en los sistemas de producción animal (Watts y Stookey, 2000). Algunas especies domésticas donde se han llevado a cabo trabajos al respecto, como el realizado por Schrader y Todt (1998) en cerdos (*Suis scrofa domestica*), donde examinaron las vocalizaciones emitidas por esta especie y su relación con la respuesta de estrés. Ellos indujeron una situación estresante para los individuos, separándolos del resto del grupo y limitando la actividad motora por medio de la inmovilización, así se analizó la respuesta endocrina e identificaron la respuesta conductual registrando la actividad vocal. Los resultados mostraron que la respuesta periférica de estrés son acompañados por cambios en la proporción de tipos específicos de vocalizaciones.

En el caso particular de los caprinos la capacidad auditiva es evidente por la cantidad de vocalizaciones que utilizan para comunicarse en los diferentes estados fisiológicos. Como por ejemplo las llamadas de alarma o de alerta caracterizada por una especie de “trompetilla”, acompañada de un movimiento brusco de la cabeza y golpe del suelo con una pata delantera, al momento de realizar esta llamada las demás cabras se incorporaban rápidamente repitiendo el comportamiento. Las cabras también vocalizan cuando tienen hambre, dolor, durante el cortejo o para llamar a sus crías (Sisto, 2004).

Terrazas (2003), encontró que las cabras pueden discriminar a sus cabritos de cabritos extraños de edad similar a las 48 horas después del parto, basado sólo en las vocalizaciones emitidas por éstos. La autora analizó cinco parámetros acústicos de los balidos en los cabritos revelaron diferencias cuantitativas entre los cabritos en cada uno de los cinco días del estudio, incluyendo a las 24 horas de edad. Finalmente, las vocalizaciones de los cabritos recién nacidos son sujetas a cambios rápidos en los primeros días de vida. Complementando el estudio realizado en una primera etapa por Poidron *et al.* en el mismo año, establecieron el reconocimiento de las cabras hacia sus crías basándose sólo en señales olfatorias.

El trabajo realizado por Paredes en el 2003, encontró como resultado que en el caso de los machos cabríos durante el cortejo sexual, emiten tres diferentes tipos de vocalizaciones, aunque no todos los machos emiten los tres tipos, las características de los balidos pueden ser compatibles con la existencia de una firma acústica, permitiendo su discriminación entre ellos; también encontraron que la frecuencia o cantidad de emisión de estas vocalizaciones varía a lo largo de las 24 horas del día, siendo más frecuentes en las primeras doce horas del día. En otro estudio se intentó establecer la función de dichas señales acústicas del macho dentro de la actividad ovárica en la hembra durante el efecto macho, dando como resultado que por sí solas no inducen cambio alguno a este nivel.

En base a esto el presente estudio pretende demostrar que bajo contextos como el aislamiento social y durante el estro en ausencia del macho, las cabras de fenotipo lechero (Alpino Francés y Toggenburg) responden con un aumento en la emisión de dichas señales acústicas acompañadas de cambios en sus características espectrales, los cambios conductuales también fueron registrados y relacionados con el cambio en su conducta vocal.

## II. ANTECEDENTES

### 2.1 GENERALIDADES DE LOS CAPRINOS

#### 2.1.1 Origen y evolución del caprino

Se sabe con certeza que la cabra fue uno de los primeros animales domesticados por el hombre, hace aproximadamente 10,000 años. Los nómadas del Medio Oriente y de África tenían rebaños de cabras miles de años antes de Cristo; esto lo comprueban los restos encontrados en el oeste central de Irán, en el oriente de China y en la India (Mayén, 1989).

Los caprinos son mamíferos vertebrados que pertenecen a la subclase de los ungulados (provistos de pezuñas), del orden Artiodáctila, suborden Ruminantia, familia Bovidae, subfamilia Caprina, género *Capra* (Álvarez, 2005). Dentro del género *Capra* se pueden identificar diferentes especies como la *Capra aegagrus* localizada en Persia o de los montes del sudoeste de Asia, *Capra Pyrenaica* dividida en cuatro subespecies, se encuentra por toda la península Ibérica, *Capra wallié* originaria de los montes de Etiopía, de los montes Himalayas de Asia Central la *Capra Falconerí*, *Capra íbex* que incluye a la cabra de los Alpes, la de los Pirineos, llegando por último a la *Capra hircus* o mejor conocida como cabra doméstica que se originó de las que se mencionaron con anterioridad (Agraz, 1981).

#### 2.1.2 Características generales

A través del tiempo, la cabra ha mostrado gran resistencia y adaptabilidad, lo que le ha permitido sobrevivir aun en condiciones ecológicas desfavorables, donde otras especies animales han desaparecido. Debido a esto se lograron desarrollar grandes rebaños en países con condiciones climáticas extremas, como la India, China, Nigeria, Turquía y Etiopía. La mayor parte de la producción caprina en el mundo se concentra en zonas áridas y semiáridas, la cabra estableció en los países pobres o subdesarrollados su hábitat (Álvarez, 2005). Las cabras como animales domésticos han desempeñado funciones muy variadas y al compararlas con otros rumiantes, exhiben su capacidad de

adaptación en ambientes difíciles, por ellos se dice, que es el animal domesticado que posee el hábitat de mayor rango ecológico. Así, esta especie se desarrolla desde los desiertos hasta las montañas, con predominio de las zonas áridas, en terrenos difíciles, alimentándose con hojas de arbustos y otras especies vegetales que no pueden ser utilizadas por otros rumiantes (Álvarez, 2005).

### **2.1.3 Situación de la Caprinocultura en México**

El inventario a nivel mundial en el año 2006 fue de 816, 307,929 animales, del cual el 95.8% esta localizado en países que se encuentran en vías de desarrollo y el 4.2% en países desarrollados. La producción total de leche a nivel mundial esta estimada en 637 millones de toneladas, del total la leche caprina aporta 12,518 (2.2%) millones de toneladas (FAO, 2007).

En México, la población caprina fue cerca de 9 millones de animales, de los cuales el 70% se concentra en los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Zacatecas, Guanajuato, Hidalgo, Puebla y Oaxaca (SIACON, 2003). Existen tres grandes zonas de importancia caprina que corresponden al 81.6% de la población total del país; la zona norte, comprende a los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí y concentra el 45.5% del total; zona centro, representada por los estados de Guanajuato, Querétaro y Michoacán, que corresponde al 10% y la zona sur, conformado por los estados de Oaxaca, Puebla y Guerrero, con el 26.1% (Mayén, 1989).

La población caprina especializada en producción de leche en México para el 2005 fue de 850,000 animales de los cuales aportaron una producción de 164,247 millones de litros, registrando un aumento en la producción en comparación al año 2004 que fue de 154,478 millones de litros ( FAOSTAT, 2006).

## **2.2 COMPORTAMIENTO EN LOS CAPRINOS**

Fisiológicamente la conducta es una propiedad que surge de la función del sistema nervioso, la cual es la expresión de la suma de las contracciones musculares individuales y secreciones hormonales (Klemm, 1987). El estudio de la conducta comprende dos factores principales, el instinto y el temperamento, los cuales determinan su carácter, hábitos y comportamiento. El instinto se hereda y comprende las reacciones innatas con su propósito determinado para la práctica de acciones generalmente útiles o benéficas para el individuo, sin uso de la razón eso quiere decir que no hay que aprenderlas. Todos los miembros del género las realizan de la misma manera, son parte de ellos, así como su estructura corporal. El instinto se manifiesta para la alimentación, reproducción y conservación de la especie. En el caso del temperamento, durante su formación intervienen factores congénitos. Aunque el temperamento es hereditario y no cambia radicalmente, se puede modificar en cierto grado (Agraz, 1989).

### **2.2.1 Conducta social**

Las granjas animales tienen como objetivo la producción de alimento para consumo humano, y los productores necesitan obtener beneficios de sus empresas. Por consiguiente, entre el valor del producto animal (carne o leche) y el costo de producción (alimentación, mano de obra, etc.) debe de ser suficiente. Tomando en cuenta lo anterior, el conocer el comportamiento animal, optimizaría la producción. Por ejemplo, los animales se alimentan más si la forma de proporcionarles el alimento es acorde a su especie y el animal está adaptado al ambiente que lo rodea. El objetivo de la cría de animales en cautividad es el poder controlar su comportamiento, evitando su huida, vigilando su reproducción y haciendo que se adapten al nuevo ambiente (Jensen, 2004). En el caso de la cabra su conducta la determina los comportamientos que van dirigidos hacia la conservación del individuo y del género, según modificaciones propias de su estructura anatómica y fisiológica.

La jerarquía social permite una coexistencia pacífica en la comunidad animal. Las interacciones sociales entre animales con frecuencia involucran algún grado de conflicto y la jerarquía tiene un efecto importante sobre el individuo. Los animales con un nivel social bajo pueden tener un acceso limitado al alimento, a los lugares de descanso, a la sombra, a la reproducción y una total inhibición general de la actividad (Sisto, 2004).

Los animales de granja tienden a mostrar una alta sincronización de sus actividades y patrón de descanso si las condiciones del medio ambiente lo permiten. La sincronización del comportamiento es considerado como un importante beneficio para la vida en grupo, incrementando la seguridad del individuo (Andersen, 2007). Las interacciones agonistas dentro del grupo animal incrementa cuando los recursos llegan a ser más limitados y para los animales de granja estos recursos pueden ser espacio de comedero o para beber, el acceso a su cría o echaderos, a un agradable lugar de descanso y la libertad al movimiento sobre todo si el espacio es limitado (Agraz, 1989).

Andersen en el 2007, concluyó que los individuos de bajo estatus padecen más de una reducción en el tiempo de descanso, y fueron forzadas a descansar en áreas de bajo confort que las cabras de alto estatus. La organización del espacio tuvo un bajo efecto en el tiempo y patrón de descanso en las cabras. En general, las cabras prefirieron para el descanso una pared o muro, sin contacto corporal con otros individuos.

Por otro lado la dominancia puede verse afectada por factores tales como la edad, presencia o ausencia de cuernos, peleas de juegos, etc. Una hembra con cuernos puede ser dominante sobre un macho sin cuernos. El descorné afecta la dominancia social, por lo que se recomienda realizarlo antes de las dos semanas de vida siempre que sea posible. La dominancia de la madre sobre las crías se mantiene toda la vida. (Sisto, 2004).

Las distancias sociales son fuertemente observadas en la relación de dominancia dentro de un grupo: normalmente, los animales subordinados provocan reacciones agresivas de los animales dominantes si ellos reducen

esta distancia. Por ello es necesario conocer la distancia individual así como los factores que influyen tal distancia, optimizando las condiciones de alojamiento en los sistemas intensivos (Aschwanden, 2008).

De los trabajos encaminados a establecer la importancia de una estructura jerárquica y su repercusión dentro del rebaño, encontramos los realizados por Álvarez y colaboradores 2003 y 2006, enfocados a determinar si el estatus social en cabras, afectaba la respuesta al efecto macho como inductor del estro. Sus trabajos concluyeron que después de la introducción del macho, las cabras de alto rango son las primeras en ovular y en concebir, esto probablemente debido a una estimulación más intensa que resultó de su cercana asociación al macho.

Algunas de las interacciones sociales más importantes son las que tienen lugar entre padres y crías. Los padres proporcionan a su prole lugares idóneos provistos de nutrientes, y los protegen de cualquier daño, sin embargo, esta conducta varía considerablemente entre especies (Jensen, 2004). En mamíferos gregarios, el reconocimiento madre-cría es necesariamente bien dirigido a despertar los cuidados maternos. Estos procesos de reconocimiento involucran señales sensoriales, visuales y olfatorias (Searby y Jouventin, 2003). Terrazas y colaboradores (2003) identificaron dos tipos de reconocimiento de los corderos por la madre, a larga distancia el reconocimiento era por medio de señales visuales y/o acústicas, permitiendo la localización de la cría, mientras que una estrecha línea de reconocimiento está hecha luego de examinar olfativamente al cordero permitiendo un final reconocimiento después, permitiendo a este alimentarse. El reconocimiento acústico, visual y olfatorio es llevado a cabo de manera temprana a las 24 horas post- parto.

### **2.2.2 Conducta Sexual**

El inicio de las acciones en el comportamiento sexual del cabrito se observa a muy temprana edad, dependiendo de la raza. Esta primera manifestación, olfateo y monta, se va incrementando hasta poder fijar como límites promedios para copulaciones reales. Este comportamiento del simulacro sexual es menos

marcado en las hembras (Agraz, 1989). El comportamiento sexual de la mayoría de los caprinos, por lo menos en las zonas templadas, se caracteriza por ser estacional, con las hembras creciendo de un periodo de estro durante el final de la primavera y los meses de verano. En los machos la libido también disminuye durante estos meses, pero el volumen de semen está disminuido desde el inicio de la primavera y su motilidad es menor durante el invierno (Sisto, 2004).

Todas las de reproducción sexual, incluyendo aves y mamíferos, deben de tener una interacción por mínima que sea para reproducirse. La importancia en la elección de la pareja tanto en machos como en hembras depende del tiempo, energía y otros recursos necesarios para la cría (Clutton- Brock, 1991). En todos los mamíferos, la reproducción depende de la fertilización de un gameto femenino por uno masculino. Esto es solo posible a través de un coordinado control del apareamiento del macho y la hembra junto a un tiempo donde la producción de gametos maduros tiende a ocurrir (Fabre-Nys y Gelez, 2007). En ungulados domésticos así bien como en ratas de laboratorio, la reproducción es regulada por la intervención humana. Sin embargo, en muchas especies esto sólo ocurre en un contexto social específico. En rumiantes domésticos en vida libre o feral, los machos y las hembras viven en grupos, los machos y hembras conviven juntos durante la época reproductiva (Alexander et al., 1980) citado en Fabre-Nys y Gelez, 2007.

En rumiantes domésticos y en muchos mamíferos, es útil distinguir tres componentes en el comportamiento sexual de la hembra: atractividad, proceptividad y receptividad. La atractividad se refiere al valor de la hembra como un estímulo sexual, mientras que la Proceptividad consiste en la actividad apetitiva mostrada por la hembra. En ovejas, cabras y probablemente en vacas, la proceptividad aparece antes que la receptividad. El estro corresponde con el último componente, la receptividad, los cambios hormonales que ocurren alrededor del estro en los rumiantes domésticos, muestran que un incremento en la concentración en el estradiol (E2) siempre preceden la expresión del comportamiento sexual por 1 o 2 días (Fabre- Nys and Gelez, 2007).

Un incremento en la actividad motora es observado en muchas hembras de rumiante así como en roedores cuando el estro inicia. Este incremento en la actividad motora es observado dentro del grupo y es usado en algunas granjas lecheras para detectar el estro (Senger, 1994). Además en esta búsqueda conductual, las hembras pueden desplegar patrones de conductas específicas que podrían incrementar el interés de los machos. Las vacas y cabras, durante el estro se muestran agitadas, vocalizan y se reúnen con otras hembras en estro y proestro dentro de un “actividad sexual del grupo”. Dentro de este grupo las hembras despliegan un comportamiento de cortejo como el macho y se montan mutuamente (Fabre- Nys y Gelez, 2007).

### **2.3 Generalidades del sonido**

El sonido se define como cualquier disturbio que se propaga a través de un medio elástico, tal como el aire, agua o suelo y que puede ser percibida por el oído humano, encontrándose entre los márgenes de frecuencias entre los 20 y 20,000 Hz (ciclos por segundo) (Arch et al, 2004).

Existen diferentes formas de analizar el sonido, sin embargo, cada vocalización independientemente de su emisor, sea este un hombre o un elefante, siempre viene expresada en frecuencia y amplitud:

**Frecuencia.**- La frecuencia de un sonido o vocalización es el número de ondas emitidas por segundo, los niveles de frecuencia se expresa en Hertz (Hz).

En base a esta característica el se puede clasificar como infrasónico estando por debajo de la capacidad auditiva del humano, técnicamente en 20Hz. El sonido infrasónico es una onda de sonido muy larga que puede pasar a través de bosques, edificios e incluso montañas. Los animales que producen este tipo de sonidos son: elefantes, ballenas, caimanes, hipopótamos, rinocerontes, jirafas, leones, okapis y diferentes aves. Estos sonidos permiten la comunicación a larga distancia, tanto en el aire como en el agua, donde el sonido viaja cuatro veces más rápido, esto permite que las especies que se mencionaron anteriormente logren reproducirse y mantener su estructura

social. El sonido sónico está dentro de la capacidad auditiva del hombre, técnicamente de 20 a 20,000 Hz, la gran mayoría de los mamíferos, aves y peces se comunican entre estos valores sónicos. El sonido ultrasónico es el sonido que ocurre por arriba de la capacidad auditiva del hombre, o por encima de 20,000 Hz. Los delfines, murciélagos, aves e insectos, son algunos ejemplos de los animales que se comunican con sonidos ultrasónicos.

**Amplitud.-** Corresponde a su intensidad, normalmente se expresa en decibeles (dB).

En la actualidad la ciencia encargada de estudiar los diferentes tipos de vocalizaciones emitidas por los animales, con la finalidad de tratar de interpretar los códigos sonoros de las diferentes especies, es la Bioacústica (Arch et al, 2004).

### **2.3.1 Comunicación en aves y mamíferos**

Mamíferos, aves, reptiles y anfibios producen una gran diversidad de sonidos denominados audibles, que son percibidos por el humano y otros no, denominados sonidos ultrasónicos. En los mamíferos y en las aves se encuentra la mayor riqueza de las vocalizaciones emitidas, sonidos que han sido fundamentales para permanencia de las diferentes especies. Señales sonoras y el modo en que son emitidas, se encuentra estrechamente adaptadas a la función. La forma en que se emiten las señales sonoras puede contribuir también a su dispersión. Los animales que viven en grupos bien establecidos a menudo demuestran que pueden ayudarles a mantener en contacto con miembros del grupo, quizá sin que dicha señal sea un mensaje específico (Arch et al, 2005). Los animales vocalizan por diferentes razones: al expresar sus sentimientos, estados de ánimo, al comunicarse con individuos de la misma especie. De los vertebrados, las aves en particular son conocidas por su repertorio de vocalizaciones o cantos. En los murciélagos las vocalizaciones juegan un papel específico, donde éstas sirven para escanear el espacio (Syka, et al, 1997).

Trabajos realizados por Kelley (1997), Jouventin (1999), Ritters (2004) y Theunissen (2006), enfocados a explicar la función de diversos cantos o señales acústicas emitidas por aves silvestres, señales acústicas emitidas para mantener la comunicación con los miembros del grupo, restablecer contacto, para la obtención de alimento o para avisar sobre algún peligro a los miembros del grupo. Otros encaminados a determinar si las vocalizaciones contienen diferencias entre hembras y machos, que aspectos del cerebro y las diferencias entre el sexo son responsables por la alteración del comportamiento vocal debido a la experiencia auditiva en un sexo pero no en el otro.

Existe una gran variedad de estudios a nivel de fauna silvestre que fueron pioneros en el estudio de la comunicación acústica y su función dentro de la biología de estas especies. La comunicación acústica es importante también en el vínculo madre- cría. En lobos marinos (*Arctocephalus tropicalis*) la habilidad de reconocer la voz de su madre es crucial para su supervivencia, ya que la madre solo alimenta a su propias crías. El reconocimiento debe por lo tanto desarrollarse lo mas pronto, lo cual debe de suceder antes de la primera separación, cuando a la cría le permiten ir al mar (Carrier et al, 2001).

Searby y Jouventin (2003), trabajando con borregas y el vínculo madre-cordero, los resultados que obtuvieron mostraron que las borregas y sus crías se pueden reconocer mutuamente basado solamente en sus llamadas, y confirmando su contexto por medio de la reproducción de las grabaciones. Otro claro ejemplo del papel que juegan las vocalizaciones al establecerse el vínculo madre-cría ahora en bovinos, fue el realizado por Marchant- Forde (2002), el objetivo de este estudio fue determinar si las vacas y los becerros responden a las llamadas del otro tras la separación y si ellos podrían distinguir llamadas de sus becerros o madres de otras llamadas realizadas por becerros y madres extrañas.

Sin lugar a duda uno de los trabajos mas mencionados en la comunicación acústica en especial en animales de granja es el realizado por Watts y Stookey (2000), describiendo de manera detallada en el ganado y en especies domésticas los diferentes contextos que involucran la emisión de

vocalizaciones por parte de los animales, los factores internos y externos que pueden influir en ello. Otro de los trabajos realizados por Watts y Stookey (2001), encaminado a investigar si el fenotipo afecta la respuesta vocal y de conducta de los becerros recién destetados en el ganado de carne durante dos situaciones distintas y si la respuesta vocal difiere entre los dos tipos de manejo. El estudio concluyó que los becerros producen acústicamente diferentes llamadas para cada situación. Estas llamadas son potencialmente un recurso de información acerca de la percepción de los animales a situaciones diferentes.

Modernas técnicas de análisis de sonido son una útil herramienta para clasificar y analizar vocalizaciones específicas, tomando esto en cuenta para investigaciones futuras en bioacústica como mediciones de bienestar, podrían enfocarse en estudios de vocalizaciones específicas en situaciones de estrés para cada especie. Esto toma cada vez más importancia al buscar indicadores de bienestar no invasivos para ser utilizados en las especies domésticas (Manteuffel, 2004).

## **2.4 LA COMUNICACIÓN ACÚSTICA EN LOS CAPRINOS.**

En el caso de los caprinos debido a su capacidad de emitir una gran cantidad de vocalizaciones las cuales son utilizadas para comunicarse. Se pueden identificar sonidos que son emitidos en situaciones de alarma o de alerta caracterizado por una especie de “trompetilla”, acompañada de un movimiento brusco de la cabeza y golpe de suelo con una pata delantera. Cuando se realiza esta llamada las demás cabras se paran rápidamente repitiendo el comportamiento, si esta llamada de alerta es dada por la madre, las crías de hasta una semana de edad se dejan caer en la maleza y saldrán sólo cuando su madre les de una vocalización sorda y vibrante. En el caso de las crías son chillidos de tono alto que suenan muy similar a un niño gritando. Las cabras también pueden vocalizar cuando tienen alguna necesidad ya sea de alimento o agua, cuando tienen dolor o están incomodas, en el reconocimiento madre-cría y durante el cortejo (Sisto, 2004). Durante el estro, la cabra puede desplegar una serie de conductas como manifestación externa que responden

a cambios internos (hormonales) en el organismo, como posturas, movimientos (banderilleo) y sonidos (vocalizaciones) cuyo fin es llamar al atención del macho y proporcionar información acerca de la etapa del ciclo reproductivo en la que se encuentra, favoreciendo la sincronización la cópula para el momento mas optimo (Fabre- Nys y Gelez, 2007).

La cabra es un animal característicamente vocal. El papel filial parece ser establecido en los primeros 10 min de contacto después del parto. La limpieza de la cría por la madre es suficiente para establecer la identificación. En resumen, el reconocimiento del cabrito por la madre es establecido primero por el olfato. Por el cuarto día el oído juega un importante papel (Lenhardt, 1976). La supervivencia de la progenie es uno de los elementos críticos para una adecuada reproducción de los padres. Aunque las cabras y borregas muestren un rápido desarrollo de un selectivo amamantamiento, primariamente basado en la discriminación olfatoria, esto se tiene que discutirla dinámica en el establecimiento del reconocimiento materno y los mecanismos involucrados que pueden variar entre las dos especies (Poidron et al, 2003). Las cabras reconocen las vocalizaciones de sus cabritos de 48 horas de edad, por lo que existe una característica vocal individual y tales características cambian rápidamente a través del tiempo (Terrazas et al, 2003), así mismo los cabritos reconocen a su madre por medio de la audición, y responden al llamado antes de ver a su madre (Lickliter, 1984). Las vocalizaciones de los machos cabríos pueden reflejar su talla y jerarquía dentro de grupo de varios animales. En machos se identificaron tres diferentes vocalizaciones durante el cortejo sexual: gemido, lengüeteo y estornudo. Las señales acústicas emitidas por el macho y por si solas no inducen cambio alguno a este nivel (Paredes, 2003).

Las cabras se consideran animales gregarios con cierta independencia, pero aún así conforman grupos bien establecidos, por esto al verse separada o aisladas del resto, la cabra despliega una serie de conductas dirigidas a restablecer el contacto con el resto del grupo, una de estas conductas son las señales acústicas, que podrían estar relacionadas con estados de ansiedad o peligro reflejándose en niveles hormonales (Carbonaro, 1992).

## **OBJETIVOS.**

- 1.- Caracterizar las vocalizaciones emitidas por cabras adultas mediante del análisis de sus características espectrales durante el periodo de aislamiento social y el estro.
- 2.- Evaluar las conductas presentes durante el aislamiento social y el estro, estableciendo diferencias en la frecuencia de su presentación.

## **HIPOTESIS.**

- 1.- Durante el periodo de aislamiento social y el estro en cabras adultas bajo condiciones de estabulación total, se estimula la emisión de vocalizaciones, acompañado de cambios en sus características espectrales.
- 2.- El registro de los cambios conductuales en cabras adultas, permitirá establecer diferencias en la frecuencia de presentación para ambas situaciones experimentales.

### **III. MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **5.1 Localización y Sujetos**

La fase experimental se llevó a cabo en el Centro de Enseñanza e investigación y Extensión en Producción Animal en Altiplano (CEIEPAA), perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en el kilómetro 8 de la carretera Tequisquiapan-Ezequiel Montes, Tequisquiapan, Qro. Localizado a una altura de 1,880 metros sobre el nivel del mar entre las coordenadas 20° 36' latitud norte y 99° 54' longitud oeste. La precipitación pluvial anual es de 388.42 mm y la temperatura promedio es de 17.5° C. El clima de la región es templado, teniendo los meses más fríos de noviembre a enero.

La selección de los animales fue de forma aleatoria, el grupo se conformó de un total de 21 animales de genotipo lechero principalmente Alpino Francés, Saanen y Toggenburg, con una edad que estaba entre los 2 a 4 años, sanas. El sistema de alimentación es mixto basado en pastoreo en praderas de alfalfa, suplementando en corral con concentrado comercial, agua a libre acceso y sales minerales cada quince días. El análisis de los sonidos, la limpieza al igual que el análisis de sus características espectrales, se llevó a cabo en la Facultad de Estudios Superiores (FES) Cuautitlan.

#### **5.2 Procedimiento para la obtención de los datos.**

Una vez establecidas las situaciones experimentales se comenzó el desarrollo de la metodología para cada una de las pruebas.

##### **a) Registro y medición de las grabaciones de sonido.**

Las grabaciones de sonido y video se realizaron al mismo tiempo, para el registro de las vocalizaciones se utilizó una grabadora digital (RCA, digital voice recorder- RP5032), el registro fue de manera individual por un periodo de 10 minutos para ambas grabaciones (sonido y video). Las conductas fueron

registradas con ayuda de una cámara de video (SONY DCR-HC85 Digital Video Camera Recorder). Las conductas que se midieron fueron categorizadas en grupos: ingestivas, eliminativas, de locomoción, exploración y vocales.

### ***Cabras en estro***

En el mes de Abril se realizó el empadre al grupo de cabras, debido a que se encontraba fuera de la época de reproductiva, fue necesario realizar un programa de inducción el cual se describe a continuación:

- ❖ A las hembras se les insertó un dispositivo conocido como CIDR'S impregnado con progesterona (laboratorios Pfizer), el cual se colocó por vía vaginal, dejándolo por un periodo de 14 días.
- ❖ El retiró del dispositivo fue con un día de diferencia para establecer cuatro fechas de grabación y distribuir los animales formando grupos más pequeños, facilitando la prueba.
- ❖ Al retirar el dispositivo se aplicó una inyección de PMSG (Folligon-Intervet, Schering-Plough) a una dosis de 200 UI por vía intramuscular, en la región de las tablas del cuello.
- ❖ A las 24 horas de retirado el dispositivo y aplicada la dosis de PMSG, se metió al macho para la detección de celo. Estableciendo tres horarios para detectar a los animales en celo ( 8:00, 13:00 y 18:00 horas)

Una vez detectada la cabra en celo, ésta era separada del rebaño en un corral contiguo (de 6.7 metros de ancho por 9.8 metros de largo), la grabadora se fijo al cuello de la cabra por medio de una venda elástica. Con la finalidad de que la cabra detectara la presencia del macho pero no tuviera acceso a el físicamente, el macho fue colocado en un corral junto al que estaba la hembra pero separado por una barrera física, una pared de madera de 2 metros de alto y 6.7 metros de largo (Figura. 1). El periodo de grabación fue de 10 minutos, concluyendo las grabación se sujeto a la cabra, se retiró la grabadora permitiendo posteriormente que la cabra fuera cubierta por el macho ya que estos animales formaron parte del grupo de empadres del centro.



Figura 1. Corrales utilizados para las grabaciones en estro.

### ***Aislamiento social***

Esta prueba se llevó a cabo en el mes de Mayo, una vez concluido el empadre se dio un periodo de tiempo de dos semanas para realizar la siguiente prueba en este caso la de aislamiento social.

Se formaron cinco grupos seleccionados de manera aleatoria con la finalidad de facilitar las grabaciones. El número de cabras en cada grupo fue:  $n_1=5$ ,  $n_2=4$ ,  $n_3=4$ ,  $n_4=4$  y  $n_5=4$ . Los animales salían por la mañana a las praderas, el primer grupo de cabras fue separado en el pasillo de manejo localizado a 12 metros de distancia del corral donde se llevaría a cabo la prueba (Anexo 1), se colocó alfalfa en el comedero y agua a libre acceso, se fijó la grabadora al cuello con venda elástica, una vez lista la cabra fue llevada al corral de prueba y se grabó por un periodo de tiempo de 10 minutos, el observador se instaló en un sitio el cual estaba ligeramente alejado del corral para evitar que la cabra se percatara de su presencia y evitar distractores (Figura. 2). Una vez terminada la prueba se retiró la grabadora de la cabra y se regresó al grupo, este procedimiento se repitió con cada una de las cabras en los cuatro grupos. Las cabras se sacaron después de la prueba al grupo a la pradera con el resto del rebaño.



Figura 2. Corrales utilizados para la prueba de aislamiento.

Al terminar las grabaciones, se recaudó la información obtenida y se organizó en base a las situaciones que se fijaron dentro de los objetivos.

El primer paso fue descargar los diferentes archivos de sonido del equipo de grabación digital, al sistema de cómputo por medio de una conexión USB, archivados de MP3. La limpieza del sonido fue con ayuda de los programas *Sound Forge 9.0* y *Cool Edit Pro 2.0*, ambos programas permiten leer las grabaciones y limpiar de sonidos extraños, de tal forma que solo queden las diferentes vocalizaciones emitidas por las cabras. Los archivos ya editados se guardaron cambiando su formato de MP3 a Windows PCM, para facilitar la lectura de los archivos realizando su análisis espectral. (Figura. 3)

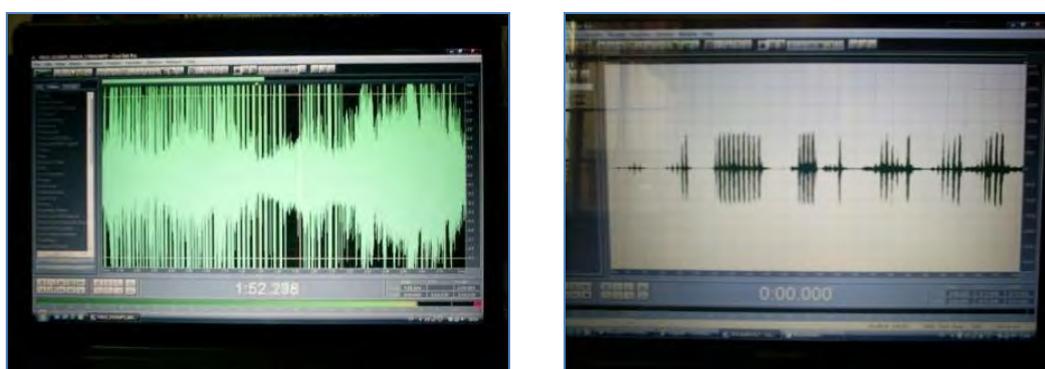


Figura 3. Limpieza de las grabaciones de sonido.

Posteriormente se hizo el análisis espectral con ayuda del programa Vox Metria 3.0 (CTS Informática), el programa obtiene promedios del total de los valores en los parámetros seleccionados, los cuales fueron:

- ❖ Frecuencia Fundamental (F0).- Determinada en el poder del espectro, localizado en el pico con la frecuencia más baja. La cual se mide en Hz.
- ❖ Frecuencia Fundamental mínima (F0min): considerado dentro de la frecuencia fundamental corresponde al valor más bajo y su medición es en Hz.
- ❖ Frecuencia Fundamental máxima (F0max): considerando el valor más alto de la frecuencia fundamental, su unidad de medición es en Hz.
- ❖ Intensidad Máxima, Intensidad Media e Intensidad Mínima expresada en decibeles (dB), relacionado con la amplitud del sonido.
- ❖ Número Total de balidos: considerando el número de válidos o vocalizaciones totales emitidas durante el tiempo de grabación.
- ❖ Número de balidos altos: corresponde al número total de balidos realizados por la cabra con la boca abierta durante la grabación.
- ❖ Número de balidos bajos: corresponde al número total de balidos realizados por la cabra con la boca cerrada durante la grabación.
- ❖ Duración (D).- Se determina en el poder del espectro y es el tiempo transcurrido desde que inicia la vocalización hasta que

termina, este se mide colocando el cursor al principio y al final de cada vocalización, medida en segundos.

La información obtenida de cada uno de los archivos se ingresó a una tabla de trabajo de Excel.

### **b) Medición de las Conductas**

La medición de las conductas tuvo una duración de 28 días y se realizaron de la siguiente manera. Las conductas fueron registradas con ayuda de una cámara de video (SONY DCR-HC85 Digital Video Camera Recorder). Se realizó una combinación de muestreo conductual y focal. Cada periodo de observación duro 10 minutos por animal/prueba, hasta concluir las mediciones. Las observaciones que se realizaron primero fueron las del estro en donde se obtuvieron un total de 3 horas las cuales se distribuyeron en los 8 días de grabación. Al concluir esta etapa se dio un periodo de descanso de 15 días antes de realizar la segunda prueba de aislamiento social. En esta segunda prueba se obtuvieron un total de 3.5 horas, distribuidas en 5 días de observaciones, el primer día se grabaron 50 minutos y en los otros tres se obtuvo un total de 40 minutos por día. Se contó con un catálogo de conductas previamente categorizadas en los siguientes grupos:

#### **Conductas ingestivas**

Considerada como la acción del animal por ingerir alimento sólido y líquidos (alfalfa, concentrado y agua), colocado en los comederos y bebedero (Figura 4)



Figura 4. Conducta ingestiva.

### **Comportamiento eliminativo**

Comprende principalmente el orinar y defecar. Incluyendo las realizadas durante la conducta sexual.

### **Conducta de locomoción**

Las conductas consideradas dentro de esta categoría fueron las siguientes:

- ❖ Caminar: recorrido lento de una distancia.
- ❖ Trepár: subir las extremidades en cualquier elemento dentro del corral o de las instalaciones.
- ❖ Correr: desplazarse rápidamente quedando los miembros en el aire (Figura 5).



Figura 5. Conducta de locomoción.

## **Conducta de Exploración**

Acción por parte del animal de morder, lamer y olfatear determinado objeto dentro del corral o de las instalaciones (rejas, paredes, bebederos, comederos, pisos y puertas.) (Figura 6).



Figura 6. Conducta de exploración.

## **Conducta de Búsqueda**

En esta conducta se considera lo siguiente:

- ❖ La cabra dirige la cabeza y cuello hacia donde se encuentran el o los individuos del grupo con la finalidad de establecer contacto visual.

## **Conducta vocal**

- ❖ Esta conducta involucra cualquier sonido que sea emitido por la cabra principalmente balidos, considerados altos y bajos.

Una vez concluidas las grabaciones de video, los datos obtenidos fueron ingresados a una hoja de cálculo para su análisis estadístico.

### **5.3 Análisis Estadístico**

Para la evaluación de las vocalizaciones se calculó la media del total de las vocalizaciones por animal, de la Frecuencia Fundamental, Frecuencia Fundamental máxima, Frecuencia Fundamental mínima, Intensidad Máxima, Numero total de balidos, Numero de balidos alto, Número de balidos bajos y duración de las vocalizaciones (altas y bajas).

La primera prueba que se realizó fue para determinar si los datos tenían una distribución normal, lo que arrojó la prueba es que no, por lo que se decidió analizar los datos con estadística no paramétrica. Se realizaron análisis de Wilcoxon para cada uno de los indicadores ya mencionado entre situaciones, esta prueba fue la misma para el análisis de las conductas, con la finalidad de evaluar si existen diferencias estadísticas significativas entre las vocalizaciones para ambos contextos con base en sus características espectrales. Para determinar la correlación existente entre la frecuencia de presentación en las vocalizaciones y las conductas durante ambas situaciones, esta prueba fue la de Spearman. Para todas las pruebas fue considerada una significancia  $P < 0.05$ . Para todas las medias se incluyó el error estándar y rangos para cada uno de las características analizadas. Para el análisis de los datos se utilizaron dos programas estadísticos (SYSTAT versión 7.0 y el SPSS versión 15.0).

## VI. RESULTADOS

### 6.1 Valores obtenidos para las características espectrales de las vocalizaciones en Estro vs. Aislamiento social.

Durante el estudio se identificaron dos tipos de vocalizaciones o balidos consideradas altas y bajas. Se analizó el total de las vocalizaciones obtenidas por cada animal, se obtuvieron las medias para los diferentes indicadores que se analizaron.

En el cuadro 1 se observa las medias generales de los diferentes indicadores para las vocalizaciones emitidas por las cabras en estro y aislamiento social, observándose de manera global diferencias significativas en algunos de los indicadores analizados.

**Cuadro 1** Medias generales para las características de las vocalizaciones emitidas durante el estro y el aislamiento social.

CONDUCTA	ESTRO	AISLAMIENTO SOCIAL	SIGNIFICANCIA
No. Vocalizaciones	22.7±5.6	<b>80.8±15.1</b>	P=.001 <sup>a</sup>
F0 (Hz)	196.8±5.6	<b>247.6±7.3</b>	P=.049 <sup>a</sup>
F0min (Hz)	76.8±9.5	83.8±7.8	P=.554
F0max(Hz)	434.9±62.9	<b>586.8±38.7</b>	P=.044 <sup>a</sup>
Intensidad Max(dB)	76.9±8.9	94.3±.40	P=.062
Duración (s)	0.85±.011	1.03±0.05	P=.177
<b>Subdivisión (altas- bajas)</b>			
Número voc. Altas	15.0±4.8	<b>67.3±14.1</b>	P=.001 <sup>a</sup>
Número voc. Bajas	7.8±2.5	13.3±1.9	P=.083
F0 Voc. Altas (Hz)	164.3±30.6	233.8±13.5	P=.093
F0 Voc. Bajas (Hz)	187.1±22.1	214.8±17.2	P=.586
Duración voc. Altas (s)	0.74±.14	<b>1.2±0.07</b>	P=.049 <sup>a</sup>
Duración voc. Bajas (s)	0.70±.09	0.80±.06	P=.943

<sup>a</sup> Diferencias significativas entre situaciones experimentales (P<0.05).

- F0 (frecuencia fundamental), F0min (frecuencia fundamental mínima), F0max (frecuencia fundamental máxima), voc (vocalizaciones), Hz (Hertz) y s (segundos)

## 6.2 Número de vocalizaciones emitidas durante el estro y aislamiento social.

En la Figura 7 se observan el número de vocalizaciones por cabra, observando un incremento cuando las cabras se encontraban aisladas socialmente que durante el estro ( $80.8 \pm 15.1$ ;  $n=21$  vs.  $22.7 \pm 5.6$ ;  $n=17$  respectivamente). Observando un efecto significativo en el número de vocalizaciones emitidas durante el aislamiento social que en estro ( $P < 0.05$ ;  $Z = -3.433$ ).

**Figura 7.** Medias general para el número de vocalizaciones emitidas por las cabras bajo aislamiento social y el estro.



- No. Voc1: número de vocalizaciones en aislamiento social y No. Voc2: número de vocalizaciones en estro.

El promedio del número de vocalizaciones emitidas por las cabras al momento de ser aisladas fue de 80.8 balidos, con una mínima de 1 balidos y un máximo de 236 balidos, mientras que el promedio de vocalizaciones emitidas en estro fue de 23.2, con una mínima de 2 balidos y un máximo de 64 balidos, en un periodo de 10 min. En la Figura 8 se observa de manera global la media para el número de vocalizaciones emitidas en aislamiento social y el estro.

**Figura 8.** Media general en el número de vocalizaciones en aislamiento social y estro.



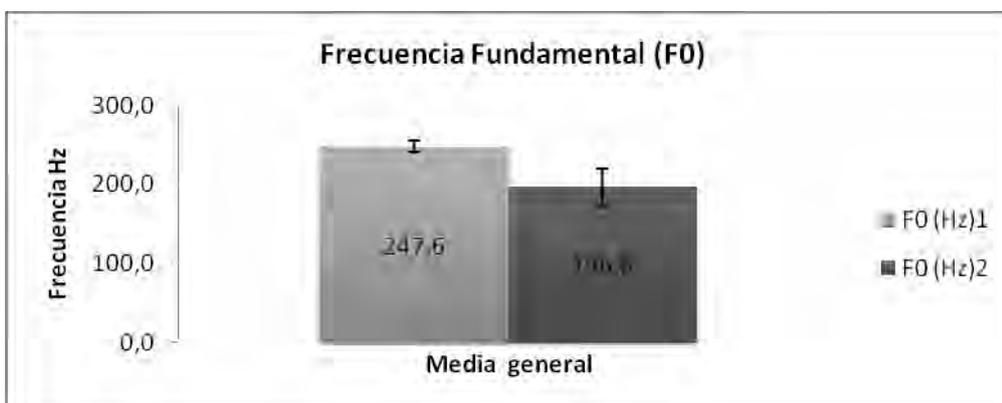
- Diferencia significativa para el número de vocalizaciones entre aislamiento social y el estro (P=0.001)
- No. Voc1: número de vocalizaciones en aislamiento social y No. Voc2: número de vocalizaciones en estro

### 6.3 Características espectrales en las vocalizaciones obtenidas en aislamiento social y el estro.

#### 6.3.1 Frecuencia Fundamental (F0)

En la Figura 9 de manera global, se observa que la frecuencia fundamental de las vocalizaciones en aislamiento social es mayor ( $247.6 \pm 7.3$  Hz) en comparación con las emitidas en estro ( $196.8 \pm 23.3$  Hz). Los cuales mostraron diferencia significativa entre ambas situaciones en dicha característica ( $P < 0.05$ ;  $Z = -1.965$ ) por efecto de la situación experimental.

**Figura 9.** Media general por grupo para la Frecuencia fundamental de las vocalizaciones en estro y aislamiento social.



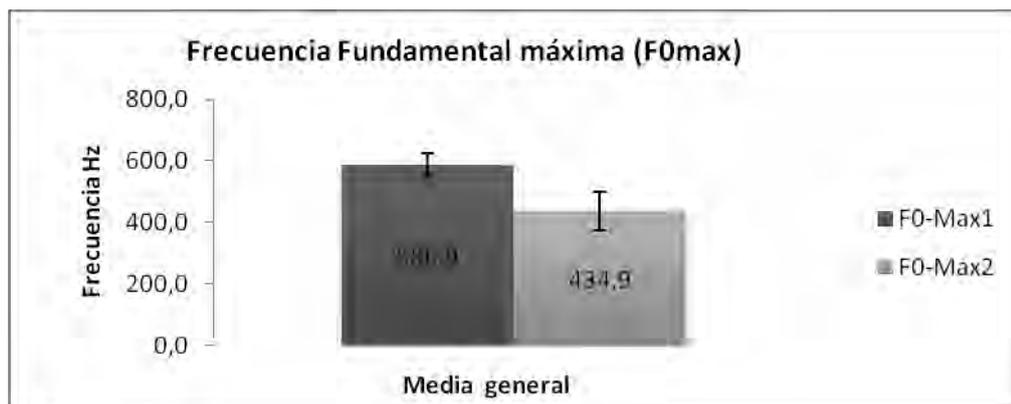
- Diferencia significativa para el indicador frecuencia fundamental (P=0.049)
- F0(Hz)1: frecuencia fundamental para las vocalizaciones en aislamiento social y F0(Hz)2: frecuencia fundamental para las vocalizaciones en Estro

Se observa que en las vocalizaciones obtenidas en aislamiento social la frecuencia fundamental promedio fue de 247.6 Hz. y en estro de 196.8 Hz. Observando una mínima de 180.6 Hz. y una máxima de 335.4 Hz. para aislamiento social mientras que en estro la mínima fue de 201 Hz. y una máxima de 267.9 Hz.

### 6.3.2 Frecuencia Fundamental máxima (F0max).

En la Figura 10 se observa la media general en la frecuencia fundamental máxima (F0max) para las vocalizaciones que se obtuvieron en estro, presentando una mínima de 252 Hz y una máxima de 727.2 Hz., mientras que para el aislamiento social la mínima fue de 263.3 Hz. y la máxima fue 801.9 Hz. De manera global, en las vocalizaciones emitidas durante el aislamiento, la frecuencia fundamental máxima ( $586.9 \pm 38.7$  Hz) es mayor a la observada en las vocalizaciones emitidas en estro ( $434.9 \pm 62.9$  Hz) relacionado a la situación experimental. En esta característica se encontró diferencia significativa debido a la situación experimental ( $P < 0.05$ ;  $Z = -2.012$ ).

**Figura 10.** Medias generales por grupo para la característica de frecuencia fundamental máxima en ambos contextos.



- La significancia para este indicador fue ( $P = 0.044$ )
- F0-Max1: frecuencia fundamental máxima para las vocalizaciones en aislamiento social y F0-Max2: frecuencia fundamental máxima para las vocalizaciones en estro.

### **6.3.3 Frecuencia Fundamental mínima (F0min)**

El rango observado en la frecuencia fundamental mínima para las vocalizaciones en estro fue de 68.1 Hz. como mínima y una máxima de 110.9 Hz., mientras que durante el aislamiento social se obtuvo 63.5 Hz. como mínima y con una máxima de 218.0 Hz. No encontrando diferencia significativa en este indicador para ambos contextos ( $P > 0.05$ ;  $Z = -.592$ ). De manera global las vocalizaciones emitidas en estro presentaron una media menor para esta característica ( $76.8 \pm 9.5$  Hz) que el observado en las vocalizaciones emitidas en aislamiento social ( $83.9 \pm 7.8$  Hz).

### **6.3.4 Intensidad Máxima (dB)**

El rango que se obtuvo para el indicador de intensidad máxima en las vocalizaciones en estro, fue de 87.7 dB como mínimo y el máximo de 96.7 dB, mientras que para el aislamiento social el valor mínimo fue 90.0 dB y una máxima de 98.5 dB. Con una media general de 76.9 dB para las vocalizaciones en estro y 94.3 dB para las vocalizaciones en aislamiento social. En este indicador se encontró una significancia marginal en cuanto a la situación experimental ( $P = 0.062$ ;  $Z = -1.870$ ). De manera global, las vocalizaciones en aislamiento social tuvieron una intensidad máxima ( $94.3 \pm 0.40$  dB) mas alta en comparación con la fue obtenida en las vocalizaciones en estro ( $76.9 \pm 8.9$  dB), por efecto de la situación experimental.

### **6.3.5 Duración de las Vocalizaciones (Segundos).**

En el duración de las vocalizaciones se observó un rango de 0.63 s como mínima y una máxima de 1.4 s para el estro, mientras que en aislamiento social la mínima fue de 0.58 s y una máxima de 1.53 s. De manera global se observa en la Figura 14.1, que las vocalizaciones obtenidas en estro tuvieron un valor en duración ligeramente inferior al obtenido de las vocalizaciones en aislamiento social ( $0.85 \pm 0.11$  s vs.  $1.03 \pm 0.05$  s, respectivamente). No

encontrando una diferencia significativa entre ambos contextos ( $P > 0.05$ ;  $Z = -1.349$ ).

## 6.4 Vocalizaciones Altas vs. Vocalizaciones Bajas

### 6.4.1 Número de vocalizaciones altas

En la Figura 11 se muestran las media general para el número de vocalizaciones altas emitidas durante el aislamiento social y el estro. En donde se puede observar valores mínimos y máximos de 2 a 64 vocalizaciones altas en Estro y 2 a 218 en aislamiento social. Encontrando efecto significativo ( $P < 0.05$ ;  $Z = -3.413$ ) para el contexto de aislamiento social vs. estro. El número de balidos altos fue notablemente mayor en las cabras en aislamiento social que en estro ( $67.3 \pm 14.1$  vs.  $15.1 \pm 4.8$  vocalizaciones).

**Figura 11.** Media general para el número de vocalizaciones altas en aislamiento social vs. estro.



- La significancia para este indicador fue ( $P = 0.001$ )
- No.voc-alt1= número de vocalizaciones altas en aislamiento social y No.voc-alt2= número de vocalizaciones altas en estro.

### 6.4.2 Número de vocalizaciones bajas

Para el número de vocalizaciones bajas en el estro se observó una media general de  $7.8 \pm 2.5$  vocalizaciones mientras que en aislamiento social fue de  $13.3 \pm 1.9$  vocalizaciones. No se encontró diferencia significativa en relación con este indicador entre situaciones experimentales ( $P > 0.05$ ;  $Z = -1.733$ ). el rango

para este indicador fue de 1 a 33 vocalizaciones bajas en el Estro y de 1 a 48 vocalizaciones bajas en Aislamiento social.

#### **6.4.3 Frecuencia Fundamental para las vocalizaciones altas.**

Al comparar la frecuencia fundamental de las vocalizaciones altas, se observó que la media general para las emitidas en estro fue de  $164.3 \pm 30.6$  Hz a diferencia de las emitidas en aislamiento social  $233.8 \pm 13.5$  Hz. De manera global se observa valores mínimos y máximos para este indicador de 219.2 Hz a 290.5 Hz. en el estro y de 153.9 Hz a 297.4 Hz. en aislamiento social. Los valores de cero corresponden a los animales que no vocalizaron durante las pruebas. No encontrando diferencia significativa para este parámetro en relación a la situación experimental ( $P > 0.05$ ;  $Z = -1.681$ ).

#### **6.4.4 Frecuencia Fundamental para las vocalizaciones bajas.**

Las medias de mínimos cuadrados para la frecuencia fundamental en las vocalizaciones bajas en estro y aislamiento social ( $187.1 \pm 22.1$  Hz vs.  $214.8 \pm 17.2$  Hz respectivamente), no encontrando significancia por efecto de la situación experimental ( $P > 0.05$ ;  $Z = -.544$ ). Los valores máximos y mínimos observados en las vocalizaciones bajas durante el estro fueron de 197 Hz a 256 Hz y en aislamiento social de 189.4 Hz a 335 Hz para el indicador mencionado.

#### **6.4.5 Duración de las vocalizaciones altas.**

En la Figura 12 se observan las media general para la duración en segundos de las vocalizaciones consideradas altas en estro y aislamiento social ( $0.74 \pm 0.14$  segundos vs.  $1.2 \pm 0.07$  segundos, respectivamente), observando que la duración en las vocalizaciones altas en aislamiento fue mayor que las emitidas en estro. Encontrando un efecto significativo por la situación experimental en este parámetro ( $P < 0.05$ ;  $Z = -1.965$ ).

**Figura 12.** Media general para la duración de las vocalizaciones altas en aislamiento social y el estro.



- Diferencia significativa para este indicador fue ( $P=0.049$ )
- Dur-voc-altas1: duración de las vocalizaciones altas en aislamiento social y Dur-voc-altas2: duración de las vocalizaciones altas en estro.

De manera global se pueden observar valores máximos y mínimos en este indicador para las vocalizaciones altas en estro de 0.8 a 1.57 segundos, mientras que en aislamiento social los valores fueron de 0.71 a 1.9 segundos.

#### **6.4.6. Duración de las vocalizaciones bajas.**

Las media general para la duración en las vocalizaciones consideradas bajas fue de  $0.7 \pm 0.09$  segundos y de  $0.8 \pm 0.06$  segundos para el aislamiento social. De manera global se obtuvieron valores mínimos y máximos para la duración en las vocalizaciones bajas, en el estro se observaron valores de 0.6 a 1.19 segundos mientras que en aislamiento social fueron de 0.6 s a 1.13 segundos. En este indicador no se encontró diferencia significativa entre las vocalizaciones bajas relacionado al contexto ( $P > 0.05$ ;  $Z = -.071$ ).

### **6.5. Comparación del número, duración y frecuencia fundamental de las vocalizaciones altas vs. bajas, para cada situación experimental.**

#### **6.5.1. Número de vocalizaciones Altas vs. Bajas en Aislamiento social.**

En la Figura 13 se observa las media general para los valores obtenidos en el indicador número de vocalizaciones altas vs. bajas ( $63.3 \pm 14.1$  vs.  $13.3 \pm 1.9$

respectivamente) emitidas dentro del contexto de aislamiento social, notándose una diferencia significativa entre ambas vocalizaciones relacionado con la situación experimental ( $P < 0.05$ ;  $Z = -3,721$ ). Los valores mínimos y máximos en el número de vocalizaciones altas vs. bajas emitidas en aislamiento social es de 2 a 218 para las vocalizaciones altas y de 1 a 48 para las vocalizaciones bajas.

**Figura 13.** Media general para el número de vocalizaciones altas vs. bajas emitidas en aislamiento social.



- Diferencia significativa para este indicador fue ( $P = 0.000$ )
- No.voc-alt1: número de vocalizaciones altas en aislamientos social y No.voc-baj1: número de vocalizaciones bajas en aislamiento social.

### 6.5.2 Frecuencia Fundamental para las vocalizaciones Altas vs. Bajas en Aislamiento social.

En la Figura 14 se presenta la media general para la frecuencia fundamental para las vocalizaciones altas ( $233.8 \pm 13.5$  Hz) y vocalizaciones bajas ( $214.8 \pm 17.2$  Hz) obtenidas en aislamiento social, observándose una diferencia significativa entre ambas vocalizaciones en este indicador ( $P < 0.05$ ;  $Z = -2.068$ ).

**Figura 14.** Media general para la frecuencia fundamental en las vocalizaciones altas y bajas en aislamiento social.



- Diferencia significativa para el indicador fue ( $P=0.039$ )
- F0-altas1: frecuencia fundamental para las vocalizaciones altas en aislamiento social y F0-bajas1: frecuencia fundamental para las vocalizaciones bajas en aislamiento social.

De manera global se puede observar que los valores observados en las vocalizaciones altas y bajas en aislamiento social, fueron de 153.9 Hz como mínimo y como máximo 297.4 Hz. en las vocalizaciones altas, mientras que para las vocalizaciones bajas los valores fueron de 189.4 Hz como mínimo y 335 Hz. como valor máximo.

### **6.5.3 Duración de las vocalizaciones altas vs. bajas durante el aislamiento social.**

En la Figura 15 se observa la media general para la duración de las vocalizaciones altas vs. bajas ( $1.2 \pm 0.07$  s vs.  $0.8 \pm 0.06$  s respectivamente) que se obtuvieron durante la prueba de aislamiento social. Encontrando diferencia significativa entre ellas por la situación experimental ( $P < 0.05$ ;  $Z = -3.945$ ).

**Figura 15.** Medias general para la duración de las vocalizaciones altas vs. bajas durante el aislamiento social.



- Diferencia significativa para el indicador fue ( $P=0.000$ )
- Dur-voc-altas1: duración de las vocalizaciones altas en aislamiento social y Dur-voc-bajas1: duración de las vocalizaciones bajas en aislamiento social.

De manera global se observó una duración en las vocalizaciones de aislamiento social como mínimo de .71 s y de 1.9 s como máximo, en las altas. Para las vocalizaciones bajas estos valores fueron de 0.6 s a 1.13 s, respectivamente.

#### **6.5.4. Número de vocalizaciones altas vs. bajas en estro.**

La media general para el número de vocalizaciones altas vs. bajas ( $15.0 \pm 4.8$  vs.  $7.8 \pm 2.5$ , respectivamente) obtenidas durante el Estro la diferencia no fue significativa entre los dos tipos de vocalizaciones ( $P > 0.05$ ;  $Z = -1.287$ ). De manera global se observó que los valores mínimos y máximos para las vocalizaciones altas vs. bajas en estro fueron de como mínimo 1 a 57 como máximo en las vocalizaciones altas y en las vocalizaciones bajas fue de 1 a 33, respectivamente.

#### **6.5.5. Frecuencia fundamental para las vocalizaciones altas vs. bajas en estro.**

La media general para la frecuencia fundamental de las vocalizaciones altas vs. bajas ( $164.3 \pm 30.6$  Hz vs.  $187.1 \pm 22.1$  Hz, respectivamente). No encontrando diferencia significativa para dicho parámetro relacionado al contexto ( $P > 0.05$ ;  $Z = -.534$ ). De manera global se observan valores mínimos y máximos para este

indicador, en las vocalizaciones altas estos valores fueron de 219.2 Hz a 290.5 Hz. respectivamente y en las vocalizaciones bajas encontramos valores que van de 197 Hz a 256 Hz., respectivamente.

#### 6.5.6. Duración de las vocalizaciones altas vs. bajas durante el estro.

La media general para la duración en las vocalizaciones altas vs. bajas en estro fue  $0.074 \pm 0.14$  segundos y  $0.70 \pm 0.09$  segundos, respectivamente. Sin encontrar diferencia significativa para este parámetro ( $P > 0.05$ ;  $Z = -.785$ ). De manera global los valores mínimos y máximos para este parámetro fueron en las vocalizaciones altas de 0.8 s a 1.57 s. respectivamente, en el caso de las vocalizaciones bajas estos valores van de 0.6 s a 1.2 s.

#### 6.6. Frecuencia de las conductas observadas durante el aislamiento social y el estro.

En el Cuadro 2, se muestran la media general para la frecuencia totales en la presentación de las conductas observadas para ambos contextos. Se observa diferencias significativas en algunas de estas conductas relacionadas al contexto.

**Cuadro 2.** Medias generales para la frecuencia de presentación en las conductas durante el Estro y Aislamiento social.

CONDUCTA	ESTRO	AISLAMIENTO SOCIAL	SIGNIFICANCIA
Comportamiento Eliminatorio	$0.47 \pm 0.21$	$0.76 \pm .21$	$P = .206$
Conducta vocal	$22.7 \pm 5.6$	<b><math>80.9 \pm 15.9^a</math></b>	$P = .001$
Conducta exploratoria	<b><math>10.64 \pm 1.5^b</math></b>	$1.67 \pm 0.4$	$P = .001$
Conducta de locomoción	$16.6 \pm 1.9$	$12.3 \pm 2.3$	$P = .368$
Conducta de búsqueda	$14.1 \pm 1.7$	<b><math>24.5 \pm 3.4^a</math></b>	$P = .019$
Intentos de escape	<b><math>2.1 \pm 0.7^b</math></b>	$0.24 \pm 0.12$	$P = .021$
Conducta ingestiva	$5.5 \pm 2.8$	<b><math>18.6 \pm 2.6^a</math></b>	$P = .016$

<sup>a</sup> Diferencia significativa relacionada con el contexto Aislamiento social.

<sup>b</sup> Diferencia significativa relacionada con el contexto Estro.

### **6.6.1. Comportamiento en Aislamiento social.**

La media general para la frecuencia de presentación en las conductas que se registraron durante la situación de aislamiento social fue de:  $(80.9 \pm 15.1)$  para la conducta vocal,  $(24.5 \pm 3.4)$  en la conducta de búsqueda y por último  $(18.6 \pm 2.6)$  en la conducta ingestiva, observando una diferencia significativa con relación al resto de las conductas y con la situación experimental ( $P < 0.05$ ;  $Z = -3.433$ ,  $Z = -2.344$ ,  $Z = -2.407$ ; respectivamente). Con el resto de las conductas no se encontró diferencia significativa en la frecuencia de presentación ( $P > 0.05$ ).

### **6.6.2. Comportamiento en el Estro.**

En la media general para la frecuencia de presentación en las conductas que se registraron en el estro fue de:  $(10.6 \pm 1.5)$  en la conducta de exploración y en  $(2.1 \pm 0.7)$  y los Intentos de escape, en relación a las conductas que presentaron mayor frecuencia en el Aislamiento social. En estas conductas se observó una diferencia significativa con relación a la situación experimental ( $P < 0.05$ ;  $Z = -3.337$  y  $Z = -2.308$ , respectivamente). En el resto de las conductas observadas no se encontró diferencia significativa con relación a la Frecuencia de presentación entre contextos ( $P > 0.05$ ).

### **6.6.3. Correlación en las Características espectrales y la Frecuencia de presentación en las conductas, para ambos contextos.**

#### **a) Aislamiento social.**

Al realizar la prueba de Spearman para determinar si existía correlación entre las variables que se evaluaron, la significancia observada en los resultados muestran que en el caso de las vocalizaciones la **frecuencia fundamental** presentó un coeficiente de correlación significativo con relación a la frecuencia fundamental para las vocalizaciones altas y las vocalizaciones bajas ( $R_s = 0.70$ ,  $n = 21$ ,  $P < 0.01$ ;  $R_s = 0.63$ ,  $n = 21$ ,  $P < 0.01$ , respectivamente), siendo mayor para la Frecuencia fundamental en las vocalizaciones altas que las bajas.

El **número de vocalizaciones** presentó una correlación significativa con la frecuencia fundamental máxima ( $R_s = 0.74$ ,  $n = 21$ ,  $P < 0.01$ ), aumentando

conforme el número de vocalizaciones son emitidas, de igual forma mientras mas vocalizaciones son emitidas por las cabras el número de vocalizaciones altas es mayor ( $R_s=0.99$ ,  $n=21$ ,  $P<0.01$ ). Al correlacionar los indicadores evaluados en las vocalizaciones con las conductas observadas durante la prueba, los resultados observados fueron los siguientes, el número de eliminaciones presentó una correlación significativa ( $R_s=0.84$ ,  $n=21$ ,  $P<0.01$ ) presentándose con una frecuencia mayor conforme aumenta el número de vocalizaciones. Los cambios de lugar presentaron un coeficiente de correlación significativo ( $R_s=0.76$ ,  $n=21$ ,  $P<0.01$ ) al aumentar conforme aumenta la emisión en el número de vocalizaciones. De igual manera se vio aumentada la frecuencia en la conducta de búsqueda de coespecíficos, conforme aumentaba el número de vocalizaciones ( $R_s=0.77$ ,  $n=21$ ,  $P<0.01$ ).

La **Frecuencia Fundamental máxima** presentó un coeficiente de correlación significativa con el número de vocalizaciones altas ( $R_s=0.72$ ,  $n=21$ ,  $P<0.01$ ), observando una frecuencia fundamental máxima mayor en las vocalizaciones altas. En las conductas, al igual que en la característica anterior las conductas que presentaron un coeficiente de correlación significativo fueron, Número de eliminaciones, cambios de lugar y búsqueda de coespecíficos ( $R_s=0.65$ ,  $n=21$ ,  $P<0.01$ ;  $R_s=0.67$ ,  $n=21$ ,  $P<0.01$ ;  $R_s=0.68$ ,  $n=21$ ,  $P<0.01$ , respectivamente), presentándose con mayor frecuencia cuando las vocalizaciones con una frecuencia fundamental máxima más alta estaban presentes.

La **intensidad máxima** presentó sólo coeficiente de correlación con la conducta de cambio de lugar, estando presente con una mayor frecuencia conforme aumentaban las vocalizaciones con una Intensidad máxima mayor ( $R_s=0.63$ ,  $n=21$ ,  $P<0.01$ ).

El **número de vocalizaciones altas**, presentó un coeficiente de correlación significativo para las conductas de número de eliminaciones, cambios de lugar y búsqueda de coespecíficos ( $R_s=0.83$ ,  $n=21$ ,  $P<0.01$ ;  $R_s=0.76$ ,  $n=21$ ,  $P<0.01$ ;  $R_s=0.82$ ,  $n=21$ ,  $P<0.01$ , respectivamente) están presentes con mayor frecuencia conforme el Número de vocalizaciones altas aumenta.

La **duración** de las vocalizaciones presentaron un coeficiente de correlación significativa con la duración en las vocalizaciones altas y la duración en las vocalizaciones bajas ( $R_s=0.90$ ,  $n=21$ ,  $P<0.01$  y  $R_s=0.61$ ,  $n=21$ ,  $P<0.01$ , respectivamente) por lo cual la duración promedio de las vocalizaciones se vera afectada por la duración en las vocalizaciones altas y bajas.

Al realizar la prueba de correlación para las conductas que se registraron durante el aislamiento social, las que presentaron un coeficiente de correlación significativo fue **la conducta eliminativa**, que anteriormente presentó correlación con algunas características en las vocalizaciones. En las conductas con la que se encontró coeficiente de correlación fue con los conducta locomotora ( $R_s=0.61$ ,  $n=21$ ,  $P<0.01$ ).

La **conducta de explotación**, presentó una correlación significativa con la conducta Ingestiva ( $R_s=0.76$ ,  $n=21$ ,  $P<0.01$ ) presentándose una disminución en la conducta ingestiva durante la presentación del olfateo a objetos.

La **conducta de locomoción** presentó un coeficiente de correlación significativo con la conducta eliminativa, la conducta de búsqueda y la conducta ingestiva ( $R_s=0.61$ ,  $n=21$ ,  $P<0.01$ ;  $R_s=0.71$ ,  $n=21$ ,  $P<0.01$  y  $R_s=0.67$ ,  $n=21$ ,  $P<0.01$ , respectivamente) en dichas conductas se observa un aumento conjuntamente al aumentar la conducta de locomoción, en las cabras durante el aislamiento social.

La **Búsqueda de coespecificos**, presentó un coeficiente de correlación significativo con el número de vocalizaciones, la frecuencia fundamental máxima, el número de vocalizaciones altas y la conducta de locomoción ( $R_s=0.77$ ,  $n=21$ ,  $P<0.01$ ;  $R_s=0.68$ ;  $n=21$ ,  $P<0.01$ ;  $R_s=0.82$ ,  $n=21$ ,  $P<0.01$  y  $R_s=0.71$ ,  $n=21$ ,  $P<0.01$ , respectivamente), esta conducta tiene una correlación positiva con el aumento en el número de vocalizaciones, siendo estas en su mayoría vocalizaciones altas con una frecuencia fundamental máxima mayor, aumentando los cambios de lugar.

La **Conducta ingestiva**, presentó un coeficiente de correlación significativo con la conducta de exploración y la conducta de locomoción ( $R_s=0.76$ ,  $n=21$ ,

$P < 0.01$  y  $R_s = 0.67$ ,  $n = 21$ ,  $P < 0.01$ , respectivamente), al presentarse la conducta ingestiva, se ve disminuida la conducta de exploración, al igual que la conducta locomotora.

## **b) Estro**

En el caso del estro, las variables en donde se observó un coeficiente de correlación significativo fueron, en el **número de vocalizaciones**, la frecuencia fundamental máxima, ( $R_s = 0.66$ ,  $n = 17$ ,  $P < 0.01$ ) y la duración promedio de las vocalizaciones ( $R_s = 0.66$ ,  $n = 17$ ,  $P < 0.05$ ) se ven afectadas por el número de vocalizaciones. La frecuencia fundamental, el número y duración en las vocalizaciones altas ( $R_s = 0.61$ ,  $n = 17$ ,  $P < 0.01$ ;  $R_s = 0.91$ ,  $n = 17$ ,  $P < 0.01$  y  $R_s = 0.71$ ,  $n = 17$ ,  $P < 0.01$ , respectivamente) son indicadores que tienen una correlación positiva con el número de vocalizaciones. El número de vocalizaciones bajas ( $R_s = 0.74$ ,  $n = 17$ ,  $P < 0.01$ ), se correlacionan directamente con el número de vocalizaciones emitidas durante el estro. En la conducta donde se encontró un coeficiente de correlación significativo fue con los Intentos de escape ( $R_s = 0.60$ ,  $n = 17$ ,  $P < 0.01$ ), seguramente relacionado con la necesidad de las hembras por tener contacto con el macho.

La **frecuencia fundamental** promedio de las vocalizaciones se ve influida por el número de vocalizaciones altas emitidas durante el estro ( $R_s = 0.61$ ,  $n = 17$ ,  $P < 0.01$ ), la frecuencia fundamental para las vocalizaciones altas y las bajas, que está directamente correlacionada con la frecuencia fundamental general ( $R_s = 0.86$ ,  $n = 17$ ,  $P < 0.01$  y  $R_s = 0.72$ ,  $n = 17$ ,  $P < 0.01$ ), viéndose afectada por los cambios en las frecuencias en las vocalizaciones altas y bajas. La duración promedio de las vocalizaciones está correlacionada de manera significativa con la frecuencia fundamental general ( $R_s = 0.77$ ,  $n = 17$ ,  $P < 0.01$ ) en las vocalizaciones emitidas durante el estro.

La **frecuencia fundamental máxima**, presentó un coeficiente de correlación significativo con el promedio general en número de vocalizaciones emitidas durante el estro ( $R_s = 0.66$ ,  $n = 17$ ,  $P < 0.01$ ), el número de vocalizaciones altas ( $R_s = 0.68$ ,  $n = 17$ ,  $P < 0.01$ ), encontrando que en las vocalizaciones altas dentro

de este contexto predomina la frecuencia fundamental máxima. La frecuencia fundamental promedio para las vocalizaciones en estro presenta un coeficiente de correlación significativo ( $R_s=0.78$ ,  $n=17$ ,  $P<0.01$ ) conforme la frecuencia fundamental máxima es mayor esta aumenta. La intensidad máxima presenta un coeficiente de correlación significativo ( $R_s=0.64$ ,  $n=17$ ,  $P<0.01$ ) aumentando conforme la frecuencia fundamental máxima es mayor. En las vocalizaciones altas, la frecuencia fundamental presentó un coeficiente de correlación significativamente mayor que el observado en las vocalizaciones bajas ( $R_s=0.78$ ,  $n=17$ ,  $P<0.01$  vs.  $R_s=0.62$ ,  $n=17$ ,  $P<0.01$ ) variando con respecto a la frecuencia fundamental máxima. La duración promedio de las vocalizaciones en estro y la duración de las vocalizaciones altas, presentan un coeficiente de correlación significativo ( $R_s=0.79$ ,  $n=17$ ,  $P<0.01$  y  $R_s=0.76$ ,  $n=17$ ,  $P<0.01$ , respectivamente), lo que significa que las vocalizaciones con una frecuencia fundamental máxima alta, presentan una duración mayor, principalmente en las vocalizaciones altas.

La **intensidad máxima** para las vocalizaciones en estro presentó un coeficiente de correlación significativo para la frecuencia fundamental en las vocalizaciones bajas ( $R_s=0.79$ ,  $n=17$ ,  $P<0.01$ ) influyendo directamente en la intensidad máxima de las vocalizaciones bajas.

La **duración** promedio de las vocalizaciones emitidas en estro, presento un coeficiente de correlación significativo para la duración en las vocalizaciones altas y bajas ( $R_s=0.91$ ,  $n=17$ ,  $P<0.01$  y  $R_s=0.82$ ,  $n=17$ ,  $P<0.01$ ) conforme aumenta la duración promedio, la duración en las vocalizaciones altas y bajas se ve aumentada.

El promedio de la **frecuencia fundamental** para las vocalizaciones altas presento un coeficiente de correlación significativo para la frecuencia fundamental en las vocalizaciones bajas ( $R_s=0.64$ ,  $n=17$ ,  $P<0.01$ ) aumentando conjuntamente con el aumento en la frecuencia fundamental en las vocalizaciones altas. En el número de vocalizaciones se encontró un coeficiente de correlación significativo ( $R_s=0.68$ ,  $n=17$ ,  $P<0.01$ ), aumentando el número de vocalizaciones altas con forme la frecuencia fundamental en las

vocalizaciones altas es mayor. La duración promedio para el total de las vocalizaciones emitidas en estro, la duración de las vocalizaciones altas y bajas, presentaron coeficientes de correlación significativo (  $R_s=0.76$ ,  $n=17$ ,  $P<0.01$ ;  $R_s=0.78$ ,  $n=17$ ,  $P<0.01$  y  $R_s=0.63$ ,  $n=17$ ,  $P<0.01$  , respectivamente) la duración en las vocalizaciones altas y bajas aumenta conforme la frecuencia fundamental en las vocalizaciones altas es mayor, repercutiendo en la duración promedio global de las vocalizaciones.

La **frecuencia fundamental para las vocalizaciones bajas**, presentó un coeficiente de correlación significativo relacionado a la duración promedio y la duración en las vocalizaciones bajas ( $R_s=0.61$ ,  $n=17$ ,  $P<0.01$  y  $R_s=0.70$ ,  $n=17$ ,  $P<0.01$ , respectivamente), que al influir la frecuencia fundamental de las vocalizaciones bajas con la duración en dichas vocalizaciones, repercute directamente con la duración global de las vocalizaciones emitidas durante el estro.

El **número de vocalizaciones altas**, presentó un coeficiente de correlación significativo con la duración en estas vocalizaciones y en la duración promedio para el total de las vocalizaciones emitidas durante el estro ( $R_s=0.80$ ,  $n=17$ ,  $P<0.01$  y  $R_s=0.61$ ,  $n=17$ ,  $P<0.01$ ) siendo mayor conforme aumenta el número de vocalizaciones altas.

La **duración de las vocalizaciones altas**, presentaron un coeficiente de correlación significativo para la duración de las vocalizaciones bajas y la duración promedio ( $R_s=0.64$ ,  $n=17$ ,  $P<0.01$  y  $R_s=0.91$ ,  $n=17$ ,  $P<0.01$ ), influyendo directamente, aumentando conforme aumenta la Duración en las vocalizaciones altas.

Al analizar las conductas que se registraron durante el estro, se encontró que las conductas que presentaron un coeficiente de correlación significativo fue la **conducta exploratoria**, con relación a la conducta de locomoción ( $R_s=0.68$ ,  $n=17$ ,  $P<0.01$ ) aumentando entre más presente está la conducta de exploración.

## VII. DISCUSIÓN

### 7.1 Vocalizaciones en Aislamiento social.

La situación experimental influyó en el número de vocalizaciones emitidas, observándose una mayor emisión en la situación de aislamiento social que en estro. Las vocalizaciones que se identificaron en ambas situaciones experimentales fueron clasificadas como altas (vocalizaciones emitidas con la boca abierta) y bajas (vocalizaciones emitidas con la boca cerrada). En particular las vocalizaciones que presentaron con una frecuencia mayor, fueron las consideradas altas. Watts y Stookey (2000) mencionan, el ganado domestico es considerado como animales gregarios, sin embargo bajo circunstancias particulares (al parto o por enfermedad) algunas especies se pueden aislar por un periodo de tiempo corto. Sin embargo al imponer artificialmente la separación de sus compañeros se puede considerar como una experiencia estresante para el individuo. Al realizar el análisis de sus característica espectrales en las vocalizaciones obtenidas, se observó que la frecuencia fundamental y la frecuencia fundamental máxima fue mayor en las vocalizaciones emitidas en aislamiento social que en estro, lo cual concuerda con lo obtenido en cabras lecheras por Carbonaro et al. (1992), en donde se observaron una frecuencia e intensidad mayor en las vocalizaciones emitidas durante el aislamiento social, mostrando un elevado nivel de norepinefrina en plasma. De igual forma se observo un aumento en el número de vocalizaciones durante el periodo en que las cabras fueron aisladas, siendo en su mayoría vocalizaciones altas, estos resultados son similares con los obtenidos por Price y Thos (1980), en donde se dio un aumento en el número de vocalizaciones junto con la frecuencia cardiaca, durante el aislamiento social en cabras y borregos. En el ciervo (*Dama dama*), Vannoni et al. (2005) recapitulo trabajos realizados en esta especie, encontrando que dentro de las vocalizaciones emitidas en situaciones de peligro, las vocalizaciones de angustia (distress), se caracterizaban por ser usualmente largas, incontroladas, muy fuertes y emitidas con la boca abierta. Los ciervos de ambos sexos y en

todas las edades, pueden producir estas vocalizaciones de alto tono. Lo cual concuerda con los resultados obtenidos en el presente trabajo. Weary et al., (1996), encontraron que las vocalizaciones producidas por las cerdas cuando son separadas de sus crías frecuentemente son muy largas. Respondiendo fuertemente a las vocalizaciones emitidas por sus propios lechones que la de otras crías. Otros trabajos muestran que los cerditos aumentan el rango de vocalizaciones en respuesta a las grabaciones de las vocalizaciones de sus madres (Walser 1986). Algunas prácticas comunes en las producciones comerciales de leche, es el remover al becerro de las hembras dentro de los primeros días de vida, promoviendo que ambos vocalicen después de la separación. Marchant-Forde et al. (2002) encontraron que la separación de los becerros 24 horas después del parto, las vacas lecheras responden a las vocalizaciones de los becerros, pero muestran una limitada habilidad para diferenciar entre las vocalizaciones de sus propios becerros de becerros extraños. Contrario a los becerros, quienes son capaces de un reconocimiento individual basado en señales auditivas a una temprana edad. Al igual que en cabras el reconocimiento de las madres hacia las crías, esta dado en los primeros días de vida del cabrito. Terrazas et al., (2003) encontró que las cabras pueden discriminar a su propio cabrito de cabritos extraños. Destacando la capacidad de la cabra para discriminar a su propio cabrito (a las 48 horas de edad) de uno extraño, de similar edad basado sólo en sus vocalizaciones. También se analizaron cinco parámetros acústicos en los balidos de los cabritos tomados en cuenta dentro de ellos, revelando diferencias significativas entre los cabritos en cada de los 5 días del estudio, incluyendo a las 24 horas de edad. Y por último, las vocalizaciones de los cabritos recién nacidos son sujetos a rápidos cambios en los primeros días de su vida. Las vocalizaciones pueden variar en sus características acústicas en base al contexto en que son emitidas. El ganado y en particular los becerros, produce acústicamente diferentes llamadas bajo diferentes situaciones. Estas son potencialmente una fuente de información acerca de la percepción animal de estas situaciones (Watts y Stookey, 2001). Parrott et al., (1988) realizó un estudio en borregos, cuyo objetivo fue cuantificar los cambios en el comportamiento y hormonas

relacionadas con el aislamiento como factor estresante y al presentar un espejo a los individuos aislados. Los resultados aparentemente no concuerdan con lo que se encontró en este trabajo, ya que los borregos se inclinaron a invertir menos tiempo en caminar y aparentemente a vocalizar con mayor frecuencia cuando la prueba se llevo a cabo con los espejos. La respuesta que se observó en las cabras al someterlas de manera experimental al aislamiento puede estar relacionada con un sentimiento de ansiedad, definiendo ansiedad esta ultima como “un sentimiento de intranquilidad, aprensión o temor que depende en la habilidad de predecir un futuro riesgo, usualmente basado en estímulos recientes y siempre en experiencias previas (Broom, 1998). En el trabajo realizado por Carbonaro et al, (1990), esta respuesta de las cabras lo asocia a un sentimiento de peligro inducido por el aislamiento.

## **7.2 Vocalizaciones en estro.**

Durante el estro, las hembras de la especie caprina, se muestran más nerviosas e inquietas, aumentando su actividad motora. Las hembras receptivas sexualmente suelen aumentar al frecuencia en los balidos no específicos (Jensen, 2004). En los rumiantes domésticos y en muchos mamíferos, se distinguen tres componentes en el comportamiento sexual de las hembras, Atractividad, proceptividad y receptividad. Las vacas y cabras, cuando están en estro, se muestran agitadas, vocalizando y reuniéndose con otras hembras en estro o proestro, dentro de una actividad sexual de grupo (Fabre-Nys y Gelez, 2007). El cambio en el comportamiento y la receptividad en las hembras esta relacionado con los cambios en los niveles de estradiol. Durante el estro, las cabras vocalizaron pero esta frecuencia en su emisión fue menor que la observada durante el aislamiento social, no encontrando diferencia en la frecuencia, intensidad y la duración entre las vocalizaciones bajas y altas, lo cual concuerda con lo observado por Yeon et al., (2006), este estudio fue encaminado a comparar las características acústicas de las vocalizaciones en diferentes estados fisiológicos. El primer grupo de vacas estaban en estro y el otro fue grabado previo a ser alimentado. Las vacas en estro no vocalizaron con mayor frecuencia como se esperaba. Las vacas que

no estaban en estro también vocalizaron con una frecuencia baja excepto cuando esperaban a ser alimentadas. Las vocalizaciones durante el estro fueron similares a un sonido de bramido áspero, como el realizado en las vocalizaciones anticipadas a la alimentación. El estudio realizado por Paredes (2003), encaminado a caracterizar las vocalizaciones en base a sus características acústicas, identificando en base a sus características 3 tipos de vocalizaciones que son emitidas por el macho durante el cortejo sexual; las diferencias en las características pudieran ser compatibles con la existencia de firmas individuales. Fraser y Broom (1990), reportan que las hembras en el ganado y en las cabras emplean vocalizaciones en el estro, presumiblemente al llamar la atención de macho. Sin embargo ellos citan que no hay evidencia para soportar este argumento de que el comportamiento vocal de las hembras cambia durante el estro en esta especie (Watts y Stookey, 2000). La correcta detección del estro es un problema en los rebaños lecheros. En la práctica, diferentes procedimientos existen para la detección del estro basándose convencionalmente en la observación visual por parte del humano. Estos procedimientos dan muy diferentes resultados con respecto a la detección del estro. Schön et al., (2007) determinaron que en el ganado lechero, la detección de los cambios en la proporción de las vocalizaciones emitidas durante el estro, podrían ser utilizadas por sí solas o en combinación con otro sistema para la detección del estro. El análisis acústico sugiere que las frecuencias dominantes de las vocalizaciones unidas al número de parámetros temporales podrían proveer al macho de la información necesaria para percibir la proximidad de la ovulación en este camino. Los resultados proveen la evidencia de que las llamadas o vocalizaciones de las hembras (mamíferos) pueden contener información acerca del estado reproductivo, que los machos pueden percibir y usar para incrementar su éxito reproductivo (Semple y Mc Comb, 2000). En ciervos los machos compiten intensivamente por las hembras y muestran un gran despliegue vocal durante la estación reproductiva. En especial, las vocalizaciones de los machos no se pueden atribuir a una acción específica tal como la agresión o la actividad sexual, pero en su lugar refleja el estado motivacional de los animales (Reby & Mc Comb, 2003). Recientes

investigaciones también revelan que el ciervo rojo (*Dama dama*) usa el formato de la frecuencia del bramido para imponerse como competidor durante la competición intrasexual y puede ajustar su propio formato en relación a aquellos percibidos de los rivales (Reby et al., 2005). En el humano las frecuencias fundamentales bajas en la voz del hombre, son preferidas por las mujeres ya que son consideradas como señal de su masculinidad y capacidad reproductiva (Feinberg, et al., 2003) Al igual que en el presente trabajo, las características acústicas de las vocalizaciones que son emitidas por las cabras durante el estro pueden ser modificadas con la finalidad de dar a conocer al macho que se encuentra receptiva. Sample y McComb (2000), sugieren que el potencial para las señales vocales de las hembras en estado reproductivo deberían de ser examinadas en otras especies de mamíferos, ya que sus resultados se enfocan en la posibilidad de que las hembras pueden indicar su receptividad usando múltiples señales, entre las que se destacan las vocalizaciones como se observa en las hembras de algunos primates. Al igual que en trabajo realizado por Sample y McComb, se encontró similitud en los valores para la frecuencia fundamental, para las vocalizaciones que se analizaron durante la presentación del estro en los Macacos Barbaria (*Macaca sylvanus*).

## VIII. CONCLUSIONES.

- ❖ El número de vocalizaciones en aislamiento social fue mayor que las registradas en estro.
- ❖ Las vocalizaciones emitidas en aislamiento social se caracterizaron por ser vocalizaciones altas que vocalizaciones bajas.
- ❖ Las vocalizaciones altas emitidas en el aislamiento social, presentan una frecuencia fundamental mayor al igual que su frecuencia fundamental máxima y su duración.
- ❖ Se concluye que las cabras pueden cambiar las características de las vocalizaciones que emitan de acuerdo al contexto en el que se encuentren, posiblemente asociado al tipo de mensaje que quieran enviar.
- ❖ Los resultados de este estudio indican que el análisis de las vocalizaciones podrían ser un indicador de diferentes condiciones fisiológicas en cabras y puede ser una importante herramienta para el entendimiento de la cabra doméstica.
- ❖ El presente estudio sugiere que las vocalizaciones pueden ser un válido instrumento para evaluar aspectos de bienestar en los animales de manera no invasiva.
- ❖ Este trabajo puede ser el inicio de una biblioteca sonora que permita al estudiante conocer más sobre este comportamiento en las cabras.

## BIBLIOGRAFIA.

1. Agraz, G. A. A. 1981. Cría y explotación de la cabra en América Latina. Editorial Hemisferio Sur S. A. Buenos Aires, Argentina.
2. Alexander, G., Signoret, J. P., Hafez, E. S. E., 1980. Sexual, maternal and neonatal behaviour. En: Hafez, E. S.E. (Ed.) Reproduction in Farm Animals. Lea y Febiger, Philadelphia, pp. 304-344.
3. Álvarez L., Martín, G.B., Galindo, F., Zarco, L.A., 2003. Social dominance of female goats effects their response to the male effect. Appl. Anim. Behav. Sci. 84,119-126.
4. Álvarez, C. J. L., 2005. Asociación Cubana de Producción Animal. El Manual del Caprinocultor. La Habana Cuba.
5. Álvarez, L. Zarco, L., Galindo, F., Blache, D., Martín, G.B., 2007. Social Rank and response to the "male effect" in the Australian Cashmere goat. Anim. Reprod. Sci, 102, 258-266.
6. Andersen, I. L., Bøe, K. E., 2007. Resting pattern and social interactions in goats- The impact of size and organisation of lying space. Appl. Anim. Behav. Sci. 108, 89-103.
7. Arch. T. E., Avila, O. Y. Alonso, S. L., Ramírez, N.R. 2005. Comunicación Animal. En: Hernandez, O. F., Nuñez, F, S., (Editores) Topicos de Neurociencias en la Comunicación Humana. Manuales de Medicina. Comunicación Humana. Universidad Autónoma Metropolitana.
8. Aschwanden, J., Gygax, L., Wechsler, B., Keil N. M., 2008. Social distances of goats at the feeding rack: Influence of the quality of social bonds, Rank differences, grouping age and presence of horns. Appl. Anim. Behav. Sci. 114,116-131.
9. Broom, M. D., 1998. Welfare, Stress and the Evolution of Feelings. Departament of Clinical Veterinary Medicine, University of Cambridge. Advances in the study of behavior. 27, 371-403.
10. Carbonaro, D. A., Friend, T. H., Dellmeier, G.R., 1990. Behavioral and physiological responses of dairy goats to isolation. Physiology & Behavior, Vol. 51, pp. 297-301.

11. Carrier, I., Mathevon, N., Jouventin, P., 2003. Mother's voice recognition in seal pups. *Anim. Behav.* 65, 543-550.
12. Clutton-Brock, J., 1981. Domesticated animals from early time. University of Texas Press and British Museum. London, U.K.
13. Fabre-Nys, C., Gelez, H. 2007. Sexual behavior in ewes and other domestic ruminants, *Horm. Behav.* 52, 18-25.
14. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. (citado 2004): <http://faostat.fao.org/>
15. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. (citado 2006): <http://faostat.fao.org/>
16. Feinberg, D.R., Jones, B.C., Little, A.C., Burt, M.D. & Perrett, D.I., 2003. Manipulations of fundamental and formant frequencies influence the attractiveness of human male voices. *Anim. Behav.* 69, 561-568.
17. Fichtel, C., Hammerschmidt, K., Jürgens, U., 2001. On the vocal expression. A Multi-Parametric analysis of different states of aversión in the squirrel monkey. *Behaviour* 138, 97-116.
18. Fraser, A.F. and Broom, D.M. 1990. *Farm Animal Behaviour and Welfare*. Third Edition. Bailliere Tindall. London, U.K.
19. Jensen, P., Toates, F.M., 1993. Who needs "behavioural needs? Motivational aspects of the needs of animals. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 37, 161-181.
20. Jouventin, P., Aubin, T & Lengagne, T., 1999. Finding a parent in a King penguin colony: the acoustic system of individual recognition. *Anim. Behav.* 57, 1175-1183.
21. Kelley, B.D., 1997. Generating sexually differentiated songs. *Current Opinion in Neurobiology.* 7, 839-843.
22. Lenhardt, M. L., 1976. Vocal contour cues in maternal recognition of goat kids. *Appl. Anim. Ethol.*, 3, 211-219.
23. Lickliter, R. E., 1984. Hiding behaviour in domestic goat kids. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 12, 245-251.
24. Manteuffel, G., Puppe, Schön, P.C., 2004. Vocalization of animal as a measure of welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 88, 163-182.

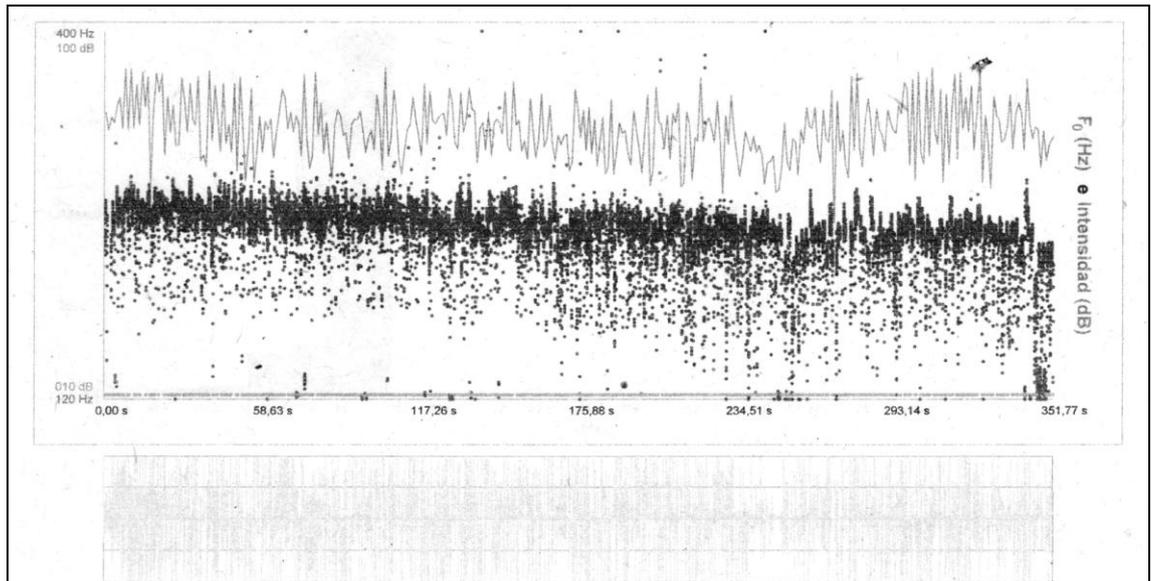
25. Marchant-Forde, J., Marchant-Forde, R., Weary, M., 2002. Responses of dairy cows and calves to each other's vocalizations after early separation. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 78, 19-28.
26. Mayen, M. J. 1989. *Explotación caprina 2ª ed.* Trillas, México.
27. Paredes, T. E. A. 2003. Caracterización de las vocalizaciones emitidas por el macho cabrio durante el cortejo sexual y su participación en el "Efecto Macho". Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. DF., México.
28. Parrot, R.F., Houpt, K.A., Misson, B.H., 1988. Modification of the responses of sheep to isolation stress by use of the mirror panels. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 19, 331-338.
29. Poidron, P., 2003. Early recognition of newborn goat kids by their mother: I. Nonolfactory discrimination. *Dev. Psychobiol.* 43: 82-89.
30. Price, E.O. and Thos, J., 1980. Behavioral responses to short-term social isolation in sheep and goats. *Appl. Anim. Ethol.*, 6:331-339.
31. Reby, D., McComb, K., 2003. Anatomical constraints generate honesty: acoustic cues to age and weight in the roars of red deer stags. *Anim. Behav.* 65, 519-530.
32. Reby, D., McComb, K., Cargnelutti, B., Darwin, C., Fitch, T. W., Clutton-Brock, T., 2005. Red deer stags use formants as assessment cues during intrasexual agonistic interactions. *Proc. R. Soc. B*, 272, 941- 947.
33. Riters, L., Teague, D.P., Schroeder, B., Cummings, S.E., 2004. Vocal production in different social contexts relates to variation in immediate early gene immunoreactivity within and outside of the song control system. *Behav. Brain Res.* 155, 307-318.
34. Rutter, M.S., 2004. Comportamiento de Ovejas y Cabras. En: Jensen, P. (Editor), *Etología de los Animales Domésticos*, Acirbia, S.A. Zaragoza, España. pp:153-168.
35. Searby, A., Jouventin, P., 2003. Mother-lamb acoustic recognition in sheep: a frequency coding. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 270, 1765-1771.

36. Semple, S., McComb, K., 2000. Perception of female reproductive state from vocal cues in a mammal species. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 267, 707-712.
37. Senger, P.L., 1994. The estrus detection problem: new concepts, technologies and possibilities. *J. Dairy Sci.* 77, 2745-2753.
38. Schön, P.C., Hämel, K., Puppe, B., Tuchscherer, A., Kanitz, W., Manteuffel, G., 2007. Altered vocalization rate during the estrous cycle in cattle. *J. Dairy Sci.*, 90: 202-206.
39. Scrader, L., Todt, D., 1998. Vocal quality is correlated with levels of stress hormones in domestic pigs. *Ethology*, 104, 859-876.
40. Sistema de información agroalimentaria de consulta. México. (2003; septiembre; citado 2007 julio)  
<http://www.siae.sagarpa.gob.mx/sistema/siacon/SIACON.htm>
41. Sisto, A.B.M. 2004. Etología aplicada en los caprinos. En: Galindo, M.F.A., Orihuela, T.A. (Editores). *Etología Aplicada*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 147-160.
42. Syka, J., Popelár, J., Kvasnak, E., Suta, D. 1997. Processing of vocalization signal in neurons of the inferior colliculus and medial geniculate body. En: Poon, W.F.P. and Brugge, F.J., *Central Auditory processing and Neural Modeling*. Plenum Press. New York, E.U.
43. Terrazas, A., Serafin, N., Hernández, H., Nowak, R., Poidron, P. 2003. Early recognition of newborn goat kids by their mother: II. Auditory recognition and evidence of an acoustic signature in the neonate. *Dev. Psychobiol*, 43: 311-320.
44. Theunissen, F., Shaevitz, S. 2006. Auditory processing of vocal sounds in birds. *Current Opinion in Neurobiology*, 16: 400-407.
45. Vannoni, E., Torriani, V.G.M., Mcelligott, G.A. 2005. Acoustic signaling in cervids: a methodological approach for measuring vocal communication in fallow deer. *Cogn, Brain, Behavior*, IX, No. 3, 551-565.
46. Walser, E.E.S. 1986. Recognition of the sow's voice by neonatal piglets. *Behaviour*, 99, 177-188.

47. Watts, M.J. and Stookey, M.J. 2000. Vocal behaviour in cattle: the animal's commentary on its biological processes and welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 67,15-13.
48. Watts, M.J, Stookey, M.J 2001. The propensity of cattle to vocalise during handling and isolation is affected by phenotype. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 74, 81-95.
49. Weary, M.D., Lawson, L.G., Thomson, K.B. 1996. Sows show stronger responses to isolation calls of piglets associated with greater levels of piglet need. *Anim. Behav.* 52, 1247-1253.
50. Yeon, C.S., Jeon, H.J., Houpt, A.K., Chang, H.H., Lee, C.H., Lee, H.J. 2006. Acoustic features of vocalizations of Korean native cows (*Bos taurus coreana*) in two different conditions. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 101, 1-9.

## ANEXOS

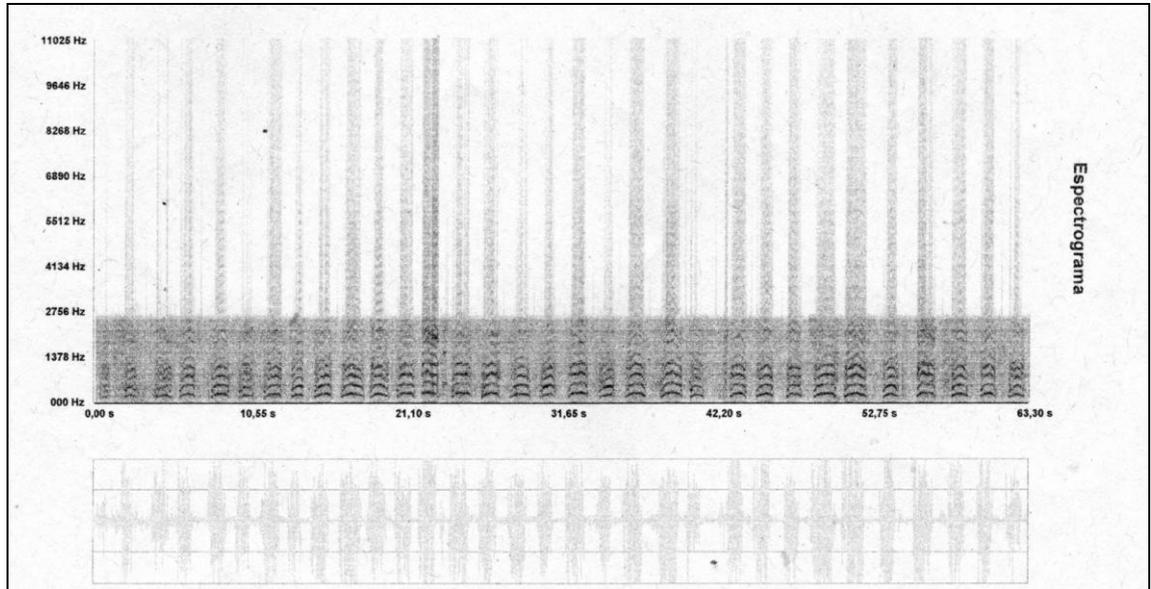
Anexo 1. Representación grafica de la frecuencia fundamental e Intensidad de las vocalizaciones emitidas durante el aislamiento Social.



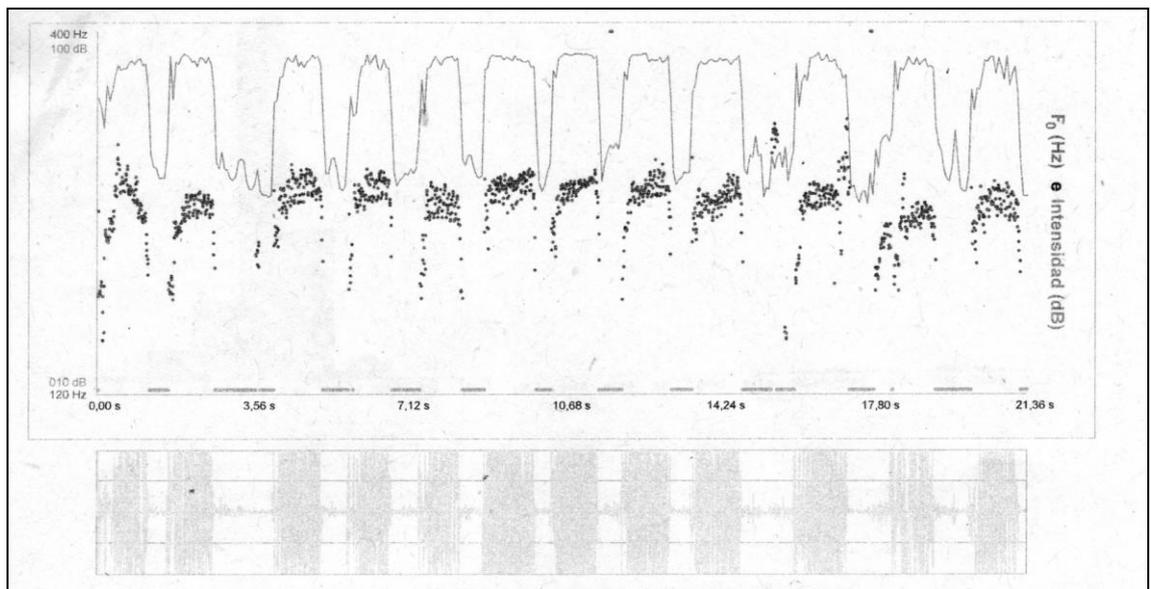
Anexo 2. Análisis estadístico del programa Vox Metria para las vocalizaciones emitidas en aislamiento social.

Estadísticas			
(de 0,00s hasta 351,77s)			
Moda $F_0$ :	278,97 Hz	Media Intensidad:	76,72 dB
Media $F_0$ :	247,06 Hz	Minima Intensidad:	53,81 dB
$F_0$ Mínima:	63,45 Hz	Máxima Intensidad:	91,87 dB
$F_0$ Máxima:	781,30 Hz	Desvío Padrón Int.:	7,32 dB
Desvío Padrón $F_0$ :	28,99 Hz		
Porcentaje de Tiempo con Voz:	59,46%		
Porcentaje de Tiempo sin Voz:	40,54%		
Porcentaje de Tiempo de Sonido:	100,00%		
Porcentaje de Tiempo de Silencio:	0,00%		
Variabilidad de $F_0$ :	717,84 Hz	43 semitonos	

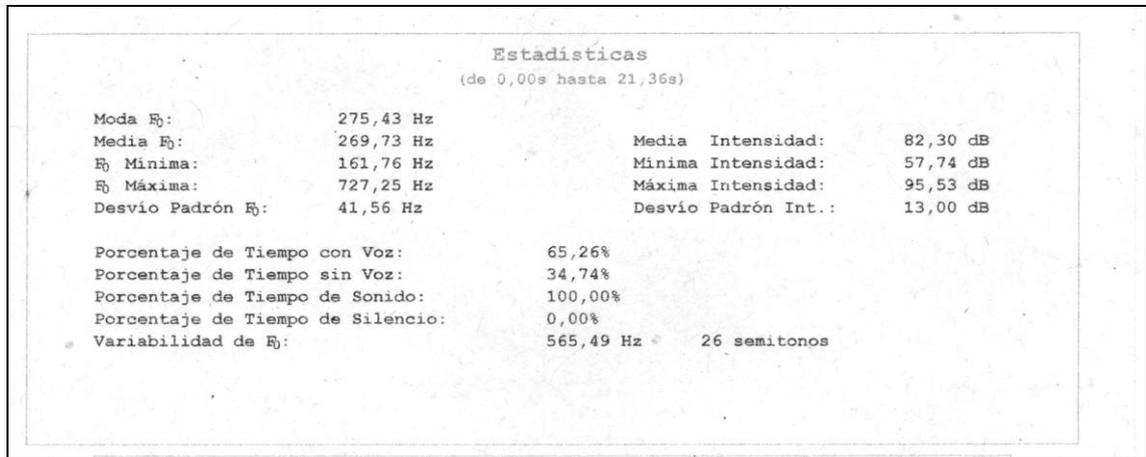
Anexo 3. Espectrograma de las vocalizaciones altas emitidas durante el aislamiento social.



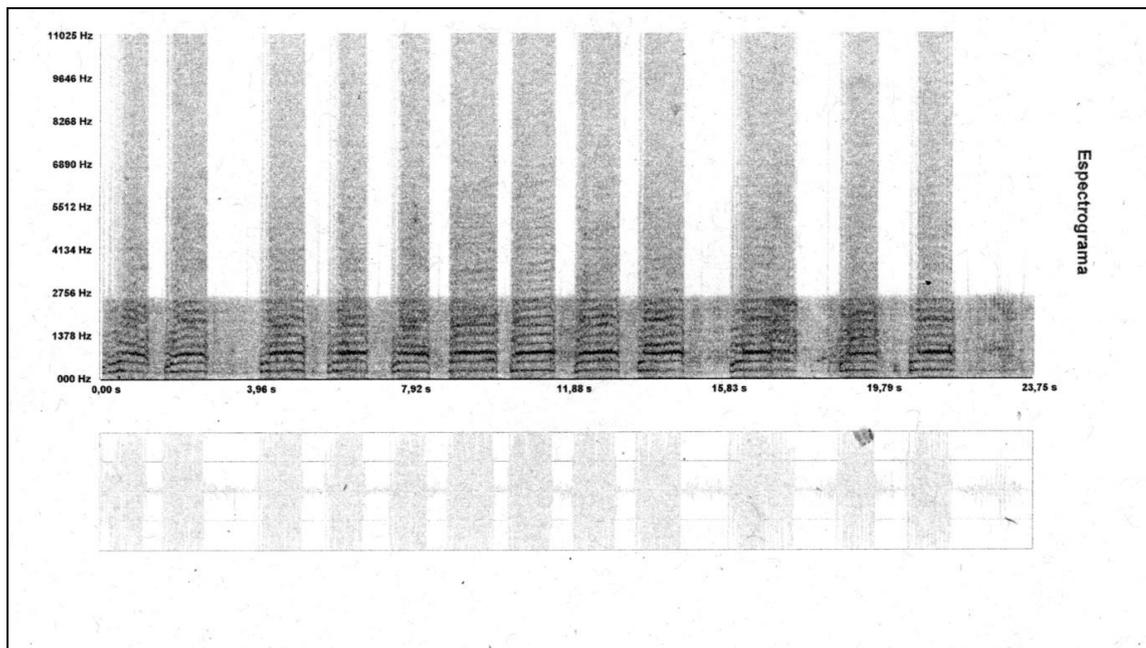
Anexo 4. Representación grafica de la Frecuencia Fundamental e Intensidad de las vocalizaciones emitidas durante el aislamiento Estro.



Anexo 5. Análisis estadístico del programa Vox Metria para las vocalizaciones emitidas en estro.



Anexo 6. Espectrograma de las vocalizaciones emitidas durante el estro.



Anexo 7. Archivo de sonido 1: vocalizaciones de cabras en estro.

Anexo 8. Archivo de sonido 2: vocalizaciones de cabras en aislamiento social.

\*Consultar archivo de sonido anexo en el CD.