



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

FACULTAD DE MEDICINA

BIOLOGÍA EXPERIMENTAL

**EFFECTOS ENDOCRINOS Y EMOCIONALES DE POSIBLES FEROMONAS
MASCULINAS SOBRE LA COMPETENCIA INTRASEXUAL EN EL HOMBRE**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

JAVIER IVÁN BORRÁZ LEÓN

TUTORA PRINCIPAL DE TESIS:

Dra. ANA LILIA CERDA MOLINA
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS, UNAM

COMITÉ TUTOR:

Dra. MARÍA ESTHER CRUZ BELTRÁN
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS, UNAM

Dra. LUCÍA ALBA MARTÍNEZ MOTA
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS, UNAM

MÉXICO, D.F. MAYO 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

FACULTAD DE MEDICINA

BIOLOGÍA EXPERIMENTAL

**EFFECTOS ENDOCRINOS Y EMOCIONALES DE POSIBLES FEROMONAS
MASCULINAS SOBRE LA COMPETENCIA INTRASEXUAL EN EL HOMBRE**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

JAVIER IVÁN BORRÁZ LEÓN

TUTORA PRINCIPAL DE TESIS:

Dra. ANA LILIA CERDA MOLINA
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS, UNAM

COMITÉ TUTOR:

Dra. MARÍA ESTHER CRUZ BELTRÁN
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS, UNAM

Dra. LUCÍA ALBA MARTÍNEZ MOTA
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS, UNAM

MÉXICO, D.F. MAYO 2014

Dr. Isidro Ávila Martínez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Me permito informar a usted que el Subcomité de Biología Experimental y Biomedicina del Posgrado en Ciencias Biológicas, en su sesión ordinaria del día 17 de febrero de 2014, aprobó el jurado para la presentación de su examen para obtener el de grado de **MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** del alumno **BORRÁZ LEÓN JAVIER IVÁN** con número de cuenta **407082300**, con la tesis titulada **"EFECTOS ENDOCRINOS Y EMOCIONALES DE POSIBLES FEROMONAS MASCULINAS SOBRE LA COMPETENCIA INTRASEXUAL EN EL HOMBRE"**, realizada bajo la dirección de la DRA. ANA LILIA CERDA MOLINA:

Presidente: DR. MARCO ANTONIO CERBÓN CERVANTES
Vocal: DR. CARLOS RAFAEL CORDERO MACEDO
Secretario: DRA. MARÍA ESTHER CRUZ BELTRÁN
Suplente: DR. JUAN PABLO MÉNDEZ BLANCO
Suplente: DRA. LUCÍA ALBA MARTÍNEZ MOTA

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 01 de abril de 2014

M. del Coro Arizmendi

DRA. MARÍA DEL CORO ARIZMENDI ARRIAGA
COORDINADORA DEL PROGRAMA



Agradecimientos

Agradezco enormemente al Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM, por darme la oportunidad de continuar preparándome en la máxima casa de estudios.

También quiero agradecer al CONACyT por la beca que me fue otorgada a lo largo de la maestría (No de beca: 270074). Gracias por apoyar e impulsar a los estudiantes de posgrado.

Quiero agradecer a mi tutora la Dra. Ana Lilia Cerda Molina por la ayuda recibida a lo largo de estos años, por sus consejos, su amistad, su dedicación y por cada uno de los conocimientos que me ha regalado. Gracias por guiarme y formarme.

Agradezco a los miembros de mi Comité Tutor, la Dra. María Esther Cruz Beltrán y la Dra. Lucía Alba Martínez Mota, por cada momento que se tomaron para leer con detalle mi tesis, por hacerme valiosos comentarios y por aportar significativas recomendaciones. Finalmente les agradezco a los miembros de mi Jurado de Examen por sus comentarios y recomendaciones sobre la misma, Dr. Marco Antonio Cerbón Cervantes, Dr. Carlos Rafael Cordero Macedo y Dr. Juan Pablo Méndez Mota.

...A mis padres

Índice

Resumen.....	1
Introducción	5
1. Marco teórico.....	8
1.1 Comunicaciones biológicas	8
1.2 Feromonas.....	8
1.3 El órgano vomeronasal y las feromonas en los mamíferos.....	9
1.4 El órgano vomeronasal y las feromonas en humanos	12
1.5 Feromonas en humanos, efectos neuroendocrinos y en el humor	14
1.6 Testosterona, conducta y la “hipótesis de la doble hormona”	16
1.7 El aroma corporal y la elección de pareja	17
1.8 El aroma corporal, simetría facial y atracción en los humanos.....	18
1.9 La “hipótesis recalibracional”	19
2. Planteamiento del problema.....	21
3. Hipótesis.....	23
4. Predicciones	23
5. Objetivos	24
5.1 Objetivo general.....	24
5.2 Objetivos particulares	24
6. Métodos	25
6.1 Reclutamiento de voluntarios	25
6.2 Obtención de las fotografías	25
6.3 Medición de la simetría facial	25
6.4 Obtención de estímulo olfativo.....	26
6.5 Procedimiento experimental.....	27
6.6 Cuantificación de la concentración de testosterona y cortisol en saliva	28
6.7 Análisis estadístico	28
6.8 Consideraciones éticas	29
7. Resultados	30
7.1 Mediciones de simetría facial.....	30
7.2 Cuantificación de testosterona	30

7.3 Cuantificación de cortisol.....	31
7.4 Evaluación del aroma corporal.....	31
7.5 Efecto del estímulo sobre el cambio en la concentración de testosterona.....	34
7.6 Efecto del estímulo sobre el cambio en la concentración de cortisol.....	35
7.7 Efecto del grado de simetría facial de los evaluadores y del estímulo recibido sobre el cambio en la concentración de testosterona.....	35
7.8 Efecto del grado de simetría facial de los evaluadores y del estímulo recibido sobre la concentración de cortisol.....	37
7.9 Efecto de la competitividad, la dominancia y la asertividad de los evaluadores y del estímulo recibido sobre el cambio en la concentración de testosterona.....	38
7.9.1 Efecto de la competitividad, la dominancia y la asertividad de los evaluadores y del estímulo recibido sobre el cambio en la concentración de cortisol	40
8. Discusión	45
9. Conclusiones.....	52
10. Referencias.....	53
11. Anexo.....	70

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos de las muestras pre-estímulo y post-estímulo de testosterona transformados a log10 (n=100).

Cuadro 2. Estadísticos descriptivos de las muestras pre-estímulo y post-estímulo de cortisol (n=100).

Índice de Figuras

Figura 1. Principales conexiones eferentes neurales del sistema olfatorio principal y del sistema olfatorio accesorio o del órgano vomeronasal (OVN).

Figura 2. Diagrama esquemático que muestra la ubicación aproximada del OVN en la base del tabique nasal.

Figura 3. Líneas trazadas para calcular la asimetría facial (AF).

Figura 4. Media \pm e.e.m. de la calificación de “Familiar” otorgada por los evaluadores a los diferentes estímulos.

Figura 5. Media \pm e.e.m. de la calificación de “Agradable” otorgada por los evaluadores a los diferentes estímulos.

Figura 6. Media \pm e.e.m. de la calificación de “Masculino” otorgada por los evaluadores a los diferentes estímulos.

Figura 7. Media \pm e.e.m. de la concentración de testosterona de hombres (n=100) antes (pre-estímulo) y 15 minutos después (post-estímulo) de haber percibido una camiseta usada por un individuo asimétrico, uno simétrico y una camiseta sin usar como grupo control.

Figura 8. Media \pm e.e.m. de la concentración de cortisol de hombres (n=100) antes (pre-estímulo) y 15 minutos después (post-estímulo) de haber percibido una camiseta usada por un individuo asimétrico, uno simétrico y una camiseta sin usar como grupo control.

Figura 9. Media \pm e.e.m. de la concentración de testosterona de hombres simétricos (n=58) antes (pre-estímulo) y 15 minutos después (post-estímulo) de haber percibido una camiseta usada por un individuo asimétrico, uno simétrico y una camiseta sin usar como grupo control.

Figura 10. Media \pm e.e.m. de la concentración de cortisol de hombres simétricos (n=58) antes (pre-estímulo) y 15 minutos después (post-estímulo) de haber percibido una camiseta usada por un individuo asimétrico, uno simétrico y una camiseta sin usar como grupo control.

Figura 11. Media \pm e.e.m. de la concentración de testosterona de hombres dominantes (n=53) antes (pre-estímulo) y 15 minutos después (post-estímulo) de haber percibido una camiseta usada por un individuo asimétrico, uno simétrico y una camiseta sin usar como grupo control.

Figura 12. Media \pm e.e.m. de la concentración de testosterona de hombres asertivos (n=42) antes (pre-estímulo) y 15 minutos después (post-estímulo) de haber percibido una camiseta usada por un individuo asimétrico, uno simétrico y una camiseta sin usar como grupo control.

Figura 13. Media \pm e.e.m. de la concentración de cortisol de hombres competitivos (n=46) antes (pre-estímulo) y 15 minutos después (post-estímulo) de haber percibido una camiseta usada por un individuo asimétrico, uno simétrico y una camiseta sin usar como grupo control.

Figura 14a. Media \pm e.e.m. de la concentración de cortisol de hombres subordinados (n=47) antes (pre-estímulo) y 15 minutos después (post-estímulo) de haber percibido una camiseta usada por un individuo asimétrico, uno simétrico y una camiseta sin usar como grupo control.

Figura 14b. Media \pm e.e.m. de la concentración de cortisol de hombres dominantes (n=53) antes (pre-estímulo) y 15 minutos después (post-estímulo) de haber percibido una camiseta usada por un individuo asimétrico, uno simétrico y una camiseta sin usar como grupo control.

Figura 15. Media \pm e.e.m. de la concentración de cortisol de hombres asertivos (n=46) antes (pre-estímulo) y 15 minutos después (post-estímulo) de haber percibido una camiseta usada por un individuo asimétrico, uno simétrico y una camiseta sin usar como grupo control.

Resumen

La competencia intrasexual implica todas aquellas estrategias de competencia entre los miembros del mismo sexo que les permita incrementar su éxito reproductivo. En el humano, la exhibición de recursos o la identificación de posible rivales mediante la evaluación de rasgos físicos, son estrategias que han evolucionado como mecanismos de competencia indirecta. Algunos animales utilizan feromonas para delimitar territorio, atraer parejas sexuales o alejar competidores. Al igual que en otras especies animales, se han aislado múltiples compuestos químicos con acción similar a feromonas a partir del aroma axilar humano (p. ej. androstadienona, androstenol, etc.), los cuales producen efectos conductuales y endocrinos en los individuos que los perciben. Por ejemplo, se ha mostrado que las mujeres incrementan su libido sexual y la concentración de algunas hormonas esteroides cuando perciben aromas axilares masculinos, especialmente si dichos aromas provienen de individuos simétricos. Sin embargo, a la fecha no se han estudiado los efectos endocrinos ni la capacidad de identificar posibles rivales mediante el aroma corporal en hombres, como una posible estrategia de competencia intrasexual indirecta. Al respecto, la “hipótesis de la doble hormona” sugiere que los individuos que ganan una competencia por dominancia o liderazgo incrementan su concentración de testosterona y tienen una mayor motivación para seguir compitiendo, siempre y cuando su concentración de cortisol sea baja.

El objetivo del presente estudio fue analizar, el efecto que produce el aroma corporal proveniente de individuos simétricos y asimétricos sobre la concentración de testosterona y de cortisol en otros hombres, así como evaluar la capacidad para identificar posibles rivales utilizando únicamente el aroma axilar. Esperábamos que un incremento en la testosterona (pero no en el cortisol) fuese indicativo de una motivación por competir al detectar a un posible rival.

Se trabajó con 100 voluntarios hombres heterosexuales con una media de edad de 21.44 años, los cuales percibieron aleatoriamente y de manera individual el aroma axilar contenido en camisetas usadas por hombres simétricos y asimétricos, (se usó una

camiseta nueva como control). Cada voluntario receptor donó dos muestras de saliva, la primera se colectó antes del estímulo y la segunda 15 minutos después; mediante estas muestras se cuantificaron las concentraciones de testosterona y cortisol con la técnica de ELISA. Además, cada voluntario contestó tres cuestionarios para evaluar su grado de dominancia, de asertividad y de competitividad, con la finalidad de estudiar si los cambios en dichas hormonas dependían de algunos aspectos de la personalidad. Finalmente a cada voluntario receptor se le tomó una fotografía de frente y con el rostro sereno para determinar su grado de simetría facial y así evaluar el efecto de este rasgo en los cambios hormonales observados.

Se encontró que los individuos simétricos, dominantes y asertivos que percibieron el aroma axilar proveniente de un hombre asimétrico tuvieron un decremento significativo tanto en su concentración de testosterona como de cortisol. Mientras que los individuos competitivos solo tuvieron un decremento en su concentración de cortisol al percibir el aroma del mismo sujeto. Por el contrario, el aroma axilar proveniente de los individuos simétricos, produjo un incremento estadísticamente no significativo en la concentración de cortisol en los receptores subordinados y en los asertivos.

Desde la perspectiva de la “hipótesis de la doble hormona”, el decremento en la concentración de testosterona y de cortisol observada en los individuos simétricos, dominantes y asertivos después de percibir el aroma de un individuo asimétrico, nos permite sugerir que estos sujetos podrían presentar una desmotivación para competir. Por el contrario, al no observar cambio en la concentración de dichas hormonas al percibir el aroma axilar de un individuo simétrico, sugerimos que los individuos receptores no lo identifican como posible rival y por lo tanto no hay una motivación para competir, de tal manera que el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas y el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal encargados de la regulación de la secreción de testosterona y del cortisol respectivamente, no son estimulados. El presente estudio ofrece la primera evidencia directa del efecto endocrino que produce el aroma corporal axilar masculino con relación a la motivación por competir con otros individuos, así como el papel que tiene la simetría facial como moduladora de dichos efectos en los hombres.

Abstract

Intrasexual competition involves all the competitive strategies that enable members of the same sex to increase their reproductive success. In humans, the display of resources or identifying possible rivals by evaluating physical traits, are strategies that have been developed as mechanisms of indirect competition. Some animals use pheromones to mark territory, attract sexual partners or to remove competitors. As in other animal species, multiple chemical compounds with similar action to pheromone from human armpit scent have been isolated (e. g. androstadienone, androstenol, etc.), these compounds produce behavioral and endocrine effects in individuals that perceived them. For example, it has been shown that female increase their sexual libido and the concentration of certain steroid hormones when they perceive male armpit aromas, especially if these aromas derived from symmetrical individuals. However, to date, endocrine effects and the ability to identify potential rivals by using body scent on men have not been studied as a possible strategy of indirect intrasexual competition. In this regard, the "dual-hormone hypothesis" suggests that individuals who win a competition for dominance or leadership increase their testosterone levels and have greater motivation to continue competing as long as the concentration of cortisol is low.

The aim of this study was to observe the effect produced by the body scent from symmetric and asymmetric individuals on testosterone and cortisol levels in men and to assess the ability to identify potential rivals using only armpit aroma. We expected that testosterone increase (but not cortisol) as an indicative of a motivation to compete through the detection of a possible opponent.

We worked with 100 voluntary heterosexual men with a mean age of 21.26 years. They were exposed at random to the scent of a T-shirt worn by symmetrical and asymmetrical men, (a new T-shirt was used as control). Each volunteer donated two saliva samples; the first was collected before odor stimulus and the second 15 minutes later. Saliva samples were used to measure the levels of testosterone and cortisol by means of ELISA technique. In addition, each volunteer answered three questionnaires to assess their

degree of dominance, assertiveness and competitiveness in order to study whether changes in these hormones depended on some aspects of personality. Finally, each recipient was photographed by the front and calm face to determine their degree of facial symmetry and to evaluate the effect of this trait on hormonal changes observed.

Results showed that symmetric, dominant and assertive individuals that perceived the scents from an asymmetric man had a significant decrease in the concentration of testosterone and cortisol; whereas competitive individuals had only a decrease in the concentration of cortisol. On the other side, the scent of symmetrical donors produced an increase in the concentration of cortisol in the subordinate and assertive recipient, although it was not significant.

From the perspective of the "dual-hormone hypothesis", the decrease in the concentration of testosterone and cortisol observed in symmetrical individuals after the scent of an asymmetric individual, allows us to suggest that symmetrical men could not present a motivation to compete. Conversely, the change in concentration of such hormones to discern the armpit aroma of symmetrical individual suggest that individual receptors did not identify them as possible rival, so that there is no motivation to compete. This result suggests that hypothalamus-pituitary-gonadal axis and the hypothalamic-pituitary -adrenal axis, responsible for the regulation of testosterone and cortisol, respectively, are not stimulated. This study provides the first direct evidence of the endocrine effect produced by body armpit male scent in relation to motivation to compete with other individuals as well as the role that facial symmetry as a modulator of these effects in men.

Introducción

Darwin (1871) señaló que las diferencias sexuales en la morfología fueron moldeadas por selección sexual con la finalidad de atraer parejas (competencia intersexual) o de intimidar posibles rivales (competencia intrasexual) (Andersson, 1994). De esta manera los caracteres sexuales extravagantes que caracterizan el dimorfismo sexual de algunos mamíferos han evolucionado como resultado de la competencia directa entre los machos, mientras que en otras especies evolucionaron como un elemento de despliegue vistoso, que afecta la elección de pareja. Una consecuencia de la competencia entre los machos es que la selección también ha favorecido la evolución de caracteres conductuales que les permitan a los individuos lograr determinados objetivos (p. ej. autoprotección, conseguir pareja, ganar y defender el estatus social, etc.).

En especies donde machos y hembras invierten recursos en la crianza de su descendencia de manera similar (p. ej. caballitos de mar, humanos, etc.), las formas en las que opera la selección sexual son menos intensas (Clutton-Brock y Vincent, 1991). En humanos, por ejemplo, la elección de pareja por parte de las mujeres está influida por diversas características tanto físicas como conductuales, las cuales pueden variar en mayor o menor medida entre las distintas sociedades alrededor del mundo (Chagnon, 1988; Gangestad y Buss, 1993; Buss, 1994). Entre las más importantes están, el atractivo físico, la simetría facial y corporal (Gangestad y col., 1994; Perrett y col., 1999; Penton-Voak y col., 2001; Fink y col., 2006), el estatus social (DeWall y Maner, 2008), la personalidad (Little y col., 2006), la salud (Jones y col., 2005; Fink y col., 2006), el estado emocional (O'Doherty y col., 2003) y la inteligencia (Kanazawa, 2011). Algunos de estos autores han argumentado que dichas preferencias otorgan beneficios genéticos y sociales a las mujeres y a su descendencia (Thornhill y Palmer, 2000).

Puts (2010) sugiere que, en la actualidad, el mecanismo de competencia intrasexual en los humanos se ha reducido en comparación con las sociedades ancestrales. Por tal motivo, hoy en día los hombres no se enfrentan directamente entre ellos para ganar territorio, alimento o parejas sexuales (ver von Rueden y col., 2008 para algunas excepciones). No

obstante, podrían competir de manera indirecta para adquirir una buena posición social y aceptación entre las mujeres (Mazur, 1973; Cunningham y col., 1990; Regan y col., 2000).

Al respecto, se ha observado que en los humanos, al igual que en otras especies animales, la testosterona y el cortisol pueden modular diversas conductas relacionadas con la capacidad competitiva tales como la dominancia y la asertividad (Mehta y Josephs, 2010). De tal manera que la posesión de algún mecanismo que a los hombres les permita reconocer en otros hombres atributos físicos o de personalidad que las mujeres consideran atractivos, podría resultar ventajosa en términos de competencia intrasexual indirecta. De acuerdo con Sell y col. (2009), los individuos poseen sistemas cognitivos y visuales que les permiten hacer estas evaluaciones. En los humanos, algunos de los caracteres que podrían ser objeto de dicha evaluación son por ejemplo, la estatura, la fuerza física, la dominancia social (entendida como un rasgo de personalidad), el atractivo físico (como elemento de autoconfianza), la simetría facial y corporal, la masculinidad y el estado de salud.

En términos de adaptación, la habilidad de un individuo para reconocer en otros, aquellos rasgos que señalen ser un rival potencial, tendría repercusiones en la reducción de los costos de elegir o no competir por una pareja (Puts y col., 2007).

En este contexto, los rostros humanos juegan un papel importante en la expresión de diferentes estados emocionales que facilitan las interacciones sociales y la comunicación entre individuos (Zaidel y col., 1995; Hess y col., 2007). Al respecto, Borráz-León (2011) mostró que los hombres son capaces de identificar en los rostros de otros hombres características que las mujeres consideran atractivas, tales como simetría facial y asertividad (estrategia de comunicación que se encuentra entre dos conductas que resultan opuestas, pasividad y agresividad). Dado que dicha capacidad podría contribuir a ganar las competencias intrasexuales, éstas podrían estar actuando como una presión de selección a favor de la habilidad para estimar el atractivo de un rival potencial.

Por otra parte, existe evidencia que muestra que el humano usa señales olfativas y visuales al momento de evaluar a otro individuo (Rikowski y Grammer, 1999). Por

ejemplo, las feromonas contenidas en el aroma corporal de los humanos tienen una función definida, pues activan respuestas fisiológicas y conductuales bajo determinados contextos, de manera similar al efecto que producen las feromonas de diversos animales.

Las feromonas masculinas obtenidas a partir de secreciones corporales, promueven estados de relajación y de excitación sexual en mujeres, además de incrementar la secreción de estrógenos y de la hormona luteinizante (LH, por sus siglas en inglés), mientras que disminuye esta respuesta en los hombres (Bensafi y col., 2003). Por el contrario, en los hombres las feromonas femeninas producen un incremento en el ritmo cardiaco, en la temperatura y un aumento en el deseo sexual, frecuentemente acompañado de una mayor secreción de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH, por sus siglas en inglés) (Kirk-Smith y col., 1978; Shinohara y col., 2001; Preti y col., 2003).

De igual manera, está ampliamente documentado que el aroma corporal de mujeres que se encuentran en la fase fértil de su ciclo menstrual resulta muy atractivo a los hombres, además de producir un incremento en la concentración de testosterona circulante o de alguno de sus metabolitos (Savic y col., 2001; Cornwell y col., 2004; Cerda-Molina y col., 2013).

Dado lo anterior, resulta viable pensar que los hombres podrían experimentar cambios endocrinos y de personalidad asociados con la precepción de aromas corporales provenientes de otros hombres.

1. Marco teórico

1.1 Comunicaciones biológicas

La comunicación biológica ocurre cuando un animal emite señales ya sea de tipo gestual, sonoras, conductuales o químicas, que son reconocidas por el animal receptor y que dan origen a un cambio en el comportamiento de dicho organismo (Agosta, 1992). Los seres vivos utilizan diversas formas de comunicación en función de la señal que se quiera enviar. Las señales pueden ser de alarma, de delimitación territorial, para cortejos sexuales vinculados con la reproducción, etc., (Dawkins, 1995). Al respecto, una de las señales químicas más importantes por su funcionalidad durante el proceso reproductivo son las feromonas.

1.2 Feromonas

Se define como feromona a las sustancias químicas volátiles que son secretadas por un individuo hacia el ambiente y percibidas por otro de la misma especie, en el cual se estimula un cambio en el comportamiento, generalmente acompañado de un efecto neuroendocrino (Karlson y Lüscher, 1959; Halpern y Martinez-Marcos, 2003). Según Thorne y col. (2002) las feromonas son ecto-hormonas, es decir, mensajeros químicos que son transportados fuera del cuerpo y que tienen el potencial de evocar ciertas respuestas en otro individuo de la misma especie.

McClintock (2000) clasifica a las feromonas en dos clases: 1) “Feromonas promotoras”, las cuales inducen cambios en el comportamiento a corto plazo, y parecen actuar como atractivos o repelentes, lo que depende del individuo receptor. 2) “Feromonas liberadoras”, producen cambios endocrinos y en el comportamiento a largo plazo, por medio de la activación del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal (HHA) y del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas (HHG).

1.3 El órgano vomeronasal y las feromonas en los mamíferos

En los mamíferos se describe un órgano especializado para la percepción de feromonas, llamado órgano vomeronasal (OVN), el cual forma parte del sistema olfatorio accesorio (SOA) (Singer, 1991). El SOA es un sistema quimiosensorial filogenéticamente ancestral en los vertebrados y es anatómica y funcionalmente distinto del sistema olfatorio principal (SOP), el cual es encargado de procesar el resto de los olores provenientes del ambiente (Wyatt, 2003). La ruta neural de ambos sistemas olfatorios es diferente. Las neuronas del SOP proyectan sus axones al bulbo olfatorio principal y de ahí se dirigen principalmente a la corteza olfatoria. Mientras que las neuronas del OVN se proyectan al bulbo olfatorio accesorio y de ahí a diferentes regiones del hipotálamo (Meredith, 1998; Tirindelli y col., 1998), (**Figura 1**). Entre estas regiones se encuentra la estría terminal, la cual controla al sistema neuroendocrino responsable del comportamiento sexual (Bartoshuk y Beauchamp, 1994).

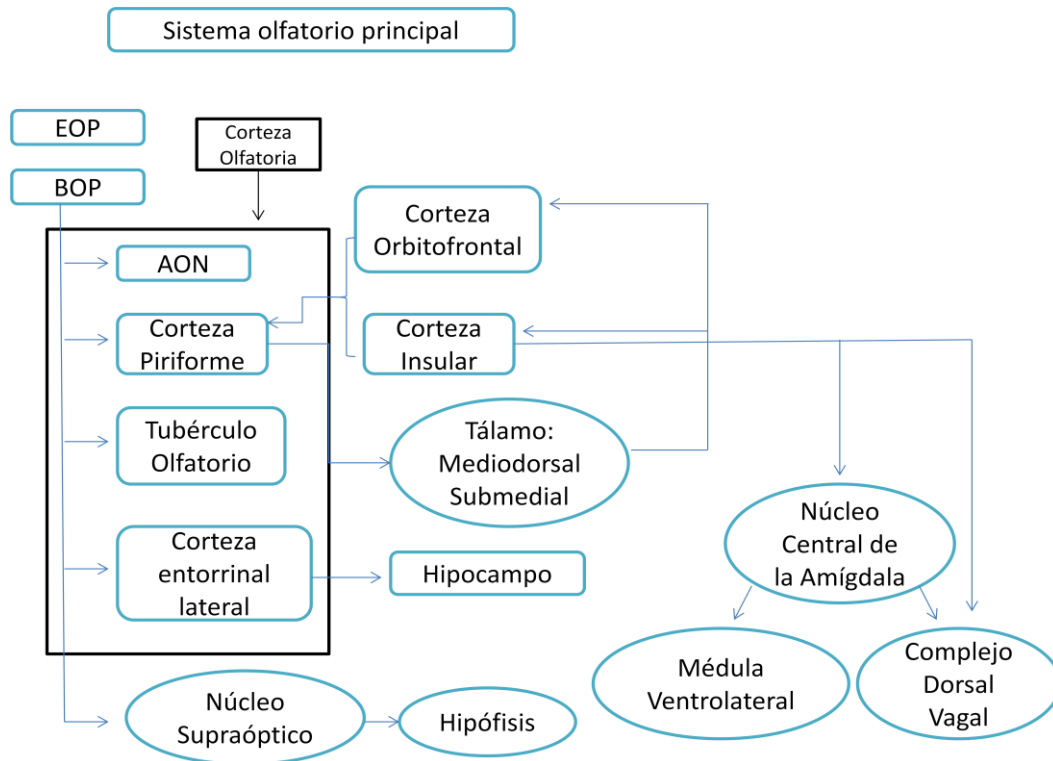
El OVN es un tubo bilateral similar a un órgano membranoso. Se encuentra localizado por debajo de la mucosa del septo nasal y se abre a la cavidad nasal mediante un pequeño orificio en el área antero-inferior, aproximadamente a dos centímetros de las narinas en la unión del cartílago nasal con el hueso vómer (Keverne, 1999). Si bien la literatura reporta la existencia de un OVN, en algunas personas no se ha logrado localizar el órgano en la edad adulta, mientras que en otras especies la localización y forma del OVN es diferente de la del ser humano (Bhatnagar y col., 2002).

Una vez que una feromona liberadora es percibida por sus receptores localizados en el OVN (V1R y V2R), se genera un impulso nervioso hacia el hipotálamo donde estimula la secreción de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH). La GnRH estimula a su vez la secreción de gonadotropinas (LH y FSH) en la hipófisis. En los vertebrados las gonadotropinas estimulan la secreción de hormonas gonadales: testosterona, estrógenos y progesterona. En roedores, se ha mostrado que además del hipotálamo, la información nerviosa generada por las células estimuladas por la feromona viaja hacia núcleos del sistema límbico, como el núcleo cortical medial y el posteromedial de la amígdala, y a la

parte caudal posteromedial de la cama nuclear de la estría terminal (pmBNST) (Fernandez-Fewell y Meredith, 1998).

Los efectos de las feromonas sobre la fisiología y la conducta están documentados en diversas especies de mamíferos (p. ej. carnívoros, roedores y lagomorfos) (Wyatt, 2003). Un ejemplo es la afrodisina –una feromona aislada del hámster hembra– la cual actúa como un poderoso estimulante del OVN en el macho al provocar conductas de monta y un aumento en la concentración de andrógenos (Singer y col., 1987; Singer y Macrides, 1990).

Cuando el OVN es removido en ratones machos, se observa una marcada inhibición de su agresividad, lo que implica la participación de dicho órgano en la exhibición de esta conducta (Maruniak y col., 1986), resultados similares han sido reportados para el lémur (Aujard, 1997). A pesar de haberse demostrado que el OVN es indispensable para la percepción de feromonas en algunas especies, hay otras en las cuales, se ha demostrado su percepción aún en ausencia de dicho órgano.



Sistema Olfatorio Accesorio

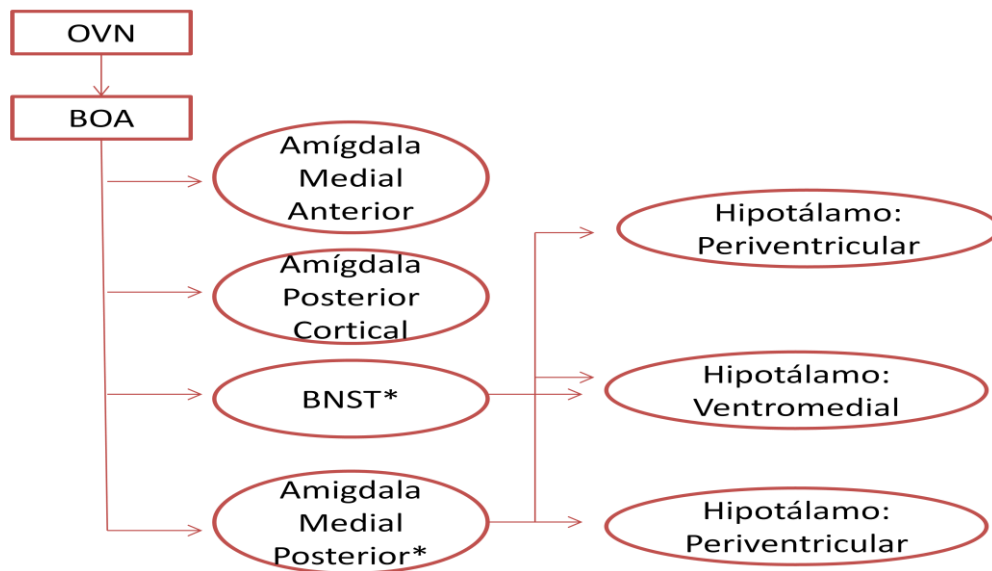


Figura 1. Principales conexiones eferentes neurales del sistema olfatorio principal y del sistema olfatorio accesorio o del órgano vomeronasal. En el primero, los rectángulos indican regiones corticales y los óvalos regiones subcorticales. *Núcleos sexualmente dimórficos. EOP: Epitelio olfatorio principal; BOP: Bulbo olfatorio principal; OVN: Órgano vomeronasal; BOA: Bulbo olfatorio accesorio; BNST: Cama nuclear de la estría terminal. Tomado de Mclean y Shipley (1992).

1.4 El órgano vomeronasal y las feromonas en humanos

Monti-Bloch y col. (1994, 1998a, 1998b) mostraron la funcionalidad del OVN en adultos mediante la administración de pulsos de sustancias quimiosensoriales tales como las vomeroferinas –feromonas sintéticas detectadas específicamente por el OVN–. En dichos estudios, las vomeroferinas fueron administradas a través de una corriente continua de aire desde la punta de una mini sonda multifuncional y fueron captadas por un electrodo colocado en la superficie del OVN. Monti-Bloch y col. (1998b) mostraron que las células del OVN presentaron actividad eléctrica al ser estimuladas con vomeroferinas, comparadas con células que no fueron estimuladas. De igual manera, se mostraron cambios en la presión sanguínea y en la concentración de testosterona (Monti-Bloch y col., 1998a).

A pesar de los trabajos de Monti-Bloch y col. (1994, 1998a, 1998b) la presencia y el funcionamiento del OVN y de las feromonas en los humanos han sido ampliamente cuestionados (McClintock, 1998; Trotier y col., 2000; Martínez-Marcos, 2001; Meredith, 2001; Greene y Kipen, 2002; Hays, 2003). Bhatnagar y col. (2002) estudiaron la presencia de una fosa vomeronasal discernible y una estructura similar a la del OVN en una posición comparable a la de otros mamíferos (**Figura 2**). Sin embargo, la estructura histológica de dicho órgano así como la presencia o ausencia de neuronas y conexiones neurales al cerebro se mantienen en discusión.

En parte la discusión se debe a que se describe como un órgano vestigial que sólo se visualiza durante el desarrollo embrionario y pocos trabajos lo describen en la etapa adulta. Por otra parte hay cirujanos plásticos que argumentan que es un órgano tan pequeño que se destruye al someterse a alguna cirugía (Halpern y Martínez-Marcos, 2003). Por su parte, Meredith (2001) mostró que dicho órgano está presente en los humanos, pero cuestiona la idea de que el epitelio vomeronasal tenga neuronas que lleven la información al cerebro.

Parte del debate sobre la funcionalidad del OVN es que la literatura reporta que los genes que codifican para la expresión de la familia de receptores vomeronasales también se

expresan en el sistema olfatorio principal, de manera tal que los efectos observados por las feromonas pueden presentarse independientemente de la existencia o no del OVN (Halpern y Martínez-Marcos, 2003).

La importancia de este hallazgo es que, a diferencia de las respuestas instintivas que ocurren en el órgano accesorio por su conexión directa con el hipotálamo, la información que se percibe por el SOP viaja primero a la corteza olfatoria, y posteriormente al hipotálamo, lo que implicaría probablemente respuestas menos condicionadas.

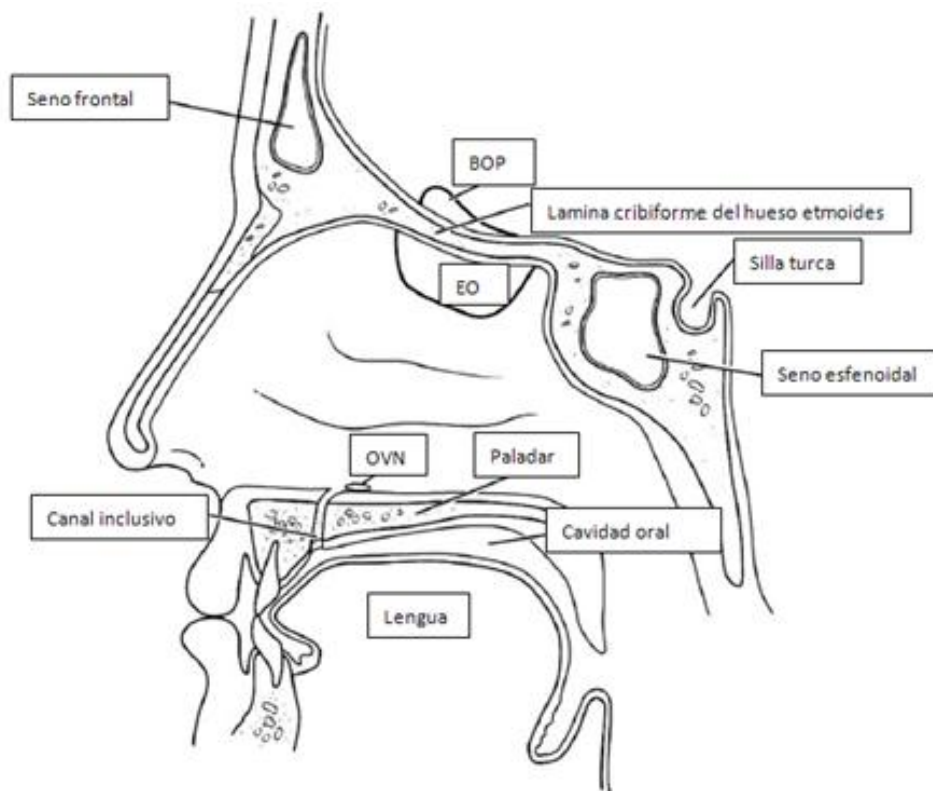


Figura 2. Diagrama esquemático que muestra la ubicación aproximada del órgano vomeronasal (OVN) en la base del tabique nasal. Abreviaturas: BOP, bulbo olfatorio principal; EO, epitelio olfativo. Tomado de Halpern y Martínez-Marcos (2003).

1.5 Feromonas en humanos, efectos neuroendocrinos y en el humor

Las feromonas humanas son producidas en las glándulas apócrinas que se localizan en la región axilar y púbica tanto en hombres como en mujeres. Según Grammer y col. (2005) las glándulas apócrinas son un órgano independiente de las glándulas sudoríparas que contribuyen a la producción del aroma en humanos. Durante la madurez sexual, las glándulas apócrinas producen secreciones de origen esteroide derivadas de los 16-androstenos como la androstenona y el androstenol vía testosterona (Brooksbank y col., 1972; Grammer, 1993). Dichas feromonas son sexo-específicas, es decir producen una respuesta específica dependiendo del sexo del receptor. Sin embargo, no se ha descartado la posibilidad de que las feromonas también ejerzan un efecto en individuos del mismo sexo.

Las primeras evidencias de los efectos de estos compuestos se describen desde el siglo pasado. Por ejemplo, Kirk-Smith y col. (1978) colocaron mascarillas impregnadas con androstenol a 12 individuos mientras calificaban fotografías de humanos, animales y objetos. Los autores mostraron que los voluntarios calificaron como más “amigables” y “agradables” las fotografías cuando percibían el androstenol en comparación con los que no recibían estímulo.

van Toller y col. (1983) mostraron que la conductancia de la piel aumentó en hombres y mujeres que estuvieron expuestos a la androstenona con respecto de los voluntarios no expuestos. Estos resultados proporcionan evidencia de los efectos fisiológicos que produce dicha feromona encontrada en las secreciones axilares. Por su parte, Grammer (1993) y Cornwell y col. (2004) mostraron que las mujeres prefieren el aroma de esta feromona en comparación con una solución control llamada aurantiol –químico con ligero aroma floral utilizado como base en la perfumería–.

Cutler y col. (1986) y Preti y col. (1986) sugirieron que la percepción de secreciones axilares tanto masculinas como femeninas influye en la duración y la frecuencia del ciclo menstrual. Por ejemplo, cuando una mujer percibe feromonas masculinas su ciclo se acorta, mientras que al percibir feromonas femeninas, su ciclo se alarga. Por su parte

Stern y McClintock (1998) mostraron que el ciclo menstrual de las mujeres receptoras se acortó cuando se les colocó bajo la nariz un compuesto extraído de la región axilar de mujeres en fase folicular, en cambio si el compuesto provenía de mujeres en la fase ovulatoria, el ciclo se alargó. Este estudio fundamentó el hecho de la sincronía de los ciclos menstruales en algunas mujeres. Más tarde Shinohara y col. (2001) replicaron estos resultados.

Estudios como los de McCoy y Pitino (2002) han mostrado un incremento en la respuesta sexual de mujeres medida a través de cuestionarios cuando fueron sometidas a estímulos olfativos con feromonas sintéticas. Sin embargo, los autores del estudio no analizaron si los efectos de las feromonas fueron mediados por el OVN, el SOP, o ambos (Wysocki y Preti, 2000). Preti y col. (2003), describieron que la percepción de secreciones axilares tanto de hombres como de mujeres, tienen la propiedad de modificar el estado de humor del receptor. Por ejemplo, la percepción de secreciones axilares masculinas en las mujeres produce un incremento de relajación y de buen humor, mientras que tienen un efecto contrario cuando dichas secreciones son percibidas por los hombres.

De igual manera, Savic y col. (2001) encontraron que a las mujeres estimuladas por vía olfatoria con 4,16-androstadien-3-ona se les activó el área antero-ventral hipotalámica, pero no el área olfatoria (amígdala, corteza insular, corteza orbitofrontal, etc.). En los hombres estimulados con estra-1,3,5 (10),-16-tetraen-3-ol también se activó el área antero-ventral del hipotálamo, no así la región olfatoria. En el estudio de Savic y col. (2001) el estímulo se proporcionó sin controlar si se estimulaba únicamente al OVN, por lo que el SOP también pudo haber sido estimulado (Halpern y Martinez-Marcos, 2003). Lo relevante del estudio de Savic y col. (2001) es que el dimorfismo sexual observado en la actividad del hipotálamo humano ante distintos estímulos olfativos, fue similar al descrito en diferentes roedores (Bressler y Baum, 1996; Halem y col., 1999).

Cerda-Molina y col. (2013) probaron que las secreciones axilares de mujeres en la fase periovulatoria del ciclo menstrual produjeron un incremento en la concentración de testosterona en los hombres que recibieron el estímulo olfativo. Resultados similares han

sido reportados por Miller y Maner (2010). Dichas respuestas sexo-específicas son utilizadas como un mecanismo para incrementar el éxito reproductivo al estimular la expresión de algunas conductas (p. ej. motivación para la búsqueda de pareja sexual, identificación de rivales potenciales, etc.).

En otros estudios como los de Bensafi y col. (2002, 2003), se expuso a hombres a compuestos sintéticos presentes en las glándulas axilares como el androstenol y la androstadienona y encontraron que, estos compuestos de origen androgénico, producen cambios de humor negativo, a diferencia de lo que ocurre cuando son expuestos a componentes derivados de estrógenos. Según Lündstrom y col. (2003) el umbral de detección de feromonas axilares de origen androgénico, es mayor en los hombres que en las mujeres. Sin embargo no se ha estudiado la relevancia de que los hombres puedan tener capacidad de respuesta olfatoria de un componente derivado de andrógenos.

1.6 Testosterona, conducta y la “hipótesis de la doble hormona”

La principal hormona sexual en los hombres es la testosterona. Esta hormona es secretada en altas concentraciones por los testículos durante la adolescencia y la adultez (Farkas, 1998). Se sabe que la testosterona puede ejercer funciones tanto a nivel periférico, como cerebral.

Una alta concentración de testosterona es capaz de llegar al sistema nervioso central y estimular conductas relacionadas con la dominancia, la agresividad y la competencia en diversos animales incluyendo al humano (Pelletier y col., 2003; Rowe y col., 2004; Mehta y col., 2009; Poisbleau y col., 2009). No obstante, estudios recientes muestran que la relación entre la concentración de testosterona y la expresión de conductas son dependientes del contexto (van der Meij y col., 2012; van Anders, 2013). Por ejemplo, van der Meij y col. (2012) mostraron que los hombres cuya concentración de testosterona es alta, presentan mayor frecuencia de conductas afiliativas en presencia de una mujer.

Sin embargo, no se ha estudiado cual sería la relevancia biológica y evolutiva de que los hombres pudieran detectar secreciones asociadas con los andrógenos mediante el aroma corporal de otros hombres (al igual que ocurre con el androstenol en las mujeres, el cual regula la sincronización de los ciclos menstruales). Es probable que dicha percepción esté relacionada con la motivación para competir, ya que los estudios de Bensafi y col. (2002, 2003) muestran que los hombres que recibieron un estímulo olfativo con feromonas sintéticas masculinas presentaron cambios negativos de humor, lo que puede entenderse como un estímulo que aumenta la frecuencia de conductas relacionadas con la competencia intrasexual (p. ej. alejarse del individuo emisor, mayor disponibilidad para un encuentro agresivo o competitivo, etc.). Al respecto, Mehta y Josephs (2010) mostraron que los individuos que ganaron una competencia utilizando conductas como “liderazgo” y “dominancia”, tuvieron un incremento en su concentración de testosterona y una mayor motivación para seguir compitiendo, únicamente cuando su concentración de cortisol fue baja. A partir de sus resultados, estos autores propusieron la “hipótesis de la doble hormona” que sugiere que la motivación por competir, está regulada por una alta concentración de testosterona y una baja concentración de cortisol.

1.7 El aroma corporal y la elección de pareja

Diversos autores usan el término “aroma corporal” como sinónimo de “feromona” cuando se trata de estudios realizados en humanos (Rantala y col., 2006; Ferdenzi y col., 2011; Roberts y col., 2011). Por lo que en el presente estudio se seguirá utilizando este término.

Kohl y col. (2001) sugieren que en los humanos la comunicación se realiza principalmente por medio de la información auditiva y visual, debido a que tradicionalmente se considera que los humanos son organismos microsmáticos (presentan un pobre sentido del olfato comparado con otros mamíferos). A pesar de eso, los estudios antes mencionados proporcionan gran evidencia de que el humano también obtiene información de otros

individuos a través del aroma corporal mediante el sentido del olfato (Grammer y col., 2005).

El aroma corporal axilar provee información sobre el estado de salud de parejas potenciales así como de algunos aspectos de la personalidad (Gangestad y Thornhill, 1998; Rikowski y Grammer, 1999; Thornhill y Gangestad, 1999; Thornhill y col., 2003; Havlicek y col., 2005). Al respecto, Rikowski y Grammer, (1999) y Thornhill y col. (2003) sugieren que el humano utiliza señales visuales y olfativas, como un medio para reducir el error al momento de evaluar la calidad genotípica y fenotípica de los individuos del sexo opuesto.

Por ejemplo, Havlicek y col. (2005) mostraron que las mujeres calificaron como “más atractivo” el olor corporal axilar de hombres dominantes, pero sólo cuando las mujeres se encontraban en la fase ovulatoria de su ciclo menstrual. Esta preferencia tiene una gran relevancia evolutiva, debido a que la dominancia está asociada con una mayor habilidad para adquirir recursos (p. ej. alimento, dinero, territorio, etc.) (Mehta y col., 2009).

Los rasgos asociados a la masculinidad y a la dominancia, como la prominencia de las mandíbulas, las cejas marcadas, el desarrollo de vello facial y el grosor de la piel están asociados a una mayor secreción de testosterona durante el desarrollo y con una alta calidad genética en los hombres (Perrett y col., 1998; Penton-Voak y Perrett, 2001).

De igual manera, el grado de simetría facial y corporal está asociado con una alta calidad genética y un buen estado de salud en los individuos que las poseen (Gangestad y col., 1994; Thornhill y Gangestad, 1994; Jones y col., 2001; Penton-Voak y col., 2001, Van Dongen y Gangestad, 2011), por lo que, al igual que la dominancia, la simetría es un rasgo considerado atractivo (Burriss y col., 2011).

1.8 El aroma corporal, simetría facial y atracción en los humanos

El grado de simetría se define como la variación en rasgos teóricamente simétricos dentro de una población (van Valen, 1962). Un bajo grado de simetría en un organismo es indicativo de la presencia de una gran carga parasitaria y de desnutrición (Møller, 1997).

Según Livshits y Kobylanski (1991) en los humanos, un bajo grado de simetría es común en los casos de endogamia, nacimiento prematuro, psicosis y retraso mental del neonato.

Por lo anterior, se ha sugerido que un alto grado de simetría facial es preferido en una pareja debido a que un individuo simétrico es más saludable tanto física como mentalmente y tiene mejor calidad genética, lo cual aporta beneficios directos e indirectos a su descendencia (Grammer y Thornhill, 1994; Thornhill y Gangestad, 1994; Gangestad y Simpson, 2000; Penton-Voak y col., 2001; Burris y col., 2011; Saxton y col., 2011).

Los estudios de Gangestad y Thornhill (1998), Rikowski y Grammer (1999), Thornhill y Gangestad (1999) y Thornhill y col. (2003) muestran que las mujeres califican como más atractivos los aromas corporales axilares de hombres con mayor grado simetría facial durante la fase fértil de su ciclo menstrual. Dicha preferencia por el aroma de un individuo simétrico por parte de las mujeres, podría a su vez, ejercer una presión de selección que incentive a los hombres a detectar a estos mismos individuos como posibles rivales, probablemente incrementando su disponibilidad para competir.

La mayor parte de la literatura ha reportado preferencias de las mujeres por los diferentes parámetros olfativos y visuales asociados con buena salud y alta calidad genética en sus parejas (Rikowski y Grammer, 1999), y autores como Herz y Cahill (1997) sugieren que en los hombres sucede lo mismo en cuanto a sus preferencias por una pareja.

1.9 La “hipótesis recalibracional”

La “hipótesis recalibracional” propone que los individuos poseen sistemas cognitivos y visuales que les permiten hacer evaluaciones de sus propios atributos físicos, por ejemplo, la estatura, el peso, la dominancia, la fuerza física, el atractivo físico, con la función de compararse con otros hombres, y así evitar alguna confrontación (Sell y col., 2009). En términos de adaptación, la habilidad de un individuo para reconocer en otros,

aquellos rasgos que señalen ser un rival potencial, tendría repercusiones en la reducción de los costos de elegir o no competir por una pareja.

No obstante, poca investigación se ha dedicado a estudiar si los hombres tienen la habilidad de identificar en otros hombres, aquellas señales que las mujeres califican como atractivas. Al respecto, Borráz-León (2011) sugiere que los individuos con bajo grado de simetría facial señalan a un hombre simétrico como su posible rival, mientras que los individuos con alto grado de simetría identifican a un individuo con características asociadas con un alto estatus social como dominancia y asertividad como su posible competencia. Sin embargo, a la fecha se desconoce si un individuo es capaz de identificar a un rival mediante la evaluación del aroma corporal.

Detectar a un posible rival en la naturaleza, puede representar un evento estresante, pues se ha mostrado que cuando los machos compiten, los individuos de bajo rango jerárquico pueden experimentar un incremento en la concentración de cortisol (Overli y col., 1999; Sapolsky, 2005; Keeney y col., 2006).

En humanos, se ha observado que la expresión de algunas conductas asociadas con la testosterona como la dominancia, la asertividad, la competencia, etc., podrían estar moduladas por la concentración de cortisol (Mehta y Josephs, 2010). De tal manera que la percepción de un aroma axilar proveniente de otros hombres podría representar por una parte la presencia de un posible competidor y por otra un evento estresante estimulando o inhibiendo la secreción de dichas hormonas.

2. Planteamiento del problema

Las feromonas son mensajeros químicos que usan diversos órdenes de animales para obtener información acerca de otros individuos de su misma especie (Karlson y Lüscher, 1959). Las feromonas humanas, contenidas principalmente en el aroma corporal axilar estimulan cambios a nivel neuroendocrino (Savic y col., 2001; Cerda-Molina y col., 2013) y conductual (McCoy y Pitino, 2002) en los individuos que los perciben. Por otra parte, existe evidencia de que el olor corporal está asociado con el grado de simetría facial. Rikowski y Grammer (1999) y Thornhill y col. (2003) sugieren que las mujeres evalúan como más atractivos los aromas provenientes de hombres con alto grado de simetría, durante la fase fértil de su ciclo menstrual.

Estos antecedentes nos permiten sugerir que el humano puede obtener información de otros individuos mediante el aroma corporal axilar, el cual puede producir un cambio en su comportamiento y en su concentración hormonal. No obstante, se desconoce si un hombre puede identificar a un posible rival a través de su aroma corporal tal y como sucede con la identificación de rasgos físicos y de personalidad que resultan atractivos para las mujeres (Borráz-León, 2011). Al respecto, los estudios de Bensafi y col. (2002, 2003) sugieren que en hombres, la percepción olfativa de compuestos de origen androgénico produce cambios de humor negativos, contrario a lo que sucede en mujeres.

Estos cambios de humor, podrían asociarse a un indicativo de un posible competidor, y por lo tanto, producir cambios en la concentración de testosterona y de cortisol en los individuos receptores. Dichos cambios podrían depender del estímulo olfativo recibido así como del grado de simetría y del estatus social del individuo.

La finalidad del presente estudio fue analizar el cambio en las concentraciones de testosterona y de cortisol en hombres después de ser expuestos al olor corporal de otros hombres, controlando la simetría facial tanto del donador como del receptor. Además se analizó la influencia del olor sobre la competitividad, dominancia y asertividad de los receptores, medidas por medio de cuestionarios validados. Este método nos permitió

estudiar si el aroma corporal era un indicativo indirecto de competencia intrasexual indirecta entre hombres.

3. Hipótesis

Se observarán cambios en las concentraciones de testosterona y de cortisol en hombres sometidos al olor corporal de otros hombres con diferente grado de simetría facial, además, dichos cambios en las concentraciones hormonales variarán dependiendo del grado de simetría facial y posiblemente de algunos aspectos de la personalidad, como la dominancia, la asertividad y la competitividad, de los hombres que perciban el estímulo.

4. Predicciones

Si a un hombre con baja simetría facial le parece una posible competencia otro con alta simetría facial, esperaríamos encontrar que:

- 1) El olor de un hombre con alta simetría provocará un incremento en la concentración de testosterona y posiblemente de cortisol en un hombre con baja simetría.
- 2) El olor de un hombre con baja simetría provocará un decremento en la concentración de testosterona y posiblemente de cortisol en un hombre con alta simetría.
- 3) Dichos cambios en la concentración de testosterona y posiblemente de cortisol dependerán del grado de competitividad, dominancia, asertividad y de simetría facial de los individuos evaluadores.

5. Objetivos

5.1 Objetivo general

Estudiar el cambio en la concentración de testosterona y de cortisol en hombres después de percibir feromonas masculinas provenientes de individuos con diferente grado de simetría facial.

5.2 Objetivos particulares

a)-Cuantificar las concentraciones de testosterona y de cortisol en los varones antes y después de haber sido expuestos a feromonas masculinas.

b)-Identificar la capacidad de los voluntarios de percibir un olor y evaluarlo por medio de un cuestionario.

c)-Estudiar si existen diferencias en los cambios endocrinos y de percepción que dependen del grado de simetría facial del evaluador así como del tipo de estímulo olfativo recibido.

d)-Estudiar si los cambios en la concentración de testosterona y de cortisol, se relacionan a la respuesta competitiva, con la dominancia y asertividad de los hombres ante el olor corporal axilar.

6. Métodos

6.1 Reclutamiento de voluntarios

El estudio se realizó en 100 individuos heterosexuales del sexo masculino, con una edad entre 18 y 30 años (media \pm e.e.m.= 21.44 \pm 0.244) y que nunca recibieron terapia hormonal de tipo sexual.

Los voluntarios firmaron una carta de consentimiento (ver anexo), donde se les explicó la finalidad del estudio y recibieron una compensación económica de \$100 pesos mexicanos por su participación.

6.2 Obtención de las fotografías

A cada voluntario se le tomó una fotografía de frente, con el rostro sereno y los labios cerrados. La fotografía fue tomada con una cámara digital Kodak modelo Easy Share C743 montada sobre un tripié a una distancia constante de 1.5 metros.

6.3 Medición de la simetría facial

Las fotografías fueron transferidas a una computadora donde se realizaron las mediciones para el análisis de simetría mediante el programa Adobe-Photoshop Extended CS3 Versión 11. Se siguió el método descrito por Thornhill y Grammer (1994) y Scheib y col. (1999) para calcular la asimetría facial total (AF). En el presente estudio la AF se midió en milímetros y no en píxeles como en la técnica original (Thornhill y Grammer, 1994).

En la **Figura 3** se muestran las líneas que se usaron para la medición de simetría y que corresponden a la parte interna y externa del ojo (IO, EO), pómulos (P), borde externo de la nariz (N), la boca (B) y la mandíbula (M). La AF es igual a la suma de todas las posibles diferencias entre los puntos medios de las seis líneas horizontales. Los puntos medios de cada línea se calcularon con la fórmula $[(\text{Punto izquierdo} - \text{Punto derecho}) / 2 + \text{Punto derecho}]$. En un rostro perfectamente simétrico, todos los puntos medios caen sobre el mismo eje vertical, y la suma de todas las posibles diferencias es igual a cero. Tomando en

consideración un estudio previo, en el presente trabajo se consideró una medida normal de AF un máximo de 4 (Borráz-León, 2011).

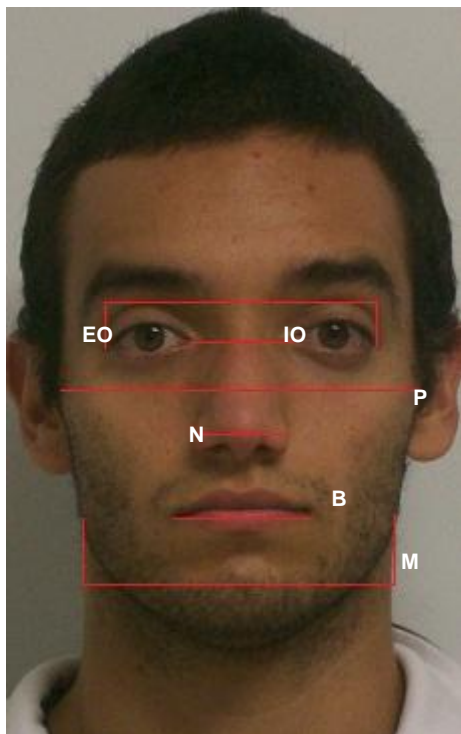


Figura 3. Líneas trazadas para calcular la AF, donde IO= parte interna de los ojos, EO=parte externa de los ojos, P=pómulos, N=borde externo de la nariz, B=boca y M=mandíbula.

6.4 Obtención de estímulo olfativo

Del total de voluntarios de un estudio previo (131 hombres) (Borráz-León, 2011), se eligieron los rostros con los 2 mayores grados de simetría facial y uno con el menor grado de simetría.

Para la obtención del estímulo olfativo a cada voluntario se le proporcionó una camiseta de algodón nueva que utilizaron mientras dormían y se les dieron instrucciones basadas en el estudio de Roberts y col. (2011) para coleccionar el aroma corporal. Las instrucciones son las siguientes: 1) Cambiar sus sábanas y cobijas antes de dormir por otras lavadas previamente con jabón neutro y sin aroma, 2) Usar la playera durante dos noches

consecutivas, 3) Mientras usaron la playera, no beber alcohol, no fumar, no mantener relaciones sexuales y no comer picante, especias o alguna otra comida que pudiera afectar el aroma corporal.

Después de ser usadas durante dos noches seguidas, las playeras fueron guardadas en bolsas de plástico con cierre hermético e identificadas con un número (1=estímulo del primer individuo simétrico, 2=estímulo del segundo individuo simétrico, 3=playera del individuo asimétrico y 4=playera sin usar). Al entregar las playeras, cada voluntario donador aseguró haber seguido las instrucciones al pie de la letra.

6.5 Procedimiento experimental

Las sesiones fueron realizadas siempre en el mismo horario (entre 9 am y 12 pm) para evitar mediciones dispersas debido a las fluctuaciones hormonales circadianas (Toitou y Haus, 2000). De igual manera, cada sesión se realizó de manera individual dentro de un cuarto limpio y libre de aromas ambientales que pudieran interferir en la aplicación y percepción del estímulo olfativo (Roberts y col., 2011). Las instrucciones y las dudas fueron aclaradas siempre por el mismo experimentador. Dentro del cuarto, a cada voluntario se le explicó el objetivo y la finalidad del estudio. Después, en una computadora llenaron una hoja de datos generales y contestaron dos cuestionarios, uno sobre dominancia y otro sobre asertividad citados en Havlicek y col. (2005). (Ver anexo). Dichos cuestionarios fueron aplicados previamente en un estudio en la población mexicana (n=131) (Borráz-León, 2011; Borráz-León y col., enviado), obteniendo resultados similares a lo reportado en otros estudios (Havlicek y col., 2005).

A continuación se obtuvo una muestra de 6 ml de saliva de cada evaluador en un vial de polipropileno. A esta primera muestra se le denominó “muestra pre-estímulo”. Posteriormente cada voluntario recibió de manera aleatoria una bolsa que contenía una camiseta usada previamente o sin usar y se le instruyó para que abriera la bolsa, la pegara a su nariz y sin tocar la playera respirara de manera natural durante 2 minutos. La olfacción se realizó según lo descrito por Thornhill y Gangestad (1999).

Después de 15 minutos de la percepción del estímulo olfativo, se obtuvo una segunda muestra de saliva de cada voluntario, a esta segunda muestra se le denominó “muestra post-estímulo”. Después de donar la segunda muestra, los evaluadores clasificaron el aroma en una escala de 0 a 6 de acuerdo a que tan “Intenso”, “Familiar”, “Agradable”, “Atractivo” y “Masculino” les pareció, además contestaron un cuestionario desarrollado por Buunk y Fisher (2009) para determinar su grado de competencia intrasexual. (Ver anexo).

Al final del experimento, se obtuvieron 4 grupos que fueron clasificados dependiendo del estímulo recibido: el grupo A recibió el estímulo olfativo del individuo simétrico (n=20), el grupo B recibió el estímulo olfativo del segundo individuo simétrico (n=30), el grupo C recibió el estímulo olfativo del individuo asimétrico (n=30) y el grupo D recibió una camiseta sin usar como control neutro (n=20).

6.6 Cuantificación de la concentración de testosterona y cortisol en saliva

Las muestras de saliva fueron congeladas con hielo seco y acetona inmediatamente después de ser colectadas y se almacenaron a -70°C hasta la cuantificación de testosterona y cortisol. Se usaron kits comerciales de la marca ALPCO IMMUNOASSAYS (Testosterone Direct Saliva 11-TESHU-E01-SLV) y (Cortisol (Saliva) 11-CORHU-E01-SLV) y para ambos kits se utilizó la técnica de ELISA. La medición de hormonas se realizó siguiendo la metodología específica descrita en los manuales de los kits para cada una de ellas. Las concentraciones hormonales de cortisol se reportaron en nanogramos por mililitro (ng/ml) y las de testosterona en picogramos por mililitro (pg/ml).

6.7 Análisis estadístico

Se usaron pruebas de Kolmogorov-Smirnov (K-S) para probar que los datos obtenidos en el estudio se distribuyeran de manera normal.

Se usó la prueba del Modelo Lineal General de Medidas Repetidas, incluyendo a las

hormonas antes y después del estímulo como variables repetidas o intra-sujeto, y como variable inter-sujeto se incluyeron los estímulos olfativos (camiseta de un individuo simétrico, asimétrico y control) y las categorías de simetría, de capacidad competitiva, dominancia y asertividad.

Se realizaron pruebas de ANOVA para comparar las medias de las evaluaciones del aroma corporal otorgadas por cada uno de los grupos seguidas de contrastes post-hoc de Bonferroni.

Se usaron pruebas T de Student para muestras relacionadas para observar si hubo diferencias significativas entre las concentraciones hormonales medidas a partir de las muestras pre y post-estímulo.

Todas las pruebas se realizaron con el programa SPSS versión 20 y en todos los casos se estableció como valor significativo una $p \leq 0.05$.

6.8 Consideraciones éticas

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética y de Bioseguridad del Instituto Nacional de Psiquiatría RFM. El autor de la tesis siguió las normas internacionales establecidas para el trabajo experimental con seres humanos. La información de cada voluntario fue consultada únicamente por los investigadores involucrados en el estudio y en ningún caso se administró sustancia alguna que pudiera atentar contra la integridad física o moral de los participantes. La carta de consentimiento informado se integra en el anexo, al final de esta tesis.

7. Resultados

7.1 Mediciones de simetría facial

Las mediciones de la AF mostraron valores considerados normales (Media \pm e.e.m.= AF: 1.209 \pm 0.069). Es decir, ningún individuo tuvo un valor de asimetría facial diferente a lo mostrado previamente (Borráz-León, 2011).

7.2 Cuantificación de testosterona

Con respecto a las concentraciones pre-estímulo y post-estímulo de testosterona, la prueba de K-S reveló que ambas muestras no cumplieron con el criterio de normalidad ($p < 0.05$ en ambos casos). De tal manera que los datos fueron transformados a logaritmo base 10. Una segunda prueba de K-S mostró que los datos pre y post-estímulo cumplieron con la normalidad ($p > 0.05$ en ambos casos). En el **Cuadro 1** se muestran los valores descriptivos de las muestras pre-estímulo y post-estímulo de testosterona.

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos de las muestras pre-estímulo y post-estímulo de testosterona transformados a log10 (n=100).

	Valor mínimo	Valor máximo	Media \pm e.e.m.
Muestra Pre-estímulo	1.20	2.96	2.060 \pm 0.041
Muestra Post-estímulo	1.08	2.84	1.982 \pm 0.036

7.3 Cuantificación de cortisol

La prueba de K-S mostró que las muestras pre-estímulo y post-estímulo de cortisol cumplieron con el criterio de normalidad (muestra pre-estímulo $p=0.555$, muestra post-estímulo $p=0.270$). En el **Cuadro 2** se muestran los valores descriptivos de las muestras pre-estímulo y post-estímulo de cortisol.

Cuadro 2. Estadísticos descriptivos de las muestras pre-estímulo y post-estímulo de cortisol ($n=100$).

	Valor mínimo (ng/ml)	Valor máximo (ng/ml)	Media \pm e.e.m. (ng/ml)
Muestra Pre-estímulo	1.94	68.11	26.794 \pm 1.606
Muestra Post-estímulo	1.98	88.72	26.752 \pm 1.763

7.4 Evaluación del aroma corporal

Dada la alta correlación (Pearson: $r=0.695$, $p<0.001$) entre la calificación de ambos estímulos simétricos, se decidió unirlos en un solo grupo. Al final se obtuvieron dos tratamientos (simétrico y asimétrico) y un grupo control (camiseta sin usar).

La prueba ANOVA no mostró diferencias significativas entre tratamientos en la calificación de “Intenso” ($F=0.271$, g.l.=2/97, $p>0.05$), mientras que la calificación de “Atractivo” tuvo una tendencia ($F=2.641$, g.l.=2/97, $p=0.07$). Sin embargo, sí hubo diferencias significativas para la calificación de las variables “Familiar”, “Agradable” y “Masculino”, dependiendo del estímulo que recibieron los voluntarios ($F=6.931$, g.l.=2/97, $p=0.002$; $F=5.458$, g.l.=2/97, $p=0.006$; $F=7.745$, g.l.=2/97, $p=0.001$, respectivamente).

El análisis post hoc de Bonferroni no mostró una diferencia significativa en la calificación de “Familiar” entre el grupo control y el estímulo simétrico ($p>0.05$). Sin embargo, sí mostró una diferencia significativa entre el grupo control y el estímulo asimétrico ($p=0.002$) y entre el estímulo simétrico y el estímulo asimétrico ($p=0.005$). En la **Figura 4**

se muestran las medias de las calificaciones de “Familiar” otorgadas a cada tratamiento y al grupo control. Tanto el aroma del grupo control como el del individuo simétrico fueron calificados como más “Familiares” que el aroma del individuo asimétrico.

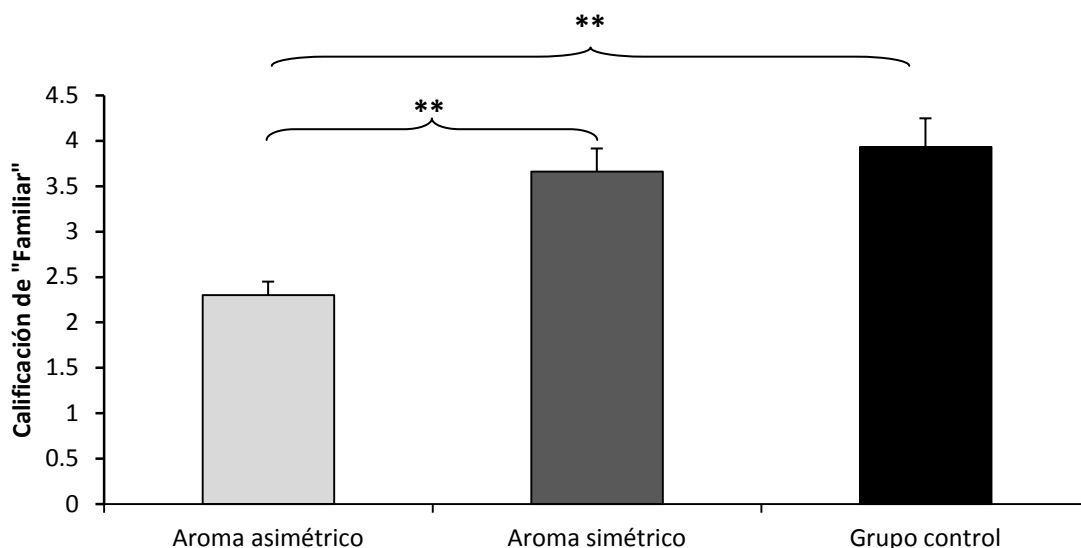


Figura 4. Media \pm e.e.m. de la calificación de “Familiar” otorgada por los evaluadores (n=100) a los diferentes estímulos, (**p<0.01 vs aroma simétrico y vs grupo control).

De igual manera, el análisis post hoc no mostró una diferencia significativa en la calificación de “Agradable” entre el grupo control y el estímulo simétrico, ni entre el grupo control y el estímulo asimétrico ($p>0.05$ en ambos casos). Sin embargo, si mostró una diferencia significativa entre el estímulo asimétrico y el estímulo simétrico ($p=0.004$). El aroma del individuo simétrico fue calificado como más “Agradable” que el aroma del individuo asimétrico. **Figura 5.**

Tampoco se encontró diferencia significativa en la calificación de “Masculino” entre el grupo control y el estímulo asimétrico ($p>0.05$), pero sí entre el grupo control y el estímulo simétrico ($p=0.002$) y entre el estímulo simétrico y el estímulo asimétrico ($p=0.026$). En la **Figura 6** se muestra que en ambos casos el aroma del individuo simétrico fue calificado como más “Masculino”.

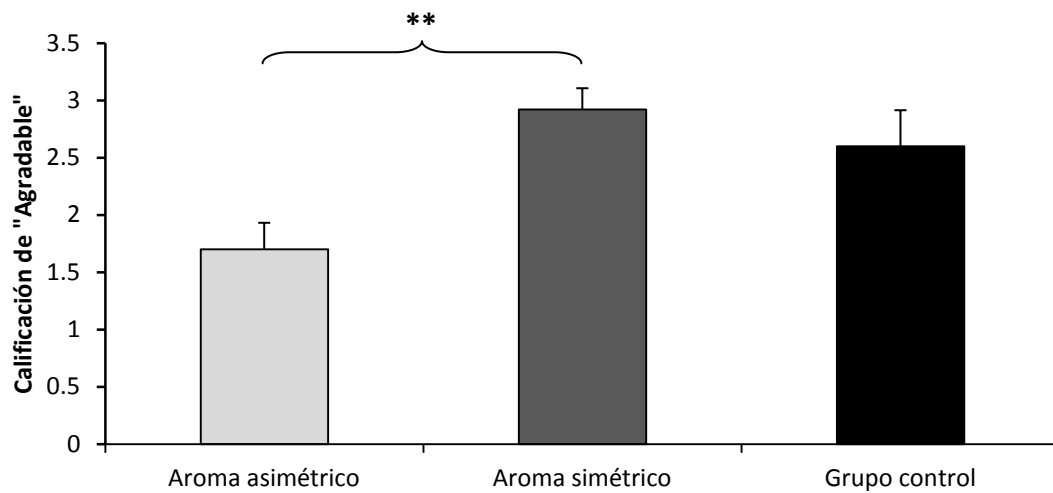


Figura 5. Media \pm e.e.m. de la calificación de "Agradable" otorgada por los evaluadores (n=100) a los diferentes estímulos, (** $p < 0.01$ vs aroma asimétrico).

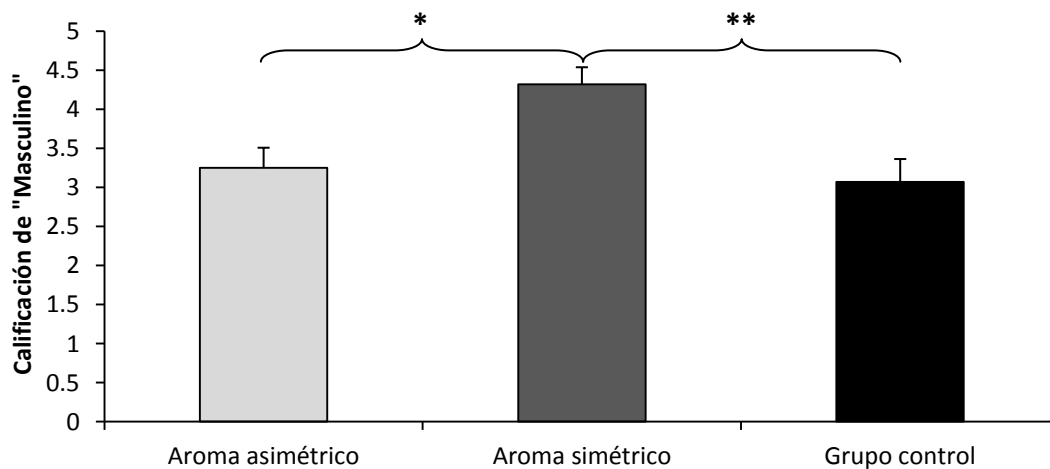


Figura 6. Media \pm e.e.m. de la calificación de "Masculino" otorgada por los evaluadores (n=100) a los diferentes estímulos, (* $p < 0.05$ vs aroma asimétrico, ** $p < 0.01$ vs grupo control).

7.5 Efecto del estímulo sobre el cambio en la concentración de testosterona

El Modelo Lineal General (MLG) de Medidas Repetidas mostró que el tipo de estímulo recibido produjo un efecto en la concentración de la testosterona ($F=4.057$, $g.l.=2/97$, $p=0.020$).

La prueba T para muestras relacionadas no mostró cambio en la muestra pre-estímulo y post-estímulo en los individuos del grupo control ($t=0.015$, $p>0.05$) ni entre los individuos que recibieron el estímulo simétrico ($t=1.155$, $p>0.05$). No obstante, hubo un decremento significativo en la concentración de testosterona después de que los hombres percibieron el aroma de un sujeto asimétrico, ($t=3.22$, $p=0.004$, ver **Figura 7**).

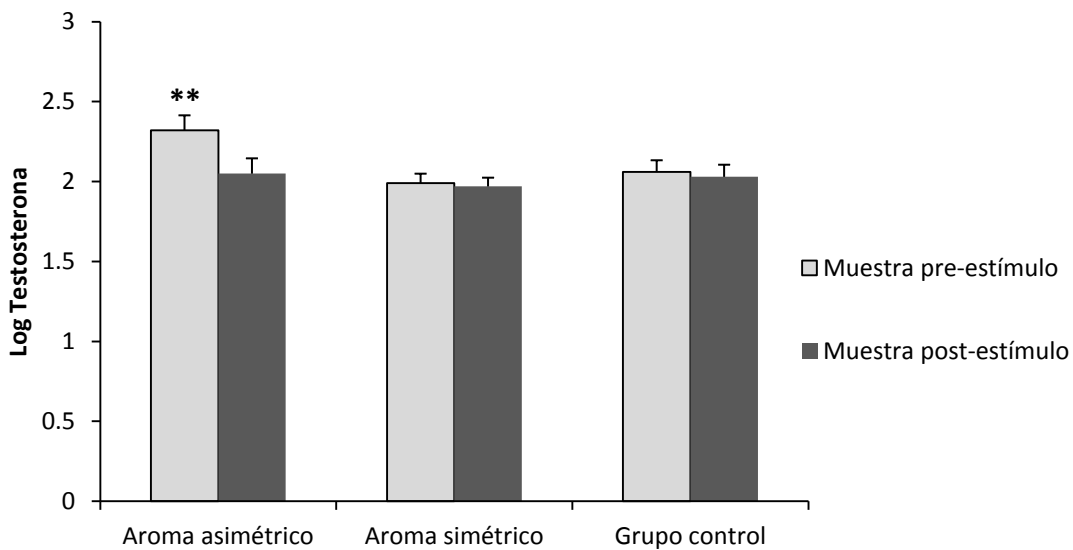


Figura 7. Media \pm e.e.m. de la concentración de testosterona de hombres ($n=100$) antes (pre-estímulo) y 15 minutos después (post-estímulo) de haber percibido una camiseta usada por un individuo asimétrico, uno simétrico y una camiseta sin usar como grupo control. ** $p=0.004$ vs post-estímulo.

7.6 Efecto del estímulo sobre el cambio en la concentración de cortisol

El MLG de medidas repetidas mostró que el tipo de estímulo recibido produjo un cambio en la concentración de cortisol ($F=6.332$, g.l.=2/97, $p=0.003$).

La prueba post hoc no mostró cambio en la muestra pre-estímulo y post-estímulo en los individuos del grupo control ($t=-0.332$, $p>0.05$) ni en los individuos que recibieron el estímulo simétrico ($t=-1.717$, $p>0.05$). No obstante, hubo un decremento significativo de cortisol en la muestra post-estímulo, en comparación con la pre-estímulo de los hombres que recibieron el aroma del individuo asimétrico ($t=2.457$, $p=0.024$, ver **Figura 8**).

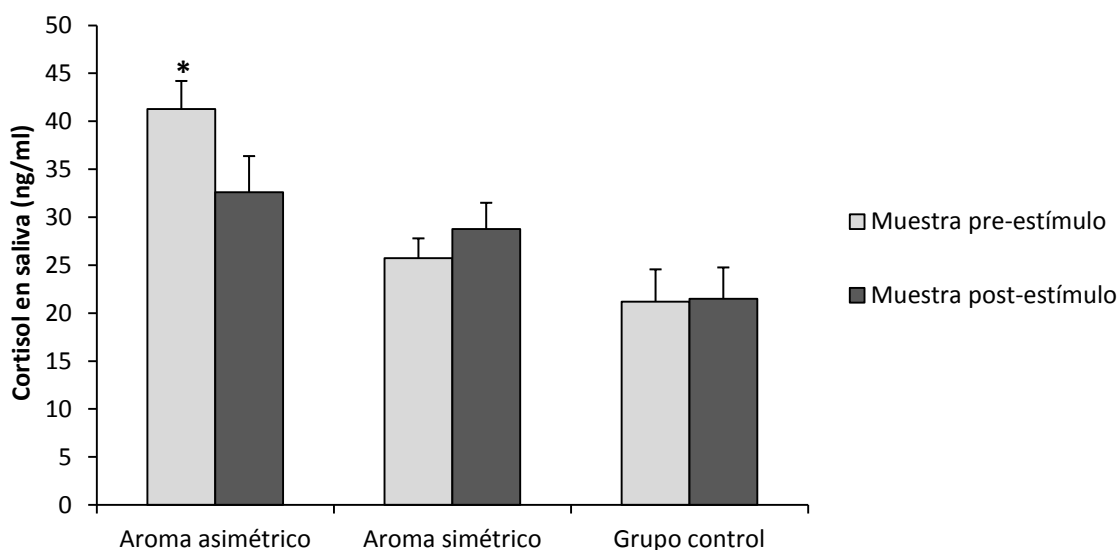


Figura 8. Media \pm e.e.m. de la concentración de cortisol de hombres ($n=100$) antes (pre-estímulo) y 15 minutos después (post-estímulo) de haber percibido una camiseta usada por un individuo asimétrico, uno simétrico y una camiseta sin usar como grupo control. * $p=0.024$ vs post-estímulo.

7.7 Efecto del grado de simetría facial de los evaluadores y del estímulo recibido sobre el cambio en la concentración de testosterona

Se llevó a cabo una categorización de los evaluadores. Los valores de simetría por arriba de una desviación estándar de la media se categorizaron como 1, mientras que los valores por debajo de una desviación estándar como 0. Finalmente se obtuvieron dos

grupos: 1=evaluadores simétricos y 0=evaluadores asimétricos.

El análisis estadístico mostró que el grado de simetría facial de los voluntarios así como el estímulo recibido produjo un efecto sobre la concentración de la testosterona ($F=3.178$, g.l.=5/94, $p=0.011$).

Para el caso de los hombres asimétricos, no hubo diferencias significativas en su concentración de testosterona, pre y post estímulo, ante ninguna situación experimental (estímulo control: $t=-1.845$, $p>0.05$; aroma de un individuo simétrico: $t=1.059$, $p>0.05$; aroma de un asimétrico $t=0.661$, $p>0.05$).

Para el caso de los hombres simétricos tampoco se encontraron diferencias en su concentración de testosterona después de percibir un aroma en la situación control ($t=1.405$, $p>0.05$) o un aroma de un individuo simétrico ($t=0.510$, $p>0.05$). No obstante, como se muestra en la **Figura 9** se encontró un decremento significativo de testosterona 15 minutos después de la percepción del aroma de un individuo asimétrico ($t=4.059$, $p=0.001$).

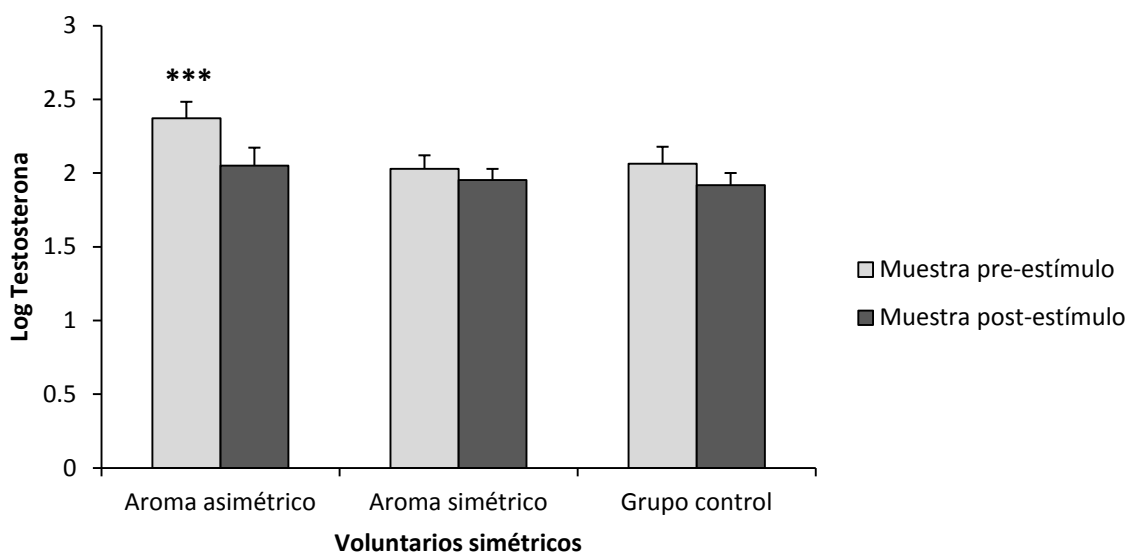


Figura 9. Media \pm e.e.m. de la concentración de testosterona de hombres simétricos ($n=58$) antes (pre-estímulo) y 15 minutos después (post-estímulo) de haber percibido una camiseta usada por un individuo asimétrico, uno simétrico y una camiseta sin usar como grupo control. *** $p=0.001$ vs post-estímulo.

7.8 Efecto del grado de simetría facial de los evaluadores y del estímulo recibido sobre la concentración de cortisol

Se encontró que el grado de simetría facial de los voluntarios así como el estímulo recibido produjo un efecto sobre la concentración del cortisol ($F=6.332$, $g.l.=5/94$, $p=0.003$). Dada la alta heterogeneidad en los datos se utilizó la prueba de rangos de Wilcoxon para muestras no paramétricas.

En los hombres asimétricos no hubo diferencias significativas en su concentración de cortisol en ninguna situación experimental (grupo control: $Z=-0.267$, $p>0.05$; aroma de un individuo simétrico: $Z=-0.775$, $p>0.05$; aroma de un individuo asimétrico: $Z=-1.726$, $p>0.05$).

Para el caso de los individuos simétricos, tampoco se encontraron diferencias significativas en su concentración de cortisol después de percibir el aroma del grupo control ($Z=-0.338$, $p>0.05$), ni después de percibir el aroma de un hombre simétrico ($Z=-1.143$, $p>0.05$). No obstante, hubo un decremento significativo en la concentración de cortisol en los hombres simétricos que percibieron el aroma del individuo asimétrico ($Z=-1.992$, $p=0.046$). Ver **Figura 10**.

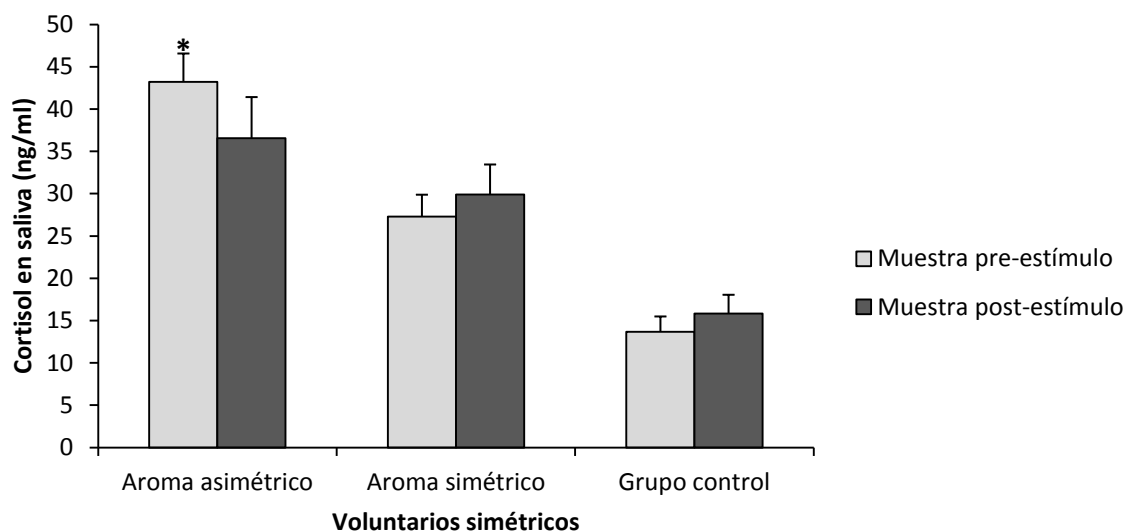


Figura 10. Media \pm e.e.m. de la concentración de cortisol de hombres simétricos (n=58) antes (pre-estímulo) y 15 minutos después (post-estímulo) de haber percibido una camiseta usada por un individuo asimétrico, uno simétrico y una camiseta sin usar como grupo control. *p=0.046 vs post-estímulo.

7.9 Efecto de la competitividad, la dominancia y la asertividad de los evaluadores y del estímulo recibido sobre el cambio en la concentración de testosterona

De igual manera, se llevó a cabo una categorización de los evaluadores con respecto a sus rasgos de personalidad. Los valores de competitividad, dominancia y asertividad por arriba de una desviación estándar de la media se categorizaron como 1, mientras que los valores por debajo de una desviación estándar como 0. De esta manera se obtuvieron los siguientes grupos 1=competitivo, 0= no competitivo; 1=dominante, 0= subordinado; 1=asertivo, 0= no asertivo.

El análisis mostró que la concentración de testosterona de los voluntarios después de percibir alguno de los estímulos olfativos, no se modificó de acuerdo al grado de competitividad ($F=1.914$, g.l.=5/94, $p>0.05$). Mientras que el grado de dominancia y de asertividad de los evaluadores, así como el tipo de estímulo recibido sí ejercieron un efecto sobre el cambio de en la concentración de testosterona ($F=2.236$, g.l.=5/94, $p=0.05$; $F=2.695$, g.l.=5/94, $p=0.025$, respectivamente).

El análisis post hoc no mostró diferencia significativa en la concentración de testosterona pre-estímulo y post estímulo tanto en los evaluadores subordinados del grupo control ($t=-0.648$, $p>0.05$), los evaluadores subordinados que percibieron el aroma de un individuo simétrico ($t=0.228$, $p>0.05$), los evaluadores subordinados que percibieron el aroma de un individuo asimétrico ($t=1.086$, $p>0.05$), los evaluadores dominantes del grupo control ($t=0.374$, $p>0.05$) y los evaluadores dominantes que percibieron el aroma de un individuo simétrico ($t=1.240$, $p>0.05$).

No obstante, en la **Figura 11** se muestra un decremento en la concentración de testosterona en los evaluadores dominantes que percibieron el aroma de un individuo asimétrico ($t=3.172$, $p=0.008$).

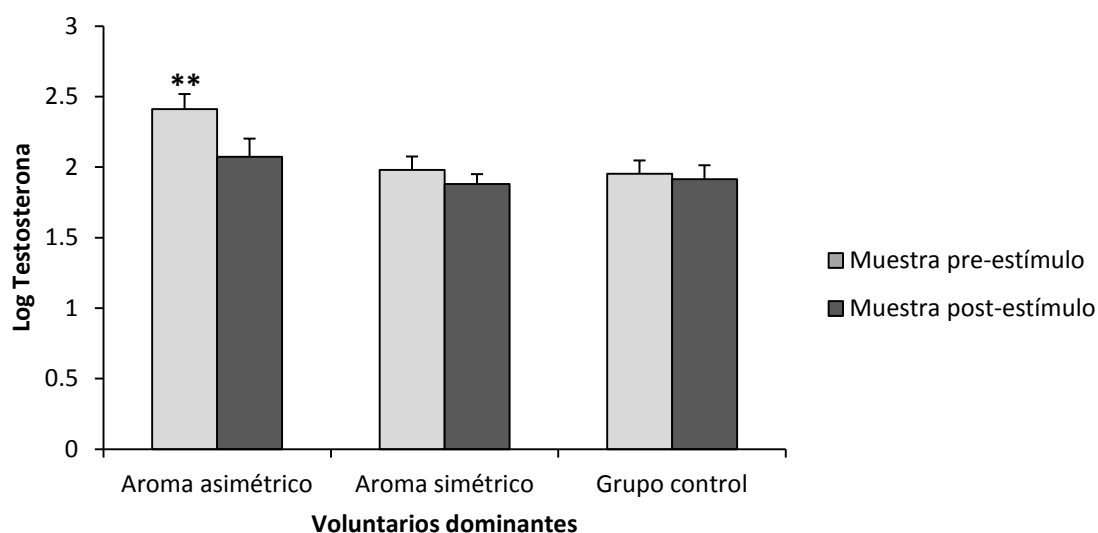


Figura 11. Media \pm e.e.m. de la concentración de testosterona de hombres dominantes ($n=53$) antes (pre-estímulo) y 15 minutos después (post-estímulo) de haber percibido una camiseta usada por un individuo asimétrico, uno simétrico y una camiseta sin usar como grupo control. ****** $p=0.008$ vs post-estímulo.

De igual manera, no se observó diferencia significativa en la concentración de testosterona pre-estímulo y post estímulo tanto en los evaluadores no asertivos del grupo control ($t=-1.102$, $p>0.05$), los evaluadores no asertivos que percibieron el aroma de un individuo simétrico ($t=0.200$, $p>0.05$), los evaluadores no asertivos que percibieron el

aroma de un individuo asimétrico ($t=2.242$, $p>0.05$), los evaluadores asertivos del grupo control ($t=1.050$, $p>0.05$) y los evaluadores asertivos que percibieron el aroma de un individuo simétrico ($t=1.239$, $p>0.05$). La **Figura 12** muestra que los individuos asertivos que percibieron el aroma de un individuo asimétrico tuvieron un decremento significativo en su concentración de testosterona ($t=2.306$, $p=0.038$).

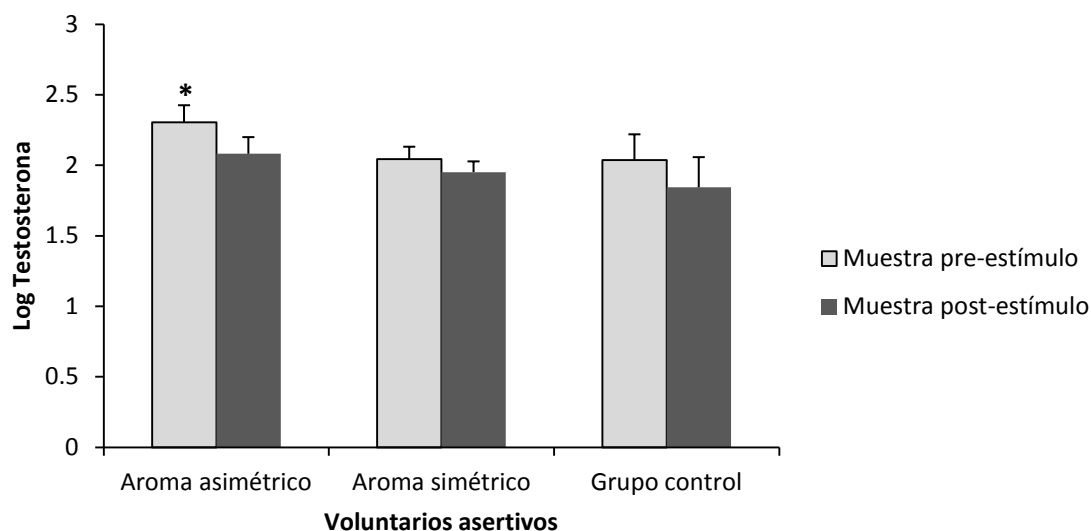


Figura 12. Media \pm e.e.m. de la concentración de testosterona de hombres asertivos ($n=42$) antes (pre-estímulo) y 15 minutos después (post-estímulo) de haber percibido una camiseta usada por un individuo asimétrico, uno simétrico y una camiseta sin usar como grupo control. * $p=0.038$ vs post-estímulo.

7.9.1 Efecto de la competitividad, la dominancia y la asertividad de los evaluadores y del estímulo recibido sobre el cambio en la concentración de cortisol

Por otra parte, el análisis mostró que el grado de competitividad, dominancia o asertividad así como el tipo de estímulo recibido sí ejercieron un efecto sobre el cambio en la concentración de cortisol entre la muestra pre y post-estímulo de los individuos evaluadores (competitividad: $F=2.820$, $g.l.=5/94$, $p=0.020$; dominancia: $F=3.349$, $g.l.=5/94$, $p=0.008$; asertividad: $F=2.964$, $g.l.=5/94$, $p=0.016$).

Los análisis post hoc no mostraron diferencia significativa en la concentración de cortisol pre-estímulo y post-estímulo tanto en los evaluadores no competitivos que percibieron el

aroma de una camiseta sin usar ($t=-0.870$, $p>0.05$), los evaluadores no competitivos que percibieron la camiseta usada por un individuo simétrico ($t=-1.276$, $p>0.05$), los evaluadores no competitivos que percibieron el aroma de la camiseta usada por el individuo asimétrico ($t=0.235$, $p>0.05$), los evaluadores competitivos que percibieron el aroma de una camiseta sin usar ($t=1.477$, $p>0.05$) y en los evaluadores competitivos que percibieron el aroma de una camiseta usada por un individuo simétrico ($t=-1.124$, $p>0.05$).

Sin embargo, se observó un decremento en la concentración de cortisol de los hombres competitivos que percibieron el aroma de un individuo asimétrico, ($t=2.458$, $p=0.025$, ver **Figura 13**).

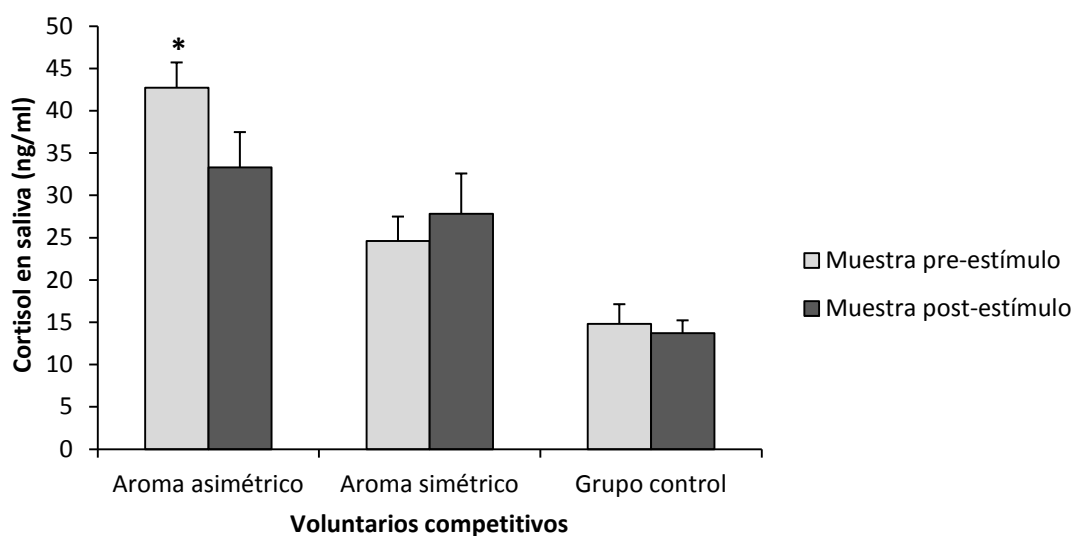


Figura 13. Media \pm e.e.m. de la concentración de cortisol de hombres competitivos ($n=46$) antes (pre-estímulo) y 15 minutos después (post-estímulo) de haber percibido una camiseta usada por un individuo asimétrico, uno simétrico y una camiseta sin usar como grupo control. $*p=0.025$ vs post-estímulo.

De igual forma, no se encontró diferencia significativa entre la concentración de cortisol de las muestras pre y post-estímulo tanto en los evaluadores subordinados que percibieron una camiseta sin usar ($t=-0.680$, $p>0.05$), los evaluadores subordinados que percibieron el aroma del individuo asimétrico ($t=0.352$, $p>0.05$), los evaluadores

dominantes que percibieron la camiseta sin usar ($t=0.201$, $p>0.05$) y en los evaluadores dominantes que percibieron el aroma de un individuo simétrico ($t=-0.659$, $p>0.05$).

La **Figura 14a** muestra una tendencia a que los individuos subordinados que percibieron la camiseta usada por un individuo simétrico experimentaran un incremento en la concentración de cortisol ($t=-1.783$, $p=0.08$).

No obstante, los evaluadores dominantes que percibieron la camiseta usada por un individuo asimétrico experimentaron un decremento significativo en su concentración de cortisol ($t=2.746$, $p=0.018$, ver **Figura 14b**).

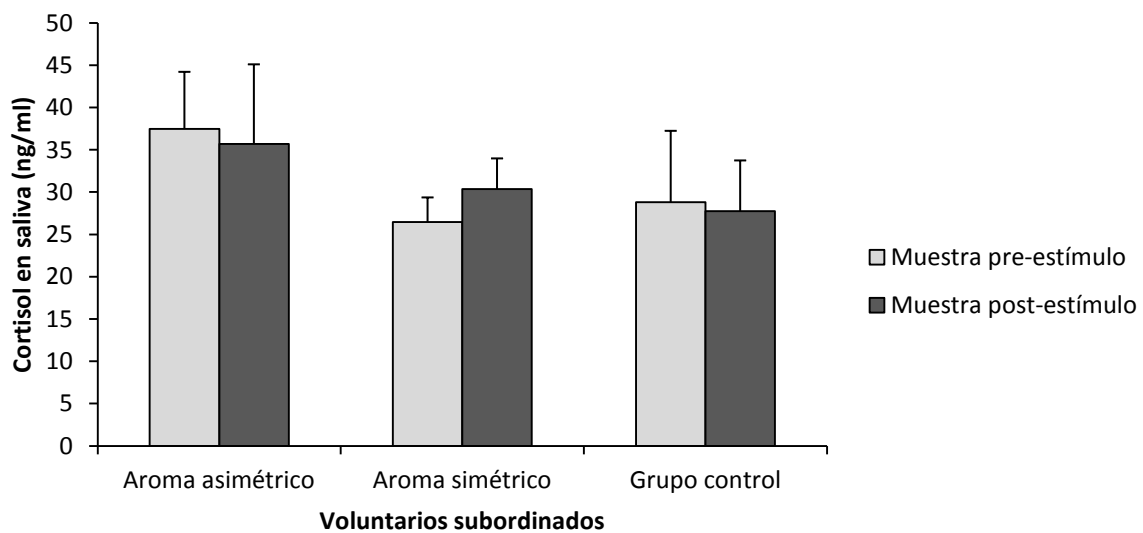


Figura 14a. Media \pm e.e.m. de la concentración de cortisol de hombres subordinados ($n=47$) antes (pre-estímulo) y 15 minutos después (post-estímulo) de haber percibido una camiseta usada por un individuo asimétrico, uno simétrico y una camiseta sin usar como grupo control. Aroma simétrico $p=0.08$ vs post-estímulo.

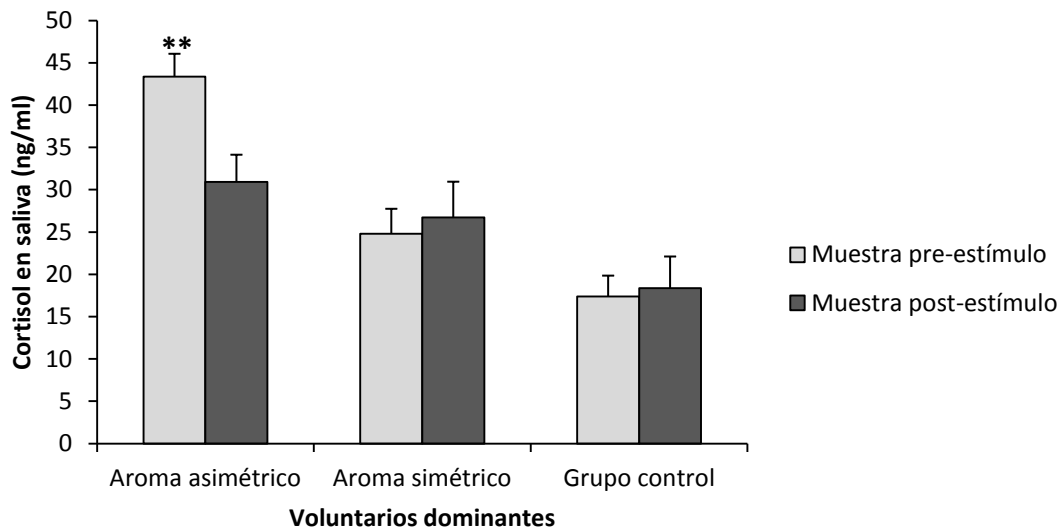


Figura 14b. Media \pm e.e.m. de la concentración de cortisol de hombres dominantes ($n=53$) antes (pre-estímulo) y 15 minutos después (post-estímulo) de haber percibido una camiseta usada por un individuo asimétrico, uno simétrico y una camiseta sin usar como grupo control. $**p=0.018$ vs post-estímulo.

Tampoco se observó diferencia significativa entre la muestra pre y post-estímulo de cortisol tanto en los evaluadores no asertivos del grupo control ($t=0.159$, $p>0.05$), los evaluadores no asertivos que percibieron la camiseta usada por un individuo simétrico ($t=-0.391$, $p>0.05$), los evaluadores no asertivos que percibieron el aroma de la camiseta usada por un individuo asimétrico ($t=1.152$, $p>0.05$) y los evaluadores asertivos del grupo control ($t=-0.789$, $p>0.05$). En la **Figura 15** se muestra una tendencia a que los individuos asertivos que percibieron el aroma de un individuo simétrico experimentaran un incremento en su concentración de cortisol ($t=-1.860$, $p=0.07$), mientras que los evaluadores asertivos que percibieron el aroma de un individuo asimétrico experimentaron un decremento significativo en su concentración de cortisol ($t=2.192$, $p=0.047$).

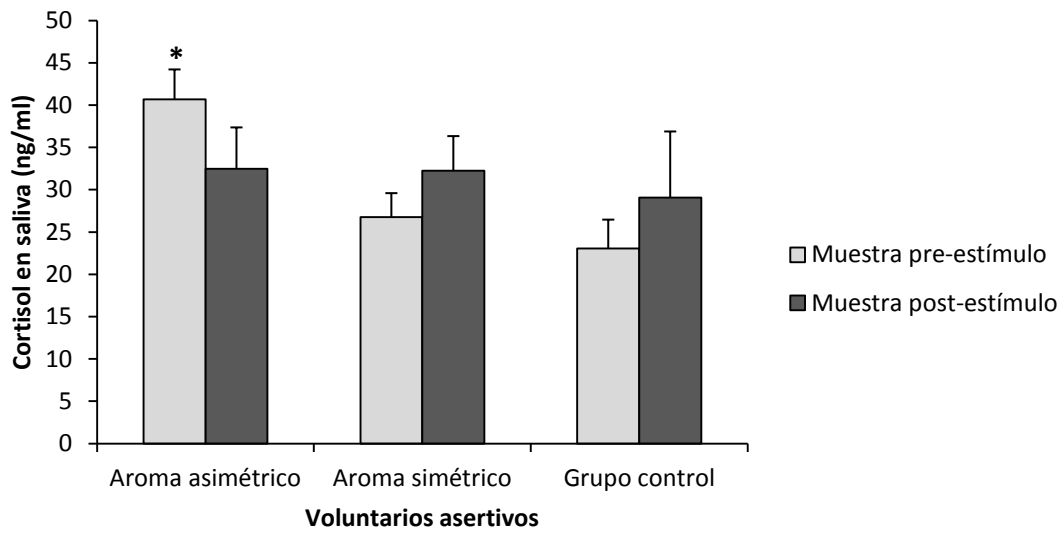


Figura 15. Media \pm e.e.m. de la concentración de cortisol de hombres asertivos (n=46) antes (pre-estímulo) y 15 minutos después (post-estímulo) de haber percibido una camiseta usada por un individuo asimétrico, uno simétrico y una camiseta sin usar como grupo control. *p=0.047 vs post-estímulo. Aroma simétrico p=0.07 vs post-estímulo.

8. Discusión

Tal y como lo habíamos planteado en la hipótesis, el aroma corporal axilar de individuos con diferente grado de simetría facial produjo cambios en la concentración de testosterona y de cortisol en los individuos receptores. Además, dichos cambios dependieron de la simetría, competitividad, dominancia y asertividad de los evaluadores.

En este estudio no se cumplió con la primera predicción, ya que el aroma de un individuo simétrico no produjo un incremento significativo en la concentración de testosterona ni de cortisol en los individuos asimétricos. Sin embargo, sí se cumplió con la segunda predicción al mostrar que los individuos simétricos que percibieron el aroma de un individuo asimétrico experimentaron un decremento en la concentración de testosterona y de cortisol.

Al respecto, la literatura ha mostrado que la concentración de testosterona puede fluctuar rápidamente ante un estímulo de competitividad o de agresividad en diversas especies animales, incluido el humano (Wingfield y col., 1990; Mazur y Booth, 1998, Archer, 2006; Mehta y Josephs, 2006; Oliveira y col., 2009). Recientemente, Mehta y Josephs (2010) propusieron la “hipótesis de la doble hormona”, la cual sugiere que el incremento en la concentración de testosterona, pero no de cortisol, mantiene la disposición para competir en los hombres.

De igual manera, existe evidencia que sugiere que los individuos que son sometidos a un estímulo estresante sufren un incremento de cortisol (Dickerson y Kemeny, 2004; Takahashi y col., 2004), el cual podría disminuir la síntesis de testosterona y por consiguiente la motivación para competir. No obstante en el presente estudio tanto la concentración de testosterona como de cortisol de los individuos simétricos disminuyeron después de percibir el aroma axilar proveniente de un individuo asimétrico.

Con base en la literatura antes mencionada, podemos sugerir que los individuos simétricos que percibieron el aroma axilar de un individuo asimétrico, presentaron un decremento en la concentración de testosterona y de cortisol, debido a que el estímulo olfativo no fue percibido como un factor estresante ni como una motivación para

competir. Es decir, desde la perspectiva de la “hipótesis de la doble hormona”, posiblemente los individuos simétricos interpretan dicho estímulo como una desmotivación, únicamente cuando se trata de individuos asimétricos.

Particularmente en los humanos, la simetría facial ha sido asociada con un amplio número de rasgos que en conjunto son indicativos de un desarrollo estable (Van Dongen y Gangestad, 2011; Little y col., 2012). Por el contrario, una alta inestabilidad en el desarrollo ha sido asociada con una mayor susceptibilidad de padecer enfermedades infecciosas (Thornhill y Gangestad, 2006), con asimetría corporal (Møller, 1997), con problemas congénitos (Milne y col., 2003), con complicaciones en el nacimiento (Van Dongen y col., 2009), con una mayor incidencia de trastornos psiquiátricos (Yeo y col., 1999), con baja inteligencia general (Furlow y col., 1997), con un bajo atractivo físico (Gangestad y col., 1994; Brown y col., 2008) y con un mayor estrés oxidativo (Gangestad y col., 2010).

Es decir, un desarrollo estable (medido en un alto grado de simetría facial y corporal) está relacionado con extraversión (Fink y col., 2005; Pound y col., 2007), sinceridad (Fink y col., 2005), competencia intrasexual (Simpson y col., 1999), comportamiento antisocial (Lalumiere y col., 2001), dominancia (Grammer y Thornhill, 1994), bajo grado de estrés (Shackelford y Larsen, 1997), buena salud aparente (Jones y col., 2001; Rhodes y col., 2001), buena calidad genética (Jones y col., 2001; Penton-Voak y col., 2001) y habilidad para bailar (Brown y col., 2005). En conjunto, la literatura sugiere que los hombres simétricos tendrían una ventaja en aspectos relacionados con la competencia intrasexual y con la elección de pareja, en comparación a los hombres asimétricos.

De tal manera que un individuo simétrico, al estar en ventaja, disminuye su concentración de testosterona y de cortisol al percibir el aroma de un individuo asimétrico, de esta manera se inhibiría la detección de posibles rivales y la motivación para competir con ellos.

Así mismo, el presente estudio mostró que el aroma de un hombre simétrico es calificado por evaluadores masculinos heterosexuales como más “Familiar”, más “Agradable” y más

“Masculino”, comparado con el aroma proveniente de un hombre asimétrico. Cabe resaltar que el aroma del individuo simétrico sólo fue estadísticamente diferente del aroma del individuo asimétrico y del grupo control en la calificación de “Masculino”. Este resultado muestra que los hombres califican el aroma corporal de un hombre simétrico de manera similar a como lo califican las mujeres (p. ej. Gangestad y Thornhill, 1998; Rikowski y Grammer, 1999; Thornhill y Gangestad, 1999; Thornhill y col., 2003). Lo que nos permite proponer que tanto hombres como mujeres, tienen la capacidad de evaluar aromas corporales masculinos de manera similar. Ellas podrían evaluar a un hombre simétrico como una posible pareja sexual, y ellos podrían evaluar al mismo sujeto como su posible rival.

Recientemente, Little y col. (2012) sugirieron que la relación entre simetría, calidad genética y calidad fenotípica, puede ser suficiente para crear una presión de selección que motive a los organismos a elegir individuos simétricos como parejas sexuales y, de esta manera, obtener beneficios indirectos para una posible descendencia, o beneficios directos al tener una pareja saludable. De esta manera, la motivación por encontrar una pareja sexual saludable, también podría ejercer una presión de selección que motive a individuos del mismo sexo a identificar rasgos asociados a un desarrollo estable (p. ej. simetría facial) como sus posibles rivales, con la finalidad de incrementar su éxito reproductivo, disminuir los costos de una posible competencia o, generar alguna estrategia conductual que le permita al individuo entrar en la competencia (p. ej. tácticas alternas de cortejo).

Sin embargo, en este estudio no se encontró ningún cambio sobre la concentración de testosterona ni de cortisol en los individuos asimétricos al percibir el aroma axilar proveniente de un individuo simétrico, lo cual podría sugerir que los individuos simétricos no producen un incremento sobre la concentración de testosterona y por consiguiente en la motivación para competir en los individuos asimétricos. No obstante, Borráz-León y col. (enviado) mostraron que los hombres asimétricos señalan a uno simétrico como su posible rival, mediante una evaluación visual. Estos resultados nos permiten sugerir que

los individuos asimétricos se enfocan en rasgos visuales, más que olfativos, al momento de detectar a posibles rivales.

Desde la perspectiva de la “hipótesis recalibracional” (Sell y col., 2009) podemos proponer que los individuos asimétricos son más conscientes de sus propias características físicas y posiblemente de las de los demás individuos, lo cual podría contribuir a la disminución de los costos (p. ej. competir con individuos agresivos y dominantes) de competir con cierta desventaja.

Por otra parte, los puntajes de competitividad, dominancia y asertividad obtenidos en este estudio, fueron similares a los mostrados en estudios similares (Havlicek y col., 2005; Buunk y Fisher, 2009).

Diversos estudios sugieren que los individuos más competitivos, dominantes y asertivos tienen un estatus social alto, lo que resulta atractivo al sexo opuesto (Buss, 1994; De Wall y Maner, 2008), y es indicativo de posibles rivales para individuos simétricos (Borráz-León y col., enviado). Newman y col. (2005) sugiere que los hombres que tienen un estatus social alto tienden a mostrar una alta concentración de testosterona, esta condición podría hacer que dichos individuos estén más atentos en detectar individuos que podrían amenazar su estatus y de esta manera reducir los costos que implicaría no detectarlos de manera óptima (Puts y col., 2007).

Por su parte, Dickerson y Kemeny (2004) mostraron que en humanos, algunos tipos de estresores producen un incremento en la concentración de cortisol. Al respecto, en el presente estudio se encontró que los voluntarios competitivos, dominantes y asertivos que percibieron el aroma de un individuo asimétrico presentaron un decremento significativo en su concentración de cortisol. Con base en nuestros resultados, podemos sugerir que aquellos hombres que presentan rasgos de personalidad asociados con un estatus social alto, no perciben como factor estresante el aroma de un individuo asimétrico y por lo tanto el eje HHA encargado de modular la secreción de cortisol es regulado de manera negativa.

Por el contrario, estos mismos voluntarios presentaron una tendencia a incrementar su concentración de cortisol cuando recibieron el aroma proveniente de un individuo simétrico. Este resultado puede deberse a que el aroma proveniente de un hombre que presenta un rasgo asociado a buena salud, buen sistema inmunológico, buen desarrollo, etc., inconscientemente sí representa un factor estresante, debido a que estos individuos son atractivos al sexo opuesto y competidores potenciales, y por consecuencia el eje HHA es regulado positivamente.

Asimismo, los individuos dominantes y asertivos experimentaron un decremento en su concentración de testosterona al percibir el aroma proveniente de un individuo asimétrico. La literatura reporta que los individuos que presentan conductas relacionadas con un alto estatus como la dominancia y la asertividad tienen mayor concentración de testosterona que los individuos subordinados (Slatcher y col., 2011). Es posible que los individuos dominantes y asertivos al igual que los individuos simétricos disminuyeran su concentración de testosterona por la misma razón, los individuos dominantes, asertivos y simétricos presentan una motivación negativa para competir al percibir el aroma proveniente de un individuo asimétrico.

En general, en el presente estudio se encontraron dos resultados importantes. Primero: el aroma de un individuo asimétrico produjo un decremento significativo en la concentración de testosterona y de cortisol en individuos simétricos, dominantes y asertivos. Segundo: los individuos competitivos, presentaron un decremento en la concentración de cortisol ante el estímulo olfativo proveniente de un individuo asimétrico.

En términos evolutivos, la capacidad para competir y para identificar rivales potenciales provee a los individuos una herramienta que les permite reducir los costos de enfrentarse con individuos físicamente superiores a ellos. En los humanos, los cambios producidos en la concentración de testosterona y de cortisol pueden reflejar el ajuste endocrino y cognitivo que les permitió a sus ancestros expresar conductas competitivas o sumisas al momento de enfrentarse directamente con otros individuos.

Este estudio es pionero en mostrar la capacidad que tienen hombres heterosexuales de evaluar y discriminar aromas provenientes de otros hombres con diferente grado de simetría facial, cuya importancia evolutiva radica en la posibilidad de detectar oportunamente rivales potenciales, así como de individuos que no representan una motivación para competir. Asimismo, el presente estudio también es pionero en mostrar el papel que tienen las feromonas masculinas del aroma corporal axilar sobre los cambios experimentados a nivel endocrino, dentro del contexto de la competencia intrasexual indirecta. Es decir, las feromonas pueden producir un decremento o un incremento en la concentración de testosterona y de cortisol dependiendo de las características físicas (p. ej. simetría facial) y de personalidad (p. ej. competitividad, dominancia, asertividad) en los hombres que las perciben, así como de las características físicas de los hombres que emiten dichas feromonas (p. ej. grado de simetría facial).

No obstante, es necesario llevar a cabo otros experimentos donde estén involucrados un mayor número de individuos donadores de aroma axilar, para de esta manera, establecer con mayor seguridad que los resultados observados son producidos específicamente por el grado de simetría facial y no por el limitado número de donadores usados en este estudio.

Finalmente, proponemos un modelo hipotético para explicar los posibles cambios a nivel endocrino y de las características físicas y de personalidad en los individuos que percibieron el olor de un sujeto asimétrico.

La información olfativa proveniente de un individuo asimétrico viajaría hacia distintas regiones cerebrales, entre ellas al hipotálamo, el cual es encargado de la síntesis de la hormona liberadora de gonadotropinas y de la hormona liberadora de corticotropina, (GnRH y CRH por sus siglas en inglés respectivamente). Dicho aroma produciría en un individuo simétrico una disminución en la síntesis de GnRH, la cual, a su vez produciría un decremento en la síntesis de la hormona luteinizante (LH por sus siglas en inglés) a nivel de la adenohipófisis y finalmente un decremento en la síntesis de la testosterona a nivel testicular. De igual manera, este aroma produciría una menor síntesis de CRH en el

hipotálamo, seguido de una baja síntesis de adrenocorticotropina (ACTH por sus siglas en inglés) a nivel de la adenohipófisis que culminaría en una baja síntesis de cortisol proveniente de las glándulas adrenales. Los decrementos de dichas hormonas podrían influir una desmotivación para competir en los hombres que percibieron dicho estímulo.

Por el contrario, el aroma corporal proveniente de un hombre simétrico podría viajar al hipotálamo y estimular la síntesis de CRH, la cual estimularía la síntesis de ACTH a nivel de la adenohipófisis que resultaría en una tendencia de incrementar la concentración de cortisol en aquellos individuos que tengan rasgos de personalidad asociados con un alto estatus y que perciban dicho aroma.

9. Conclusiones

1. Las feromonas contenidas en el aroma corporal axilar masculino tienen un efecto endocrino dentro del contexto de competencia intrasexual indirecta.
2. El aroma de un individuo simétrico fue calificado como más “Familiar”, “Agradable” y “Masculino” en comparación con el aroma de un individuo asimétrico.
3. Los individuos con alto grado de simetría facial, dominantes y asertivos experimentaron un decremento en su concentración de testosterona y de cortisol ante el estímulo olfativo proveniente de un individuo asimétrico.
4. Los individuos competitivos presentaron un decremento en su concentración de cortisol ante el estímulo olfativo proveniente de un individuo asimétrico.
5. Los individuos subordinados y asertivos tuvieron una tendencia de incrementar su concentración de cortisol ante el estímulo olfativo proveniente de un individuo simétrico.

10. Referencias

Agosta, W.C. 1992. *Chemical Communication: The Language of Pheromones*. Scientific American Library.

Andersson, M. 1994. *Sexual Selection*. Princeton University Press.

Archer, J. 2006. Testosterone and human aggression: an evaluation of the challenge hypothesis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 30: 319-345.

Aujard, F. 1997. Effect of vomeronasal organ removal on male socio-sexual responses to female in a prosimian primate (*Microcebus murinus*). *Physiology and Behavior*, 62: 1003-1008.

Bartoshuk, L.M., y Beauchamp, G.K. 1994. Chemical senses. *Annual Review of Psychology*, 45: 419-449.

Bensafi, M., Brown, W.M., Tsutsui, T., Mainland, J.D., Johnson, B.N., Bremner, E.A., Young, N., Mauss, I., Ray, B., Gross, J., Richards, J., Stappen, I., Levenson, R.W., y Sobel, N. 2003. Sex-Steroid Derived Compounds Induce Sex-Specific Effects on Autonomic Nervous System Function in Humans. *Behavioral Neurosciences*, 6: 1125-1134.

Bensafi, M., Rouby, C., Farget, V., Bertrand, B., Vigouroux, M., y Holley, A. 2002. Autonomic nervous system responses to odours: The role of pleasantness and arousal. *Chemical Senses*, 27: 703–709.

Bhatnagar, K.P., Smith, T.D., y Winstead, W. 2002. The human vomeronasal organ. Part IV. Incidence, topography, endoscopy, and ultrastructure of the nasopalatine recess, nasopalatine fossa, and vomeronasal organ. *American Journal of Rhinology*, 16: 343–350.

Borráz-León J.I. 2011. *Simetría Facial, Dominancia Social, Asertividad y Hormonas Esteroides Como Posibles Indicativos de Competencia Intrasexual Hombre-Hombre*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM.

Borráz-León, J.I., Cerda-Molina, A.L., Hernández-López, L., Chavira-Ramírez, R., y de la O-Rodríguez, C. Steroid hormones and facial traits in the recognition of a potential rival in men. *Ethology*, enviado

Bressler, S.C., y Baum, M.J. 1996. Sex comparison of neuronal Fos immunoreactivity in the rat vomeronasal projection circuit after chemosensory stimulation. *Neuroscience*, 71: 1063–1072.

Brooksbank, B.W.L., Wilson, D.A.A., y MacSweeney, D.A. 1972. Fate of androsta-4,16-dien-3-one and the origin of 3 α -hydroxy-5 α -androst-16-ene in man. *Journal of Endocrinology*, 52: 239-251.

Brown, W.M., Cronk, L., Grochow, K., Jacobson, A., Liu, C.K., y Popovic, Z. 2005. Dance reveals symmetry especially in young men. *Nature*, 438: 1148-1150.

Brown, W.M., Price, M.E., Kang, J.S., Pound, N., Zhou, Y., y Yu, H. 2008. Fluctuating asymmetry and preferences for sex-typical bodily characteristics. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 105: 12938-12943.

Burris, R. P., Roberts, S. C., Welling, L. L. M., Puts, D. A., y Little, A. C. 2011. Heterosexual romantic couples mate assortatively for facial symmetry, but not masculinity, *Personality and Social Psychology Bulletin*, 2: 1-13.

Buss, D.M. 1994. *The Evolution of Desire: Strategies of Human Mating*. New York: Basic Books.

Buunk, A.P., y Fisher, M. 2009. Individual differences in intrasexual competition. *Journal of Evolutionary Psychology*, 7 (1): 37-48.

Cerda-Molina, A.L., Hernández-López, L., De la O-Rodríguez, C., Chavira-Ramírez, R., y Mondragon-Ceballos, R. (2013). Changes in men's salivary testosterone and cortisol levels, and in sexual desire after smelling female axillary and vulvar scents. *Frontiers in Endocrinology*, 159 (4): 1-7.

Chagnon, N. 1988. Life histories, blood revenge, and warfare in a tribal population. *Science*, 239: 985-992.

Clutton-Brock, T.H., y Vincent, A.C.J. 1991. Sexual selection and the potential reproductive rates of males and females. *Nature*, 351: 58-60.

Cornwell, R.E., Boothroyd, L., Burt, D.M., Feinberg, D.R., Jones, B.C., Little, A.C., Pitman, R., Whiten, S., y Perrett, D.I. 2004. Concordant preferences for opposite-sex signals? Human pheromones and facial characteristics. *Proceedings of the Royal Society. B*, 271: 635-640.

Cunningham, M.R., Barbee, A.P., y Pike, C.L. 1990. What do women want? Facial metric assessment of multiple motives in the perception of male facial physical attractiveness. *Journal of Personality and Social Psychology*, 59: 61-72.

Cutler, W.B., Preti, G., Krieger, A., Huggins, G.R., Garcia, C.R., y Lawley, H.J., 1986. Human axillary secretions influence women's menstrual cycles: the role of donor extract from men. *Hormones and Behavior*, 20: 463-473.

Darwin, C. 1871. *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex*. Nueva York: The Modern Library.

Dawkins, M.S. 1995. *Unravelling Animal Behaviour*. Longman, Harlow.

DeWall, C.N., y Maner, J.K. 2008. High status men (but not women) capture the eye of the beholder. *Evolutionary Psychology*, 6(2): 328-341.

Dickerson, S.S., y Kemeny, M.E. 2004. Acute stressors and cortisol responses: A theoretical integration and synthesis of laboratory research. *Psychological Bulletin*, 130: 355-391.

Farkas, L.G. 1998. Age-and-sex related changes in facial proportions. In *Anthropometric Proportions in Medicine*. Ed. L. G. Farkas, I. R. Munro, pp. 29-56. Springfield, IL: Thomas.

Ferdenzi, C., Jean-Francois, L., Leongómez, J.D., y Roberts, S.C. 2011. Digit ratio (2D:4D) predicts facial, but not voice or body odour, attractiveness in men. *Proceedings of the Royal Society. B*, 278: 3551-3557.

Fernandez-Fewell, G.D., y Meredith, M. 1998. Olfactory contribution to Fos expression during mating in inexperienced male hamsters. *Chemical Senses*, 23: 257–267.

Fink, B., Neave, N., Manning, J.T., y Grammer, K. 2006. Facial symmetry and judgements of attractiveness, health and personality. *Personality and Individual Differences*, 41: 491-499.

Fink, B., Neave N., Manning, J.T., y Grammer, K. 2005. Facial symmetry and the “big-five” personality factors. *Personality and Individual Differences*, 39 (3): 523-529.

Furlow, F.B., Armijo-Prewitt, T., Gangestad, S.W., y Thornhill, R. 1997. Fluctuating asymmetry and psychometric intelligence. *Proceedings of the Royal Society of London. B*, 264: 823-829.

Gangestad, S.W., y Buss, D.M. 1993. Pathogen prevalence and human mate preferences. *Ethology and Sociobiology*, 14: 89-96.

Gangestad, S.W., Merriman, L.A., y Thompson, E.M. 2010. Men's oxidative stress fluctuating asymmetry and physical attractiveness. *Animal Behaviour*, 80: 1005-1013.

Gangestad, S.W., Thornhill, R., y Yeo, R.A. 1994. Facial attractiveness, developmental stability and fluctuating asymmetry. *Ethology and Sociobiology*, 15: 73-85.

Gangestad, S.W., y Simpson J.A. 2000. The evolution of human mating: trade-offs and strategic pluralism. *Behavioral and Brain Sciences*, 23: 573-644.

Gangestad, S.W., y Thornhill, R. 1998. Menstrual cycle variation in women's preferences for the scent of symmetrical men. *Proceedings of the Royal Society of London. B*, 265: 727-733.

Goldberg, L. R. 1999. *A broad-bandwidth, public domain, personality inventory measuring the lower-level facets of several five-factor models*. In *Personality Psychology in Europe* (ed. I. Mervielde, I. Deary, F. De Fruyt & F. Ostendorf), pp. 7-28. Tilburg, The Netherlands: Tilburg University Press.

Grammer, K. 1993. 5-alpha-androst-16en-3alpha-on: a male pheromone? A brief report. *Ethology and Sociobiology*, 14:201-214.

Grammer, K., Fink, B., Møller, A.P., y Thornhill, R. 2003. Darwinian aesthetics: sexual selection and the biology of beauty. *Biological Reviews*, 78: 385-407.

Grammer, K., Fink, B., y Neave, N. 2005. Human pheromones and sexual attraction. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 118 (2): 135-142.

Grammer, K., y Thornhill, R. 1994, Human (*Homo sapiens*) Facial Attractiveness and Sexual Selection: The Role of Symmetry and Averageness. *Journal of Comparative Psychology*, 108 (3): 233-242.

Greene, G.J., y Kipen, H.M. 2002. The vomeronasal organ and chemical sensitivity: a hypothesis. *Environment and Health Perspectives*, 110 (4): 655-661.

Halem, H.A., Cherry, J.A., y Baum, M.J. 1999. Vomeronasal neuroepithelium and forebrain Fos responses to male pheromones in male and female mice. *Journal of Neurobiology*, 39: 249-263.

Halpern, M., y Martínez-Marcos, A. 2003. Structure and function of the vomeronasal system: an update. *Progress in Neurobiology*, 70: 245-318.

Havlicek, J., Roberts, C., y Flegr, J. 2005. Women's preferences for dominant male odour: effects of menstrual cycle and relationship status. *Biology Letters*, 1: 256-259.

Hays, W.S.T. 2003. Human pheromones: have they been demonstrated? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 54 (2): 89-97.

Herz, R.S., y Cahill, E.D. 1997. Differential use of sensory information in sexual behavior as a function of gender. *Human Nature*, 8:275-286.

Hess, U., Adams, R.B Jr., y Kleck, R.E. 2007. Looking at your or looking elsewhere: the influence of head orientation on the signal value of emotional facial expressions. *Motivation and Emotion*, 31: 137-144.

Holtzman, N.S., Augustine, A.A., y Senne, A.L. 2011. Are pro-social or socially aversive people more physically symmetrical? Symmetry in relation to over 200 personality variables. *Journal of Research in Personality*, 45: 687-691.

Jones, B.C., Little, A.C., Boothroyd, L., Feinberg, D.R., Cornwell, R.E., DeBruine, L.M., Roberts, S.C., Penton-Voak, I.S., Law Smith, M.J., Moore, F.R., Davis, H.P., y Perrett, D.I. 2005. Women's physical and psychological condition independently predicts their preference for apparent health in faces. *Evolution and Human Behavior*, 26: 451-457.

Jones, B.C., Little, A.C., Penton-Voak, I.S., Tiddeman, B.P., Burt, D.M., y Perrett, D.I. 2001. Facial symmetry and judgements of apparent health: Support for a "good genes" explanation of the attractiveness-symmetry relationship. *Evolution and Human Behavior*, 22: 417-429.

Kanazawa, S. 2011. Intelligence and physical attractiveness. *Intelligence*, 39: 7-14.

Karlson, P., y Lüscher, M. 1959. "Pheromones": a new term for a class of biologically active substances. *Nature*, 183: 55-56.

Keeney, A., Jessop, D.S., Harbuz, M.S., Marsden, C.A., Hogg, S., y Blackburn-Munro, R.E. 2006. Differential effects of acute and chronic social defeats stress on hypothalamic-pituitary-adrenal axis function and hippocampal serotonin release in mice. *Journal of Neuroendocrinology*, 18: 330-338.

Keverne, E.B. 1999. The vomeronasal organ. *Science*, 286: 716-720.

Kirk-Smith, M., Booth, M.A., y Davies, P. 1978. Human social attitudes affected by androstenol. *Research Communications in Psychology, Psychiatry and Behavior*, 3: 379-384.

Kohl, J.V., Atzmueller, M., Fink, B., y Grammer, K. 2001. Human pheromones: integrating neuroendocrinology and ethology. *Neuroendocrinology Letters*, 22: 309-321.

Lalumiere, M.L., Harris, G.T., y Rice, M.E. 2001. Psychopathy and developmental instability. *Evolution and Human Behavior*, 22: 75-92

Little, A.C., Burt, D.M., y Perrett, D.I. 2006. What is good is beautiful: face preference reflects desired personality. *Personality and Individual Differences*, 41: 1107-1118.

Little, A.C., Paukner, A., Woodward, R.A., y Suomi, S.J. 2012. Facial asymmetry is negatively related to condition in female macaque monkeys. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, DOI 10.1007/s00265-012-1386-4.

Livshits, G., y Kobylanski, E. 1991. Fluctuating asymmetry as a possible measure of developmental homeostasis in humans: a review. *Human Biology*, 63: 441-466.

Lundstrom, J.N., Hummel, T., y Olsson, M.J. 2003. Individual differences in sensitivity to the odor of 4,16-androstadien-3-one. *Chemical Senses*, 28: 643-650.

Martínez-Marcos, A. 2001. Controversies on the human vomeronasal system. *European Journal of Anatomy*, 5: 47-53.

Maruniak, J.A., Wysocki, C.J., y Taylor, J.A. 1986. Mediation of male mouse urine marking and aggression by the vomeronasal organ. *Physiology and Behavior*, 37: 655-657.

Mazur, A. 1973. A cross-species comparison of status in small established groups. *American Sociological Review*, 38: 13-30.

Mazur, A., y Booth, A. 1998. Testosterone and dominance in men. *Behavioral and Brain Sciences*, 21: 353-397.

McClearn, J.J., y Shipley, M.T. 1992. Neuroanatomical substrates of olfaction. En: *Science of Olfaction*. (ed. Por M. Serby y K. Chobor), pp. 126-170, New York: Springer-Verlag.

McClintock, M.K. 1998. On the nature of mammalian and human pheromones. *Annual New York Academy of Sciences*, 855: 390-392.

McClintock, M.K. 2000. *Human pheromone: primers, releasers, signalers or modulators?* In: Wallen, K., Schneider, E. editors. *Reproduction in context*. Cambridge, MA: MIT Press. 335-420pp.

McCoy, N.L., y Pitino, L. 2002. Pheromonal influences on sociosexual behavior in young women. *Physiology and Behavior*, 75: 367-375.

Mehta, P.H., Wuehrmann, E.V., y Josephs, R.A. 2009. When are low testosterone levels advantageous? The moderating role of individual versus intergroup competition. *Hormones and Behavior*, 56: 158-163.

Mehta, P.H., y Josephs, R.A. 2006. Testosterone change after losing predicts the decision to compete again. *Hormones and Behavior*, 50: 684-692.

Mehta, P.H., y Josephs, R.A. 2010. Testosterone and cortisol jointly regulate dominance: Evidence for a dual-hormone hypothesis. *Hormones and Behavior*, 58: 898-906.

Meredith, M. 1998. Vomeronasal, olfactory, hormonal convergence in the brain: cooperation or coincidence? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 885: 349-361.

Meredith, M. 2001. Human vomeronasal organ function: a critical review of best and worst cases. *Chemical Senses*, 26: 433–445.

Miller, S.L., y Maner, J.K. 2010. Scent of a woman. Men's testosterone responses to olfactory ovulation cues. *Psychological Science*, 21 (2): 276-283.

Milne, B.J., Belsky, J., Poulton, R., Thomson, W.M., Caspi, A., y Kieser, J. 2003. Fluctuating asymmetry and physical health among young adults. *Evolution and Human Behavior*, 24: 53-63.

Møller, A.P. 1997. Parasitism and the evolution of host life history. In: Clayton, D.H. & Moore, J. (eds). *Host-Parasite evolution: General principles and asian models*: 105-127. Oxford University Press. Oxford.

Monti-Bloch, L., Jennings-White, C., Dolberg, D.S., y Berliner, D.L. 1994. The human vomeronasal system. *Psychoneuroendocrinology*, 19: 673-686.

Monti-Bloch, L., Diaz-Sanchez, V., Jennings-White, C., y Berliner, D.L. 1998a. Modulation of serum testosterone and autonomic function through stimulation of the male human vomeronasal organ (VNO) with pregna-4,20-diene-3,6-dione. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 65: 237-242.

Monti-Bloch, L., Jennings-White, C., y Berliner, D.L., 1998b. The human vomeronasal system. A review. *Annual New York Academy of Sciences*, 855: 373–389.

Newman, M.L., Sellers, J.G., y Josephs, R.A. 2005. Testosterone, cognition, and social status. *Hormones and Behavior*, 47: 205-211.

O'Doherty, J., Winston, J., Critchley, H.D., Perrett, D., Burt, D.M., y Dolan, R.J. 2003. Beauty in a smile : the role of medial orbitofrontal cortex in facial attractiveness. *Neuropsychologia*, 41 (2): 147-155.

Oliveira, T., Gouveia, M.J., y Oliveira, R.F. 2009. Testosterone responsiveness to winning and losing experiences in female soccer players. *Psychoneuroendocrinology*, 34 (7): 1056-1064.

Overli, O., Olsen, R.E., Lovik, F., y Ringo, E. 1999. Dominance hierarchies in arctic charr, *Salvelinus alpinus*, L.: differential cortisol profiles of dominant and subordinate individuals after handling stress. *Aquaculture Research*, 30: 259-264.

Pelletier, F., Bauman, J., y Fest-Branchet, M. 2003. Fecal testosterone in bighorn sheep (*Ovis canadensis*): behavioral and endocrine correlates. *Canadian Journal of Zoology*, 81: 1678-1684.

Penton-Voak, I.S., Jones, B.C., Little, A.C., Baker, S., Tiddeman, B.M., Burt, D.M., y Perrett, D.I. 2001. Symmetry, sexual dimorphism in facial proportions and male facial attractiveness. *Proceedings of the Royal Society of London. B*, 268: 1617-1623.

Penton-Voak, I.S., y Perrett, D.I. 2001. Male facial attractiveness: perceived personality and shifting preferences for male traits across the menstrual cycle. *Advances in the Study of Behavior*, 30: 219-260.

Perrett, D.I., Burt, D.M., Penton-Voak, I.S., Lee, K.J., Duncan, A.R., y Edwards, R. 1999. Symmetry and human facial attractiveness. *Evolution and Human Behavior*, 20: 195-307.

Perrett, D.I., Penton-Voak, I.S., Rowland, D.R., Yoshikawa, S., Burt, D.M., Henzi, S.P., Castles, D.I., y Akamatsu, S. 1998. Effects of sexual dimorphism on facial attractiveness. *Nature*, 394: 884-887.

Posibleau, M., Lacroix, A., y Chastel, O. 2009. DHEA levels and social dominance relationship in wintering Brent geese (*Branta brenicla brenicla*). *Behavioral Processes*, 80: 99-103.

Pound, N., Penton-Voak, I.S., y Brown, W.M. 2007. Facial symmetry is positively associated with self-reported extraversion. *Personality and Individual Differences*, 43: 1572-1582.

Preti, G., Cutler, W.B., Garcia, C.R., Huggins, G.R., y Lawley, H.J. 1986. Human axillary secretions influences women's menstrual cycles: The role of donor extract of females. *Hormones and Behavior*, 20: 474-482.

Preti, G., Wysocki, C.J., Barnhart, K.T., Sondheimer, S.J., y Leyden, J.J. 2003. Male axillary extracts contain pheromones that affect pulsatile secretion of luteinizing hormone and mood in women recipients. *Biology of Reproduction*, 68: 2107-2113.

Puts, D.A., Hodges, C., Cardenas, R.A., y Gaulin, S.J.C. 2007. Men's voices as dominance signals: vocal fundamental and formant frequencies influence dominance attributions among men. *Evolution and Human Behavior*, 28: 340-344.

Puts, D.A. 2010. Beauty and the beast: Mechanisms of sexual selection in humans. *Evolution and Human Behavior*, 31 (3): 157-175

Rantala, M.J., Eriksson, C.J.P., Vainikka, A., y Kortet, R. 2006. Male steroid hormones and female preference for male body odour. *Evolution and Human Behavior*, 27: 259-269.

Regan, P.C., Levin, L., Sprecher, S., Scott, F.C., y Cate, R. 2000. Partner preferences: what characteristics do men and women desire in their short-term sexual and long-term romantic partners? *Journal of Psychology and Human Sexuality*, 12 (3): 1-12.

Rhodes, G., Zebrowitz, L., Clark, A., Kalick, S.M., Hightower, A., y McKay, R. 2001. Do facial averageness and symmetry signal health? *Evolution and Human Behavior*, 22: 31-46.

Rikowski, A., y Grammer, K. 1999. Human body odour, symmetry and attractiveness. *Proceedings of the Royal Society of London. B*, 266: 869-874.

Roberts, S.C., Kravovich, A., Ferdenzi, C., Saxton, T.K., Jones, B. C., DeBruine, L.M., Little, A.C., y Havlicek, J. 2011. Body odour quality predicts behavioral attractiveness in humans. *Archives of Sexual Behavior*, 40: 1111-1113.

Rowe, R.B., Maughan, B., Worthman, C.M., Costello, J.E., y Angold, A. 2004. Testosterone, antisocial behavior, and social dominance in boys: Pubertal development and biosocial interaction. *Biological Psychiatry*, 55: 546-552.

Sapolsky, R.M. 2005. The influence of social hierarchy on primate health. *Science*, 308: 648-652.

Savic, I., Berglund, H., Gulyas, B., y Roland, P. 2001. Smelling of odorous sex hormone-like compounds causes sex-differentiated hypothalamic activations in humans. *Neuron*, 331: 661-668.

Saxton, T.K., DeBruine, L.M., Jones, B.C., Little, A.C., y Roberts, S.C. 2011. A longitudinal study of adolescents' judgments of the attractiveness of facial symmetry, averageness and sexual dimorphism. *Journal of Evolutionary Psychology*, 1-13.

Scheib, J.E., Gangestad, S.W., y Thornhill, R. 1999. Facial attractiveness, symmetry and cues of good genes. *Proceedings of the Royal Society of London. B*, 266: 1913-1917.

Sell, A., Tooby, J., y Cosmides, L. 2009. Formidability and the logic of human anger. *PNAS*, 106 (35): 15073-15078.

Shackelford, T.K., y Larsen, R.J. 1997. Facial asymmetry as an indicator of psychological, emotional, and physiological distress. *Journal of Personality and Social Psychology*, 72: 456-466.

Shinohara, K., Morofushi, M., Funabashi, T., y Kimura, F. 2001. Axillary pheromones modulate pulsatile LH secretion in humans. *Neuroreport*, 12: 893-895.

Singer, A.G. 1991. A chemistry of mammalian pheromones. *Journal of Steroid Biochemical Molecular Biology*, 39: 627-632.

Singer, A.G., Agosta, W.C., Clancy, A.N. y Macrides, F. 1987. The chemistry of vomeronasally detected pheromones: characterization of an aphrodisiac protein. *Annual New York Academy of Sciences*, 519: 287-298.

Singer, A.G., y Macrides, F. 1990. Aphrodisin: pheromone or transducer? *Chemical Senses*, 15: 199-203.

Slatcher, R.B., Mehta, P.H., y Josephs, R.A. 2011. Testosterone and self-reported dominance interact to influence human mating behavior. *Social Psychological and Personality Science*, 0: 1-9.

Stern, K., y McClintock, M.K. 1998. Regulation of ovulation by human pheromones. *Nature*, 392: 177-179.

Takahashi, T., Ikeda, K., Ishikawa, M., Tsukasaki, T., Nakamada, D., y Tanida S. 2004. Social stress-induced cortisol elevation acutely impairs social memory in humans. *Neuroscience Letters*, 363: 125-130.

Thorne, F., Neave, N., Scholey, A., Moss, M., y Fink, B. 2002. Effects of putative male pheromones on female ratings of male attractiveness: influence of oral contraceptives and the menstrual cycle. *Neuroendocrinology Letters*, 23: 291-297.

Thornhill, R., Gangestad, S.W., Miller, R., Scheyd, G., McCullough, J.K., y Franklin, M. 2003. Major histocompatibility genes, symmetry and body scent attractiveness in men and women. *Behavioral Ecology*, 14: 668-678.

Thornhill, R., y Gangestad, S.W. 1994. Fluctuating asymmetry and human sexual behavior. *Psychological Science*, 5: 297-302.

Thornhill, R., y Gangestad, S.W. 1999. The scent of symmetry: a human sex pheromone that signals fitness? *Evolution and Human Behavior*, 20: 175-201.

Thornhill, R., y Gangestad, S.W. 2006. Facial sexual dimorphism, developmental stability, and susceptibility to disease in men and women. *Evolution and Human Behavior*, 27: 131-144.

Thornhill, R., y Palmer, C.T. 2000. *Una historia natural de la violación: Los fundamentos biológicos de la coerción sexual*. Oceano. Massachusetts Institute of Technology. 341 pp.

Tirindelli, R., Mucignat-Caaretta, C., y Ryba, N.J.P. 1998. Molecular aspects o pheromonal communication via the vomeronasal organ of mammals. *Trends in Neuroscience*, 21: 482-486.

Trotier, D., Eloit, C., Wassef, M., Talmain, G., Bensimon, J.L., Døving, K.B., y Ferrand, J. 2000. The vomeronasal cavity in adult humans. *Chemical Senses*, 25: 369-380.

van Anders, S. 2013. Beyond masculinity: testosterone, gender/sex, and human social behavior in a comparative context. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 34 (3): 198-210.

van der Meij, L., Almela, M., Buunk, A.P., Fawcett, T.W., y Salvador, A. 2012. Men with elevated testosterone levels show more affiliative behaviours during interactions with women. *Proceeding of the Royal Society of London. B*, 279: 202-208.

Van Dongen, S., Comille, R., y Lens, L. 2009. Sex and asymmetry in humans: What is the role of developmental instability? *Journal of Evolutionary Biology*, 22: 612-622.

Van Dongen, S., y Gangestad, S.W. 2011. Human fluctuating asymmetry in relation to health and quality: a meta-analysis. *Evolution and Human Behavior*, 32: 380-398.

van Toller, C., Kirk-Smith, M., Lombard, J., y Dodd, G.H. 1983. Skin conductance and subjective assessments associated with the odour of 5 α -androstan-3-one. *Biological Psychology*, 16: 85-107.

van Valen, L. 1962. A study of fluctuating asymmetry. *Evolution*, 16: 125-142.

von Rueden, C., Gurven, M., y Kaplan, H. 2008. The multiple dimensions of male social status in an Amazonian society. *Evolution and Human Behavior*, 29: 402-415.

Wingfield, J.C., Hegner, R.E., Dufty, A.M. Jr., y Ball, G.F. 1990. The "Challenge Hypothesis": theoretical implications for patterns of testosterone secretion, mating systems, and breeding strategies. *The American Naturalist*, 136: 829-846.

Wyatt, T. 2003. Pheromones and Animal Behavior: Communication by Smell and Taste. Cambridge: Cambridge University Press.

Wysocki, C.J., y Preti, G. 2000. Human body odors and their perception. *Japanese Journal of Taste and Smell Research*, 7: 19-42.

Yeo, R.A., Gangestad, S.W., Edgar, C., y Thoma, R. J. 1999. The evolutionary-genetic underpinnings of schizophrenia: The developmental instability model. *Schizophrenia Research*, 39: 197-206.

Zaidel, D.W., Chen, A.C., y German, C. 1995. She is not a beauty even when she smiles: possible evolutionary basis for a relationship between facial attractiveness and hemispheric specialization. *Neuropsychologia*, 33: 649-655.

11. Anexo

Cuestionario de Asertividad (citado en Havlicek y col., 2005)

1. Me expreso con facilidad.
2. Intento ser el líder.
3. Tomo la responsabilidad automáticamente.
4. Sé cómo convencer a los demás
5. Soy el primero en actuar.
6. Tomo el control de las cosas.
7. Espero a que otros tomen la iniciativa.
8. Dejo que otros tomen las decisiones.
9. Estoy poco motivado a tener éxito.
10. Se me dificulta proponer nuevas ideas.

Cuestionario de Dominancia (Citado en Havlicek y col., 2005)

1. Trato de superar los logros de otros.
2. Trato de superar a los demás.
3. Rápidamente corrijo a los demás.
4. Impongo mi voluntad sobre otros.
5. Pido explicaciones a los demás.
6. Quiero controlar las conversaciones.
7. Doy críticas sin miedo.
8. Desafío otros puntos de vista.
9. Impongo las reglas a los demás.
10. Pongo a la gente bajo presión.
11. Me desagrada parecer insistente.

Cuestionario de Competencia Intrasexual (Buunk y Fisher, 2009)

1. No soporto encontrarme con otro hombre más guapo que yo.

2. No soporto que las mujeres le presten más a atención a un amigo con quien estoy saliendo que a mí.

3. Tengo la tendencia a querer descubrir los defectos de los hombres guapos.

4. Disfruto cuando en una fiesta las mujeres me prestan más atención a mí que a otros hombres.

5. No contrataría con facilidad a un hombre atractivo.

6. Tengo algo en contra de los hombres ambiciosos.

7. Tengo la tendencia a querer descubrir los defectos de los hombres que socialmente tienen mucho éxito.

8. No contrataría a un hombre muy competente.

9. Prefiero ser más gracioso y vivo que otros hombres.

10. Sólo quiero ser un poco mejor que otros hombres.

11. Siempre quiero ganar a otros hombres.

12. No soporto si veo que otros hombres tienen una casa más bonita o un auto más bonito que la mía/ el mío.

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Efectos endocrinos y emocionales de posibles feromonas masculinas sobre la competencia intrasexual en el hombre

El propósito del presente estudio es ampliar el conocimiento respecto al uso de señales químicas en humanos, específicamente qué papel juegan en la identificación de una posible competencia.

Para los hombres: Mi participación consistirá en coleccionar una primera muestra de saliva para medir las concentraciones basales de testosterona y cortisol, oler una camiseta de algodón (nueva o usada previamente), contestar 3 cuestionarios de personalidad y permitir que me tomen una fotografía del rostro para determinar el grado de simetría facial, finalmente coleccionar una segunda muestra de saliva para observar algún cambio en las concentraciones hormonales, todo ello me ocupará 15 minutos.

Los fines del estudio son sólo de investigación y proporcionarán la comprensión de cómo los aspectos de la personalidad, se correlacionan con aspectos de simetría facial y hormonas esteroides, lo cual repercutiría en nuestra concepción de la naturaleza humana abarcando aspectos que van de lo puramente básico o académico hasta lo práctico.

Confidencialidad

Toda la información será manejada por medio de códigos que hacen imposible mi identificación. La información solo será consultada por los investigadores involucrados en el estudio.

Riesgos

En ningún caso, se administrará sustancia alguna, que pueda atentar contra la integridad física o moral de los participantes. Asimismo, las mediciones hormonales se llevan a cabo en saliva, por lo que tampoco se les tomarán muestras sanguíneas, lo que pudiera ser un procedimiento invasivo. En síntesis, este trabajo no violenta ninguna de las Normas Oficiales Mexicana o Internacional de Ética.

He leído la hoja de información y entiendo de qué se trata el estudio, de tal manera, acepto participar voluntariamente. Mi identidad no será revelada en ninguna referencia del estudio o en la publicación de los resultados.

Estoy enterado que puedo suspender mi participación en el estudio en cualquier momento, de la misma manera, mi información será destruida en el momento en que yo decidiera no participar en el estudio.

Si tiene alguna pregunta o duda acerca del estudio, puede contactar a la Dra. Ana Lilia Cerda Molina 41605109.

Nombre y Firma del Participante

Fecha

Testigo

Fecha