



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**REDES SOCIALES EN MACACOS COLA DE MUÑÓN (*Macaca  
arctoides*) EN CAUTIVERIO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**B I Ó L O G A  
P R E S E N T A:**

**OLIVIA PEÑA RAMÍREZ**



**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. RICARDO MONDRAGÓN-CEBALLOS**

**2011**



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.

## Hoja de Datos del jurado

1. Datos del alumno:  
Peña  
Ramírez  
Olivia  
55 62 56 47  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Biología  
301165916
2. Datos del tutor  
Dr.  
Mondragón  
Ceballos  
Ricardo
3. Datos del sinodal 1  
Dr.  
Fernando Alfredo  
Cervantes  
Reza
4. Datos del sinodal 2  
Dr.  
Carlos Rafael  
Cordero  
Macedo
5. Datos del sinodal 3  
Act.  
Alejandro Arnulfo  
Ruiz  
León
6. Datos del sinodal 4  
Biól.  
Rita Virginia  
Arenas  
Rosas
7. Datos del trabajo escrito  
Redes sociales en macacos cola de muñón (*Macaca arctoides*) en cautiverio  
122 p.  
2011

## **AGRADECIMIENTOS.**

Mi más profundo agradecimiento a mis padres por su apoyo incondicional, comprensión, esfuerzo y amor. Por impulsarme en este camino y por su paciencia. Gracias porque a través de su ejemplo y tenacidad he crecido. Los amo.

A ti mi amor, por todo lo que has traído a mi vida, por tu inmenso amor y confianza. Eres mi fuerza y mi luz. Gracias por estar. Te amo con todo mi corazón y soy feliz a tu lado. ¡Huhuhuahah!

A Darío y Kanita por estar siempre conmigo, por las risas y los buenos momentos, por sus consejos y críticas, por el llanto y los pleitos. Gracias porque sin ustedes no hubiera llegado hasta aquí. Los amo y siempre los llevo conmigo.

Gracias a toda mi familia por el aliento y los momentos compartidos. Su presencia en mi vida ha sido decisiva. Aunque estoy tentada a escribir el nombre de cada uno de ustedes saben que el lazo que nos une no lo requiere. Cada uno ha contribuido de manera sustancial en mi formación personal y profesional. Va por ustedes.

De manera especial deseo agradecer a mi director de tesis, el Dr. Ricardo Mondragón-Ceballos por abrirme las puertas del Departamento de Etología, por los grandes retos y por la excelente guía para enfrentar esta travesía. Te admiro como investigador y como persona.

A mis grandes amigos, Luis Felipe, Rubén y Bartolo, porque a su lado compartí las maravillas de la biología, el gusto por la ciencia, las pláticas sin sentido e innumerables risas. Gracias por hacerlo tan divertido. Luis, tal como lo prometí: Sabes que esta tesis hubiera sido concluida desde hace años si no fuera por ti jajajaja. Te quiero, gracias por ser parte de mi vida.

Javier y Dafne, gracias porque nunca me dejaron detenerme, por la diversidad de pláticas y por sus días a mi lado. He aprendido mucho de ustedes y se han vuelto muy importantes en este andar. Gracias Daf por ser mi confidente y por abrirme las puertas de tu casa. Gracias Jav por las buenas charlas, los videos y por siempre hacerme reír. Los quiero.

A mi jurado por su interés y sus valiosos comentarios para enriquecer este trabajo. Gracias Dr. Carlos Cordero, Dr. Fernando Cervantes, Biól. Rita Arenas, Act. Alejandro Ruiz. Gracias también a la Dra. Tania Escalante por haberse tomado el tiempo de leer esta tesis y por sus invaluable observaciones.

Gracias a todos los que le dan vida al Laboratorio de Etología. De manera especial a Claudio por compartir con generosidad sus conocimientos. A Ana Lilia por todo el apoyo brindado, por siempre estar al pendiente y por sus grandes enseñanzas. A Leonor Hernández por ser un ejemplo a seguir. A Pilar Chiappa por su interés y apoyo. A Lilian por la literatura facilitada. Gracias a ustedes no solo por ser extraordinarios compañeros de trabajo, sino por su valiosa amistad.

Gracias al Ing. Jorge Gil, Dr. Raúl Mondragón, Jacobo Montiel y Darren Croft por sus comentarios y ayuda durante los análisis. Gracias por aligerar la carga y labrar el camino para transitar sobre él.

Gracias a todos los que alguna vez compartieron un momento de su vida conmigo: Angelito, Xóchitl, Laura, Elisa, Betito, Héctor, Nacho, José, Vicky, Rosaura, Itzue, Gaby, Rosario, Vladimir, Dany, Araceli, Harry. Aunque la vida nos ha llevado por caminos distintos siguen siendo parte recurrente de mis pensamientos.

A la máxima casa de estudios por todas las oportunidades y las enseñanzas transmitidas.

Y por último y con especial cariño a cada uno de los monos que formaron parte de este estudio. Sin ustedes nada hubiera sido posible. Gracias por permitirme adentrarme en este maravilloso mundo.

*Every object that biology studies is a system of systems*  
*Francois Jacob, 1974*

*Las ciencias están todas entrelazadas entre sí: es mucho más fácil  
aprenderlas todas juntas a la vez que separar una de las otras.*

*René Descartes, 1670*

*I read somewhere that everybody on this planet is separated by only  
six other people. Six degrees of separation. Between us and everybody  
else on this planet.*

*John Guare, 1990*

**ÍNDICE GENERAL**

<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>v</b>
<b>ABREVIATURAS. ....</b>	<b>viii</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN. ....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. El análisis de la estructura social. ....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. La organización social de los primates .....</b>	<b>3</b>
1.2.1. Las características idiosincrásicas y las relaciones sociales de los primates.....	3
<b>1.3. Análisis de redes en primatología.....</b>	<b>6</b>
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>10</b>
<b>3. PREDICCIONES. ....</b>	<b>10</b>
<b>4. OBJETIVOS.....</b>	<b>11</b>
<b>5. MÉTODOS.....</b>	<b>11</b>
<b>5.1. Sujetos de estudio .....</b>	<b>11</b>
<b>5.2. Ubicación y condiciones de cautiverio. ....</b>	<b>13</b>
<b>5.3. Obtención de datos. ....</b>	<b>14</b>
<b>6. ANÁLISIS.....</b>	<b>14</b>
<b>6.1. Captura de datos. ....</b>	<b>14</b>
<b>6.2. Obtención de rangos jerárquicos.....</b>	<b>15</b>
<b>6.3. Pruebas de asociación preferencial y dicotomización de datos. ....</b>	<b>15</b>
<b>6.4. Análisis de redes.....</b>	<b>16</b>
<b>6.5. Análisis estadísticos.....</b>	<b>20</b>
6.5.1. Pruebas de significancia. ....	20
6.5.2. Comparación de redes.....	21
6.5.3. Comparación de atributos.....	21
<b>7. RESULTADOS.....</b>	<b>22</b>
<b>7.1. Rangos jerárquicos. ....</b>	<b>22</b>

<b>7.2. Medidas de grupo.....</b>	<b>23</b>
<b>7.3. Medidas intermedias. Coeficiente de agrupamiento y comunidades. ....</b>	<b>30</b>
7.3.1. Correlaciones entre comunidades. ....	31
7.3.2. Correlación entre comunidades y atributos de los actores .....	33
<b>7.4. Medidas individuales. Centralidad y su asociación con las comunidades y los atributos de los actores.....</b>	<b>35</b>
7.4.1. Correlaciones entre las comunidades y la centralidad de las redes .....	38
7.4.2. Correlaciones entre atributos y centralidades. ....	67
7.4.3. Correlación de conductas, pruebas de Mantel Z.....	80
<b>8. DISCUSIÓN. ....</b>	<b>83</b>
<b>8.1. Medidas de grupo.....</b>	<b>83</b>
8.1.1. Densidad y conectividad.....	83
8.1.2. Distancia geodésica y diámetro.....	85
8.1.3. Transitividad y reciprocidad. ....	86
8.1.4. Selectividad. ....	89
<b>8.2. Medidas intermedias e individuales y su asociación con los atributos de los actores .....</b>	<b>93</b>
8.2.1. Punto de conectividad.....	93
8.2.3. La red social de los macacos cola de muñón del INPRFM: Un enfoque integral. ....	94
<b>9. CONCLUSIONES. ....</b>	<b>105</b>
<b>10. LITERATURA CITADA. ....</b>	<b>108</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>120</b>

## ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro 1. Composición de la colonia de macacos al inicio del estudio (Noviembre de 2008). .....	12
Cuadro 2. Conductas registradas en los periodos de muestreo .....	14
Cuadro 3. Medidas de análisis de la estructura social.....	19
Cuadro 4. Estimadores de grupo de cada conducta y cada bimestre (Noviembre-Diciembre 2008, Enero-Febrero 2009 y Marzo-Abril 2009). D= Diámetro; L= Trayectoria promedio; $\rho$ = Densidad de la red; T= Transitividad; $R_E$ = Vínculos recíprocos; $R_D$ = Diadas recíprocas; $PC_N$ = Punto de conectividad por nodos; $PC_L$ = Punto de conectividad por vínculo; V= Conectividad.....	24
Cuadro 5. Coeficiente de selectividad de Newman ( $r$ ) de las conductas estudiadas en cada bimestre (Noviembre-Diciembre 2008, Enero-Febrero 2009 y Marzo-Abril 2009) y su relación con el rango, edad, sexo, parentesco y grado de cada individuo. ....	27
Cuadro 6. Pruebas de <i>Mantel Z</i> para conocer la correlación de cada conducta en cada bimestre (Noviembre-Diciembre 2008, Enero-Febrero 2009 y Marzo-Abril 2009) con el parentesco biológico y el parentesco adquirido por las adopciones.....	29
Cuadro 7. Coeficiente de agrupamiento ( $C_a$ ) y promedio de cada conducta en cada bimestre (Noviembre-Diciembre 2008, Enero-Febrero 2009 y Marzo-Abril 2009) .....	30
Cuadro 8. Total de subgrupos encontrados por el algoritmo de Newman (2006) de cada red de conducta estudiada (Noviembre-Diciembre 2008, Enero-Febrero 2009 y Marzo-Abril 2009) .....	31
Cuadro 9. Coeficiente de contingencia $C$ entre las comunidades encontradas de cada red a lo largo del estudio. ....	32
Cuadro 10. Índices <i>Eta</i> entre las comunidades encontradas y la edad de los monos y entre las comunidades y rango de los individuos. <i>Coeficiente de contingencia</i> entre las comunidades de cada bimestre, el sexo y parentesco de los monos. (Noviembre-Diciembre 2008, Enero-Febrero y Marzo-Abril 2009).....	34
Cuadro 11. Proporción de centralización por grado ( $k$ ) como receptores ( <i>Entrada</i> ) y como emisores ( <i>Salida</i> ), intermediación ( $B$ ), y por eigenvector ( $E$ ) de cada red en cada bimestre (Noviembre-Diciembre 2008; Enero-Febrero 2009; Marzo-Abril 2009). ....	36
Cuadro 12. Promedios y desviaciones estándar de la centralidad por grado (entrada- $k$ , salida- $k$ ), eigenvector ( $E$ ) e intermediación ( $B$ ) de cada red de conducta en cada bimestre (Noviembre-Diciembre 2008; Enero-Febrero 2009; Marzo-Abril 2009). ....	37

Cuadro 13. Índices <i>Eta</i> calculados entre los índices de centralidad de la red de agresiones y las comunidades de todas las conductas de todos los bimestres. Error típico calculado por una prueba de <i>bootstrap</i> con 10,000 permutaciones. *Error típico <0.15. (Noviembre-Diciembre 2008; Enero-Febrero y Marzo-Abril 2009).....	39
Cuadro 14. Correlaciones de Pearson entre las centralidades por grado (entrada-in, salida-out), intermediación <i>B</i> y eigenvector <i>E</i> de todas las conductas y todos los bimestres de estudio (NOV-DIC: Noviembre-Diciembre 2008; ENE-FEB: Enero-Febrero 2009; MAR-ABR: Marzo-Abril 2009).....	42
Cuadro 15. Índices <i>Eta</i> calculados entre los índices de centralidad de la red de aseo y las comunidades de todas las conductas de todos los bimestres. Error típico calculado por una prueba de <i>bootstrap</i> con 10,000 permutaciones. *Error típico <0.15. (Noviembre-Diciembre 2008; Enero-Febrero y Marzo-Abril 2009).....	44
Cuadro 16. Índices <i>Eta</i> calculados entre los índices de centralidad de la red de contacto y todas las conductas de todos los bimestres. Error típico calculado por una prueba de <i>bootstrap</i> con 10,000 permutaciones. *Error típico <0.15. (Noviembre-Diciembre 2008; Enero-Febrero y Marzo-Abril 2009).....	48
Cuadro 17. Índices <i>Eta</i> calculados entre los índices de centralidad de la red de juego y las comunidades de todas las conductas de todos los bimestres. Error típico calculado por una prueba de <i>bootstrap</i> con 10,000 permutaciones. *Error típico <0.15. (Noviembre-Diciembre 2008; Enero-Febrero y Marzo-Abril 2009).....	52
Cuadro 18. Índices <i>Eta</i> calculados entre los índices de centralidad de la red de proximidad y las comunidades de todas las conductas de todos los bimestres. Error típico calculado por una prueba de <i>bootstrap</i> con 10,000 permutaciones. *Error típico <0.15. (Noviembre-Diciembre 2008; Enero-Febrero y Marzo-Abril 2009).....	56
Cuadro 19. Índices <i>Eta</i> calculados entre las centralidades de las relaciones sexuales y las comunidades de todas las conductas de todos los bimestres. Error típico calculado por una prueba de <i>bootstrap</i> con 10,000 permutaciones. *Error típico <0.15. (Noviembre-Diciembre 2008; Enero-Febrero y Marzo-Abril 2009).....	60
Cuadro 20. Índices <i>Eta</i> calculados entre las centralidades de las relaciones sumisivas y las comunidades de todas las conductas de todos los bimestres. Error típico calculado por una prueba de <i>bootstrap</i> con 10,000 permutaciones. *Error típico <0.15. (Noviembre-Diciembre 2008; Enero-Febrero y Marzo-Abril 2009).....	64
Cuadro 21. Correlaciones de Pearson, entre edad y rango de los individuos y su centralidad, y algoritmo <i>Eta</i> entre centralidad-sexo, centralidad-matrilínea de cada red ** $P \leq 0.01$ ; * $P \leq 0.05$ ; ♣ $0.05 \leq P \leq 0.1$ ; ●Error típico $\leq 0.15$ .....	69
Cuadro 22. Explicación de las representaciones visuales de las imágenes de redes (Figs. 33-39).....	72
Cuadro 23. Pruebas de Mantel Z, con 10,000 pruebas de permutación entre las matrices de cada conducta en cada bimestre. ....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Grupo de macacos cola de muñón ( <i>Macaca arctoides</i> ; I. Geoffroy 1831) y su distribución al sur y sureste de Asia. Tomado de <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Macaca_arctoides">http://es.wikipedia.org/wiki/Macaca_arctoides</a> . ....	8
Figura 2. Plano de las jaulas de la colonia de primates no-humanos del Instituto Nacional de Psiquiatría “Ramón de la Fuente Muñiz. Modificado de López-Vergara (1987). ....	13
Figura 3. Índice de relación simple (SRI) utilizado para calcular el coeficiente de asociación y su significancia entre pares de individuos (diadas). ....	16
Figura 4. Rangos ordinales de las hembras (parte superior) y los machos (parte inferior) a lo largo del estudio. El eje de las abscisas muestra a los individuos, mientras que el eje de las ordenadas muestra los rangos. A menor el rango ordinal, mayor la dominancia. Los extremos de la jerarquía presentan pocos cambios, mientras que las posiciones intermedias tienen mayor variación. La dominancia está representada en su mayoría por machos. .	22
Figura 5. Centralidad por grado de recepción de agresiones ( <i>in-k</i> o <i>entrada-k</i> ) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo abril de 2009.....	38
Figura 6. Centralidad por grado de emisión de agresiones ( <i>salida-k</i> o <i>out-k</i> ) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo abril de 2009.....	40
Figura 7. Centralidad por eigenvector ( <i>E</i> ) de las agresiones de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo abril de 2009. ....	40
Figura 8. Centralidad por intermediación ( <i>B</i> ) de las agresiones de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo abril de 2009. ....	41
Figura 9. Centralidad por grado de recepción de aseo ( <i>entrada-k</i> o <i>in-k</i> ) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo abril de 2009.....	43
Figura 10. Centralidad por grado de emisión de aseo ( <i>salida-k</i> o <i>out-k</i> ) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo abril de 2009.....	45
Figura 11. Centralidad por eigenvector ( <i>E</i> ) del aseo de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo abril de 2009. ....	45
Figura 12. Centralidad por intermediación ( <i>B</i> ) del aseo de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo abril de 2009. ....	46
Figura 13. Centralidad por grado de recepción de contacto ( <i>entrada-k</i> o <i>in-k</i> ) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009. ....	49

Figura 14. Centralidad por grado de emisión de contacto ( <i>salida-k</i> o <i>out-k</i> ) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009. ....	49
Figura 15. Centralidad por eigenvector ( <i>E</i> ) del contacto de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo abril de 2009. ....	50
Figura 16. Centralidad por intermediación ( <i>B</i> ) del contacto de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009. ....	51
Figura 17. Centralidad por grado de recepción de juego ( <i>entrada-k</i> o <i>in-k</i> ) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009. ....	53
Figura 18. Centralidad por grado de emisión de juego ( <i>salida-k</i> o <i>out-k</i> ) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo abril de 2009.....	53
Figura 19. Centralidad por eigenvector ( <i>E</i> ) del juego de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo abril de 2009. ....	54
Figura 20. Centralidad por intermediación ( <i>B</i> ) del juego de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009. ....	54
Figura 21. Centralidad por grado de recepción de proximidad ( <i>entrada-k</i> o <i>in-k</i> ) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009. ....	57
Figura 22. Centralidad por grado de emisión de proximidad ( <i>salida-k</i> o <i>out-k</i> ) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009. ....	57
Figura 23. Centralidad por eigenvector ( <i>E</i> ) de la proximidad de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009. ....	58
Figura 24. Centralidad por intermediación ( <i>B</i> ) de la proximidad de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo abril de 2009. ....	58
Figura 25. Centralidad por conexiones directas de recepción de relaciones sexuales ( <i>entrada-k</i> o <i>in-k</i> ) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009. ....	61
Figura 26. Centralidad por conexiones directas de emisión de relaciones sexuales ( <i>salida-k</i> o <i>out-k</i> ) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009. ....	61
Figura 27. Centralidad por eigenvector ( <i>E</i> ) de las relaciones sexuales de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo abril de 2009.....	62
Figura 28. Centralidad por intermediación ( <i>B</i> ) de las relaciones sexuales de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo abril de 2009.....	62

Figura 29. Centralidad por grado de recepción de sumisiones ( <i>entrada-k o in-k</i> ) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009. ....	65
Figura 30. Centralidad por grado de emisión de conductas sumisivas ( <i>salida-k o out-k</i> ) por parte de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009. ....	65
Figura 31. Centralidad por eigenvector ( <i>E</i> ) de las sumisiones por parte de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009. ....	66
Figura 32. Centralidad por intermediación ( <i>B</i> ) de las conductas sumisivas de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo abril de 2009.....	66
Figura 33. Redes de agresiones encontradas a partir de análisis estructurales de los tres bimestres de estudio. (Para explicación de figura ver Cuadro 22).....	73
Figura 34. Redes de aseo encontradas a partir de análisis estructurales de los tres bimestres de estudio. (Para explicación de figura ver Cuadro 22). ....	74
Figura 35. Redes de contacto encontradas a partir de análisis estructurales de los tres bimestres de estudio. (Para explicación de figura ver Cuadro 22).....	75
Figura 36. Redes de juego encontradas a partir de análisis estructurales de los tres bimestres de estudio. (Para explicación de figura ver Cuadro 22). ....	76
Figura 37. Redes de proximidad encontradas a partir de análisis estructurales de los tres bimestres de estudio. (Para explicación de figura ver Cuadro 22).....	77
Figura 38. Redes de relaciones sexuales encontradas a partir de análisis estructurales de los tres bimestres de estudio. (Para explicación de figura ver Cuadro 22).....	78
Figura 39. Redes de sumisiones encontradas a partir de análisis estructurales de los tres bimestres de estudio. (Para explicación de figura ver Cuadro 22).....	79

**ABREVIATURAS.**

- ***k***: **Grado**.
- ***B***: Centralidad por intermediación.
- ***E***: Centralidad por eigenvector.
- **$C_g$** : Coeficiente de agrupamiento.
- **$PC_N$** : Punto de conectividad por nodo.
- **$PC_L$** : Punto de conectividad por vínculos-
- ***L***: *Trayectoria promedio o distancia geodésica*.
- ***D***: *Diámetro*.
- **$\rho$** : Densidad de la red.
- ***T***: *Transitividad*
- **$R_E$** : Vínculos recíprocos.
- **$R_D$** : Diadas recíprocas.
- ***V***: Conectividad de la red.
- ***r***: Selectividad
- ***E. Típico***: Error típico.
- ***Nov-Dic***: Noviembre-Diciembre de 2008.
- ***Ene-Feb***: Enero-Febrero de 2009.
- ***Mar-Abr***: Marzo-Abril de 2009.
- ***C***: Cuadros de Contingencia.

## **1. INTRODUCCIÓN.**

### **1.1. El análisis de la estructura social.**

Una sociedad es un conjunto finito de conoespecíficos que interactúan regularmente y con mayor frecuencia entre sí que con miembros de otros grupos y se rigen bajo los mismos principios (Simmel, 1939; Struhsaker, 1969; Thierry *et al.*, 2004). Frecuentemente es fácil reconocer una sociedad, aunque en animales que forman parte de una composición variable a menudo resulta un desafío. Los primatólogos han reconocido los siguientes aspectos de las sociedades: organización social, sistema de apareamiento y estructura social (Kappeler y van Schaik, 2002).

La organización social describe el tamaño, la composición sexual y la cohesión espacio temporal de la sociedad. Los sistemas de apareamiento por su parte, explican un subconjunto de las interacciones sociales, esto es, el modo como los individuos obtienen parejas sexuales, número de compañeros sexuales por individuo, las características del vínculo entre la pareja sexual, las pautas de cuidado parental y las implicaciones genéticas de dichas interacciones (Davies, 1993). Mientras que la estructura social ha sido definida como aquellos aspectos del contenido, calidad y patrones de relaciones sociales que muestran regularidades a través de los individuos y sociedades (Hinde 1976a y 1976b).

De manera complementaria se han reconocido 5 niveles de análisis de la estructura social (Hinde, 1976a, 1987). El primer nivel lo constituye la caracterización diferencial de la frecuencia y duración de las conductas propias de la especie por parte de cada miembro del grupo. El segundo nivel son las interacciones que se dan entre los miembros del grupo, en donde se requiere conocer que hacen los individuos juntos (contenido) y cómo lo hacen (calidad). El tercer nivel de análisis lo conforman las relaciones, las cuales involucran una sucesión de interacciones entre dos individuos (diadas) durante un periodo de tiempo. Los patrones de interacción entre tres (triadas) o más individuos dan lugar al cuarto nivel, el cual constituye las redes de información y aparición de subgrupos. El último nivel estudia las interacciones inter-grupales, aparición y mantenimiento de nuevas conductas como producto de la experiencia y el aprendizaje, así como las instituciones que regulan la vida social.

Aunado a lo anterior, se ha postulado que la estructura social es la red de relaciones existentes entre los actores implicados en una sociedad (Radcliffe-Brown, 1961), por lo que las características de los vínculos como un todo, tienen la propiedad de proporcionar interpretaciones de la conducta social de los actores implicados en la red. Adicionalmente, se ha planteado que los actores (nodos) y sus acciones son unidades interdependientes, y que los vínculos relacionales (lazos) entre ellos son canales por donde fluyen o se transfieren recursos. Dichas relaciones son perdurables y forman patrones que influyen sobre las oportunidades o restricciones en las acciones que toman los individuos, lo que constituye un sistema dinámico y en retroalimentación (Wasserman y Faust, 1994).

Wilson (1975) identificó el análisis de redes sociales como una de las principales técnicas para estudiar la sociabilidad en los animales en su libro *“Sociobiología: la nueva síntesis”*. Este análisis provee detalles que mejoran el entendimiento de las implicaciones de la estructura social sobre la adecuación tanto individual como poblacional. La estructura social de una población como lo revelan las redes sociales puede explicarnos por qué un individuo puede ser más susceptible a una enfermedad infecciosa como resultado de su posición particular en la red y por qué la población como un todo puede ser vulnerable a la transmisión de la enfermedad. En biología, este enfoque ha sido usado en algunas áreas -interacción de proteínas (Barabási y Oltvai, 2004), redes neuronales (Laughlin y Sejnowski, 2003) y redes tróficas (Dunne *et al.*, 2002)-, pues se han dado cuenta que para un mejor entendimiento de los sistemas complejos, es necesario estudiar las interacciones entre los componentes del sistema no de una manera aislada, sino como parte de una red de interacciones.

Es así que, la potencialidad del análisis de redes radica en que este puede ser visto desde el punto de vista sociológico convencional, en el sentido de que permite conocer las similitudes y diferencias entre los actores con respecto a un atributo particular. Sin embargo, una de las mayores ventajas resulta cuando en vez de describir a los actores a partir de sus atributos, pueden ser descritos a partir de sus relaciones, y estas son en sí mismas tan importantes como los actores que conectan. Lo anterior, no sólo permite conocer la posición del actor en la red, sino que posibilita examinar cómo los patrones de decisiones individuales dan lugar a patrones holísticos y al revés (Hanneman y Riddle, 2005).

## 1.2. La organización social de los primates

Los individuos de la mayoría de las especies de primates viven en grupos (Fedigan, 1992; Quiatt y Reynolds, 1995), basados en la formación de estructuras complejas de relaciones, debidas a la presencia de interacciones sociales (Armitage, 1986; Massey, 1977; Cheney y Seyfarth, 1990; Singh *et al.*, 1992; Quiatt y Reynolds, 1995; Pastor Nieto, 2001), cuyo establecimiento supone un valor adaptativo, ya que constituye una estrategia que aumenta el número de descendientes de los individuos involucrados, al permitirles resolver problemas ecológicos tales como la depredación y la competencia por recursos alimentarios (Walters y Seyfart, 1987; Dunbar, 1996; Cords 1997; Aureli y de Waal, 2000). Sin embargo, la vida al interior de un grupo de primates supone un fino balance entre conflicto y cooperación (Crook, 1970), ya que el vivir en un sistema en donde cada sujeto construye y mantiene una serie de relaciones que le permiten contender con los requerimientos de la vida social (Hinde, 1983), genera necesidades y expectativas diferentes en cada uno de los individuos que conforman el grupo, por lo que la inversión en relaciones varía dependiendo de los posibles beneficios que pueda obtener de la afiliación que establezca con otros miembros, dependiendo del sexo, edad, rango social y grado de parentesco de ambos interactuantes (Sparks, 1969; Santillán-Doherty, *et al.*, 1991), lo que propicia que las relaciones sean asimétricas (Seyfarth, 1977; O'Brien, 1993).

De este modo, la vida social de los primates no-humanos puede verse como una continua sucesión de decisiones que afectan la vida de los individuos a corto, mediano y largo plazo (Walters y Seyfarth, 1987), conformándose como estrategias que siguen los actores para incrementar su éxito reproductivo (Colmenares, 1996). Dichas estrategias pueden ser inconscientes, aunque según la teoría de la inteligencia maquiavélica de los primates (Byrne y Whiten, 1997), los monos pueden recurrir al uso “convenenciero” de comportamientos agonistas o cooperativos, según lo demande la situación, gracias a un gran desarrollo de la neocorteza que les ha permitido desarrollar comportamientos complejos y conocer las relaciones sociales de otros (Dunbar, 1993, 2003).

### 1.2.1. *Las características idiosincrásicas y las relaciones sociales de los primates.*

Se ha propuesto que las relaciones entre primates son un compromiso a largo plazo y una promesa de ayuda en el futuro ante una situación impredecible (Dunbar, 1996). El mecanismo más directo en

el que los primates invierten en relaciones y establecen alianzas es a través del aseo social (Cheney y Seyfarth, 1990; Dunbar, 1991; Schino, 2001), el cual parece surgir de la necesidad de mantener el pelaje limpio (Hutchins y Barash, 1976); aunque se ha visto que además de su función higiénica primaria y sus efectos relajantes, es una herramienta social que permite la comunicación interindividual (Boccia *et al.*, 1982), restaura y mantiene las relaciones (Dunbar, 1996), siendo la estrategia afiliativa más importante entre los monos del Viejo Mundo (Cheney y Seyfarth, 1990).

Aunado a ello, se ha notado que los monos muestran marcadas preferencias por compañeros de aseo particulares (Cheney y Seyfarth, 1990), siendo entre parientes las interacciones más frecuentes (Seyfarth, 1977) como resultado de la selección familiar (Silk, 1987).

Esta interacción puede estar a su vez influenciada por el sexo de los individuos (Fairbanks y McGuire, 1984; Walters, 1987). En monos del viejo mundo, generalmente son las hembras las que invierten mayor tiempo acicalándose unas a otras (Kaplan, 1987), aunque las interacciones entre machos parecen seguir las mismas características que ellas (Estrada *et al.*, 1977; Simpson, 1973). En los sistemas heterosexuales en donde las hembras asumen los papeles activos y asean repetidamente a los machos dominantes, se consiguen relaciones ventajosas de parte de los dos sexos, ya que se establecen alianzas recíprocas (Seyfarth, 1978; Smuts, 1985).

Además del parentesco y el sexo de los individuos, los monos son atraídos por miembros de su misma edad (López-Luján *et al.*, 1989; Cheney y Seyfarth, 1990; Lindburg, 1973). Se ha documentado que durante los primeros años de vida, el infante dirige la mayor cantidad de aseo a su círculo familiar y a su vez, es foco de gran atención por parte de la madre y otras hembras adultas (Lindburg, 1973; Cheney y Seyfarth, 1990). A medida que el individuo va creciendo, se vuelve más independiente y por tanto el aseo de parte de la madre disminuye, lo que es determinante en el desarrollo de nuevas relaciones afiliativas que permitan la incorporación a la red social de los adultos (Cheney, 1978; Walters y Seyfarth, 1987). En este sentido se ha visto que las hembras inmaduras son muy flexibles en sus relaciones, pues inician muchas interacciones de aseo con individuos no relacionados (Pereira y Altmann, 1985), sobre todo si el recipiente es un sujeto de alto rango del cual pueden obtener beneficios posteriores (Cheney, 1978; Walters, 1981; Silk *et al.*, 1981), a cambio, las jóvenes pueden ofrecer apoyo en situaciones de conflicto y servicios como alo-madres (O'Brien, 1993).

Los machos por su parte, llegan a estar aislados de la red de aseo de las hembras a medida que alcanzan la madurez, como consecuencia directa de su partida del grupo en donde nacieron (Walters, 1987). Quizás sea por eso, que el aseo de los machos subadultos se concentra primariamente en su familia inmediata, aun cuando las relaciones con su madre nunca llegan a ser recíprocas (Sade, 1965; Cheney, 1978; Pereira y Altmann, 1985; Fairbanks y McGuire, 1985). A diferencia de lo que ocurre con la madre, se asean más frecuentemente con sus hermanos y machos subadultos (Colvin, 1983a).

Por otro lado, un componente social que determina en gran medida el comportamiento de los primates, es el sistema de dominancia-subordinación (Cheney y Seyfarth, 1990) en el cual, en presencia de recursos limitados, tales como alimento, parejas sexuales o compañeros de aseo, ocurre una monopolización de estos por algunos individuos (Walters y Seyfarth, 1987). La posición del adulto en la jerarquía regula varios de los aspectos de su interacción con otros miembros, por lo que el mantenimiento de la cohesión del grupo requiere de mecanismos que permitan balancear de manera esencial los aspectos negativos y divisivos de la dominancia (Boelkins, 1968, citado en Carpenter, 1973); dichos mecanismos, se basan en la evolución del comportamiento cooperativo y la resolución de conflictos (de Waal, 1987; Flack y de Waal, 2004) a partir del incremento en las relaciones afiliativas (Silk, 1987), entre las que destacan el aseo social como un medio de reconciliación entre los individuos (Cords, 1988; de Waal, 1989), incremento de la tolerancia alrededor de los recursos (de Waal, 1989), reducción del riesgo de agresión (Silk, 1982; Mondragón-Ceballos, 1989), e intercambio por apoyo en las interacciones agonistas (Seyfarth, 1980; Ventura *et al.*, 2006).

Los modelos tradicionales de aseo predicen que los primates subordinados acicalan en mayor medida a los dominantes que al revés, como una forma de recibir apoyo o beneficios de parte de ellos (Seyfarth, 1977; López-Vergara, 1987; Mondragón-Ceballos, 1989, 2001; Mayagoitia *et al.*, 1993; Ventura *et al.*, 2006); es así que, las hembras con rango social alto resultan más atractivas que las subordinadas (Stammbach y Kummer, 1982).

### 1.3. Análisis de redes en primatología.

Es evidente que el conocimiento de las relaciones establecidas en los grupos sociales, es determinante en el entendimiento de la estructura general y la dinámica interior, de tal manera, que el análisis de los elementos que integran la sociedad de los primates, permite entender las causas y consecuencias de la sociabilidad y el papel de las interacciones en la evolución de esta (Krause y Ruxton, 2002), además de dotar de herramientas que permitan sugerir estrategias de manejo (Anthony y Blumstein, 2000). Sin embargo, aún son pocos los trabajos que abordan el estudio de las redes sociales de los primates atendiendo a un análisis matemático de estas.

Sade (1965, 1972, 1988, 1989) y Chepko-Sade y colaboradores (1979, 1982, 1989), analizaron una colonia de *Macaca mulatta* en Cayo Santiago, Puerto Rico, a partir de un análisis de la red aseo y encontraron que la centralidad (identificación de la importancia de los actores en la red) se correlaciona con el rango de dominancia entre hembras, indicando que las hembras de mayor jerarquía son las más centrales en la red. En el caso de los machos, el dominante tiene el estatus de aseo más alto, pero la posición en la red no se relaciona con su rango, sugiriendo que la red de los machos es menos homogénea que la de las hembras. De igual forma, en el momento de buscar los subgrupos en la red, se encontró que el macho dominante siempre se asocia con el núcleo de las hembras, mientras que un individuo recién incorporado al grupo, se vincula de manera distante y un macho subadulto se asocia en mayor medida con su genealogía. Con base en lo anterior pudieron determinar que la centralidad es un indicador más sensible del estatus de un individuo en la red que lo que lo es el rango de dominancia, de tal forma que pequeños cambios en la jerarquía pueden ser seguidos por grandes cambios en la centralidad; aunque, el desacoplamiento encontrado entre estas dos características en las distintas historias de vida, sugiere que hay una compleja psicología del estatus, más que una simple relación causativa entre las dos variables.

Flack y colaboradores (2005, 2006) analizaron un modelo de poder social en *M. nemestrina* y encontraron que el manejo de conflicto a través de algunos individuos es crucial para el mantenimiento de la estabilidad de la colonia. Hallaron que al extraer a los monos dominantes, los nichos sociales se desestabilizan, de tal modo que los subgrupos se hacen más pequeños y selectivos, lo que disminuye su diversidad, aminorando el paso de información en la red, debido a que se incrementa el diámetro de esta.

Por su parte, al analizar una red de afiliaciones de un grupo de monos araña de vida libre se encontró que las hembras adultas representan el núcleo del grupo, aunque no son selectivas en sus asociaciones, lo que sugiere que el hecho de que estas dejen sus grupos natales influye sobre sus relaciones. Así mismo, los machos adultos son periféricos en la red, pero se asocian más entre ellos que con otros y sus relaciones son producto de un acompañamiento y relaciones activas. En cambio, los machos jóvenes se relacionan con hembras viejas, probablemente por la asociación con sus madres (Ramos-Fernández *et al.*, 2009). Voelk y Kasper (2009) modelaron la dinámica de evolución del comportamiento cooperativo en las redes de interacción de 70 grupos de primates y encontraron que para la mayoría de los grupos, la reciprocidad en la red tiene el potencial de explicar formas de cooperación socialmente aprendidas y que el grado de esta depende parcialmente de la modularidad de comunidades en el grupo.

En machos de macacos de la Bebería se analizó si las interacciones con los infantes estaban relacionadas con la producción de glucocorticoides como indicadores de estrés, haciendo uso de análisis de redes. Los resultados revelaron que los portadores de crías tenían lazos más fuertes con otros machos, pero estos a su vez presentaban un aumento en sus concentraciones hormonales, lo que sugiere que los infantes pueden ser vistos como herramientas sociales costosas que facilitan la creación de redes entre machos (Henkel *et al.*, 2010).

#### **1.4. El sistema social de *Macaca arctoides*.**

*Macaca arctoides*, también conocido como macaco cola de muñón, es un mono de la familia Cercopithecidae que se distribuye de manera natural al sur y sureste de Asia en simpatria con tres especies de macacos (*M. fascicularis*, *M. nemestrina* y *M. mulatta*) (Fig. 1) (Fooden, 1990). Habita en bosques densos y cerca de poblados donde hay cultivos. Se considera una especie de amplia distribución, pues tiene la capacidad de explotar distintos nichos ecológicos, que van desde las costas hasta las cordilleras del Himalaya a 2,400 m (Roonwal y Mohnot, 1977). Estos animales forman grupos numerosos con un sistema multimacho-multihembra, en donde los machos abandonan el grupo al alcanzar la madurez sexual, aunque se ha visto que no todos los machos tienden a emigrar, por lo que se han generado estrategias que permiten establecer alianzas entre individuos a través de redes sociales flexibles, dando lugar a una dominancia relajada propia de la especie (Butovskaya y Kozintsev, 1996). Las hembras entretanto permanecen en el grupo, organizadas en matrilineas

(Roonwal y Monhot, 1977) y aunque, si bien el parentesco biológico define muchas de sus relaciones, se registran marcadas preferencias afiliativas cuando han crecido juntos sin importar si son hermanos o no (Mackenzie *et al.*, 1985; Butovskaya y Kozintsev, 1996).

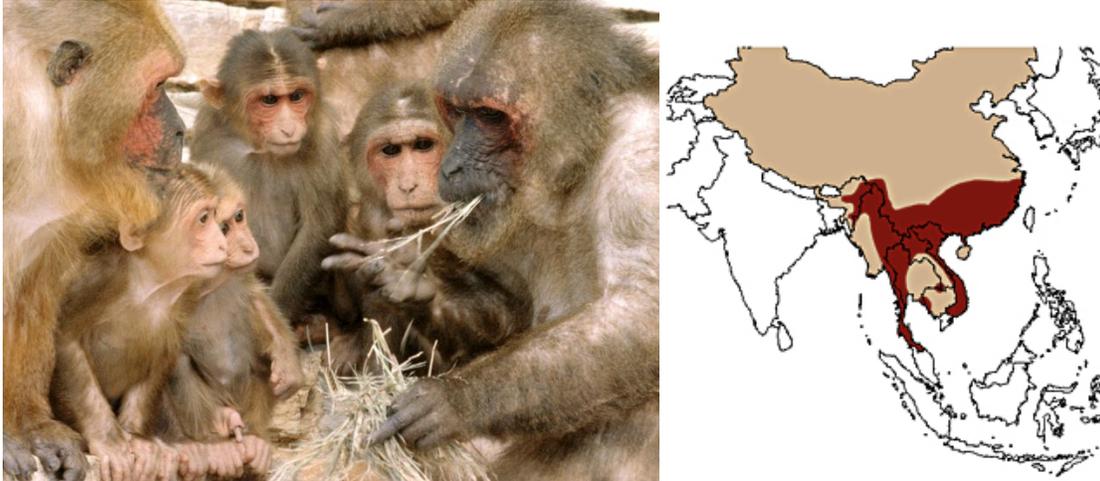


Figura 1. Grupo de macacos cola de muñón (*Macaca arctoides*; I. Geoffroy 1831) y su distribución al sur y sureste de Asia. Tomado de [http://es.wikipedia.org/wiki/Macaca\\_arctoides](http://es.wikipedia.org/wiki/Macaca_arctoides).

La especie presenta dimorfismo sexual, lo que sugiere que haya competencia entre machos y selección de pareja por parte de las hembras (Andersson, 1994) aunque no forman consorcios sexuales como en otros primates (Smuts, 1987a). También se ha documentado su alta sociabilidad (Butovskaya, 1993; Call *et al.*, 1999; Butovskaya y Kozintsev, 1996), con un sistema jerárquico lineal (Santillán-Doherty *et al.*, 1991), sin marcadas diferencias entre sexos en las conductas agonistas (Smuts 1987b) o cooperativas (Mayagoitia *et al.*, 1993) y alta tolerancia hacia los infantes (Hendy-Neely y Rhine, 1977). El macho alfa mantiene la cohesión del grupo y regula el orden de la colonia (Butovskaya y Kozintsev, 1996), aunque algunos individuos de alto rango pueden interferir cuando se generan conflictos en donde están involucrados los infantes o juveniles. Hay tendencias a establecer alianzas para atacar a individuos de bajo rango social. Generalmente los individuos dominantes son más centrales en el grupo, mientras que los subordinados se mantienen en la periferia y tienen limitados los recursos (Fooden, 1990).

En cautiverio se ha encontrado que las hembras subordinadas de grupos heterosexuales, no buscan asear a las dominantes, mientras que en grupos de machos, los sujetos de bajo rango social, mantienen relaciones con individuos de estatus superior, lo que sugiere que el aseo para las hembras

es una manifestación de preferencia individual (Butovskaya y Kozintsev, 1996) y puede estar mediada por los niveles de reciprocidad (Ventura *et al.*, 2006), entretanto, en machos, parece estar relacionado con la lucha por el estatus (Butovskaya y Kozintsev, 1996). Complementariamente se ha visto que las tasas de aseo difieren dependiendo de la composición del grupo (estructura de edades, sexo y rango social) y permiten caracterizar los papeles sociales de cada individuo. Es así que los machos dominantes son máximos receptores y emisores regulares, mientras que las hembras dominantes son buenas receptoras y emisoras. En el caso de los machos subdominantes, estos ocupan posiciones cercanas a los dominantes y las hembras subdominantes se consolidan como las máximas emisoras. Los infantes son buenos receptores y malos emisores. Los animales periféricos de bajo rango y los infantes mayores o jóvenes, se ubican en la zona de aseo escaso (López-Vergara, 1987).

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A diferencia de la mayoría de los estudios de redes sociales en humanos, los trabajos hechos en biología, particularmente en primatología, generalmente se sustentan en el análisis *a posteriori* de la red, es decir, cuando ya se conocen todas las interacciones diádicas que ocurren en el grupo, dejándose de lado los procesos dinámicos que ocurren durante la construcción de la red, los cuales, en último término, son los responsables de la topología de la misma, o bien, se enfocan sobre alguna subred (e.g., el aseo social). En el presente estudio se examina la construcción de redes sociales en una colonia de macacos cola de muñón en cautiverio, a fin de conocer el papel que juegan por un lado las distintas subredes formadas a partir de las interacciones agresivas-sumisivas, aseo, conducta sexual, contacto, proximidad y juego social, y por el otro, las características idiosincrásicas de los sujetos-nodos, tales como el parentesco, sexo, edad y rango jerárquico en la construcción de la estructura social. A partir de lo que se conoce sobre los análisis de redes, los sistemas sociales de los primates y en particular de *M. arctoides*, se plantean varias predicciones que dirigen el desarrollo de este trabajo.

## 3. PREDICCIONES.

Dado que *Macaca arctoides* es una especie altamente sociable, se espera que las subredes no sean tan densas, es decir, que no todos los vínculos posibles estén presentes, aunque sí se prevé que el sistema tenga un alto grado de conectividad y por tanto que la transmisión de información sea rápida. Además, se predice que las relaciones afiliativas tenderán a ocurrir entre parientes, monos que han crecido juntos, sujetos de la misma edad y sexo e individuos no emparentados pero con rangos adyacentes y que el aseo social sea el principal dirigente de este tipo de relaciones.

Por otro lado, se pronostica que las relaciones sigan un modelo transitivo del tipo  $a > b > c$  de tal modo que el rango social dicte en gran medida la dirección de las interacciones lo que a su vez dé como resultado que los individuos dominantes sean los más atractivos socialmente y por tanto los más centrales.

Debido a que el patrón de cópula en esta especie ha promovido una alta competencia intra e intersexual, los machos dominantes no tienen garantizado que otros individuos de menor rango no tengan cópulas clandestinas con las hembras del grupo (De Rutter y Van Hoof, 1993), por lo que se espera que aquellos que monopolicen los recursos sean los individuos de mayor estatus (Estep *et al.*, 1988), aunque hayan conexiones entre otros monos.

#### **4. OBJETIVOS.**

El objetivo general de este estudio fue describir el sistema social de un grupo de macacos cola de muñón (*Macaca arctoides*) cautivos en el Instituto Nacional de Psiquiatría “Ramón de la Fuente Muñiz” a partir de un análisis de redes sociales.

Los objetivos particulares de este estudio consistieron en construir las subredes de aseo social, contacto, proximidad, juego, agresiones, sumisiones y conducta sexual a fin de examinar las características sociales e individuales que influyen sobre la estructura social, la manera en la que los individuos se localizan en la red y los papeles sociales que adoptan.

#### **5. MÉTODOS.**

##### **5.1. Sujetos de estudio**

Se observó una colonia de macacos cola de muñón (*Macaca arctoides*), alojados en el Departamento de Etología del Instituto Nacional de Psiquiatría “Ramón de la Fuente Muñiz” (INPRFM), localizado al sur de la Ciudad de México. El grupo consta de 28 individuos de distintas edades y relaciones de parentesco tanto biológico como adoptivo. Al interior de la colonia se identificaron 3 matrilineas, cuya composición es variable y se desglosa en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición de la colonia de macacos al inicio del estudio (Noviembre de 2008).

Individuo	Sexo	Edad (Años, Meses)	Categoría de edad	Descendencia	Matrilinea
KK	Hembra	3.00	Joven		3
CT	Hembra	5.25	Adulto joven		2
SR	Hembra	5.66	Adulto joven		1, (3)
KL	Hembra	6.41	Adulto joven		3
AC	Hembra	6.83	Adulto joven		1, (3)
CL	Hembra	7.16	Adulto	RE	2
AN	Hembra	8.33	Adulto		1
EL	Hembra	9.16	Adulto	CT, FO	2
LD	Hembra	10.58	Adulto		1
SO	Hembra	11.00	Adulto	KL, (SR), KK, RP	3
MU	Hembra	11.66	Adulto	(AC)	1
RI	Hembra	16.08	Adulto		2
AU	Hembra	19.91	Adulto	JI, MU*, (AN)	1
CU	Hembra	21.33	Viejo		2
JA	Hembra	21.5	Viejo	LD*, AN*, AC*, SR*	1
NU	Hembra	22.5	Viejo		3
MA	Hembra	28.25	Viejo	DW, SO, DF	3
CA	Hembra	35.66	Viejo	JA, AU, AL	1
RP	Macho	1.25	Infante		3
FO	Macho	1.33	Infante		2
RE	Macho	1.41	Infante		2
DF	Macho	8.16	Adulto		3
GA	Macho	14.66	Adulto		2
JI	Macho	14.91	Adulto		1
AL	Macho	18.58	Adulto		1
ES	Macho	18.58	Adulto		2
DW	Macho	21.08	Viejo		3
PO	Macho	21.33	Viejo		3

\*Individuos que no fueron criados por sus madres biológicas; () Crías adoptadas.

## 5.2. Ubicación y condiciones de cautiverio.

La colonia estudiada se aloja en jaulas exteriores trapezoidales de concreto con una malla en el techo, cada una con las siguientes dimensiones: 6m [largo] x 6.2m [lado mayor] x 1.7m [lado menor] x 6m [altura] (Fig. 2). Poseen dos plataformas sólidas que se encuentran adosadas a la pared que forma la parte mayor del trapecio a 1.5 y 3m de altura respectivamente. El acceso a estas, se consigue gracias a un conjunto de tubos metálicos que van del piso al techo, los cuales forman una especie de red al frente. Adicionalmente disponen de pequeñas salidas (1 x 0.75 m), colocadas en las paredes laterales de las jaulas a 6 m de altura, a las cuales se llega por medio de un par de escaleras de metal. Las puertas de acceso a cada una de las jaulas se encuentran situadas sobre los lados menores del trapecio. Un bebedero se sitúa en la parte inferior y se opera por medio de una palanca que permite el flujo de agua cuando es presionada.

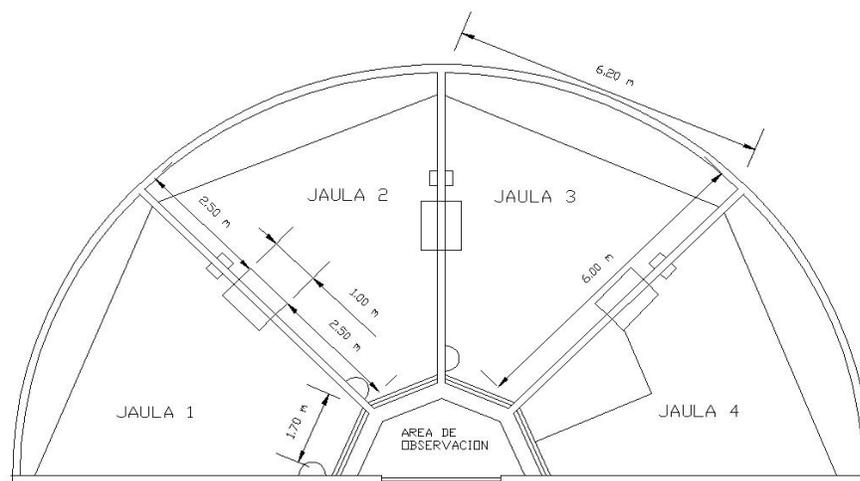


Figura 2. Plano de las jaulas de la colonia de primates no-humanos del Instituto Nacional de Psiquiatría “Ramón de la Fuente Muñiz. Modificado de López-Vergara (1987).

En la jaula 1 se aloja una colonia de monos araña (*Ateles geoffroyi*), mientras que la tropa de macacos se alberga en las jaulas 2, 3 y 4, las cuales están conectadas entre sí por las salidas laterales anteriormente descritas. Parte del enriquecimiento ambiental consiste en un columpio central que pende desde el techo en cada una de las jaulas, una resbaladilla a nivel del piso en la jaula 2, una rueda de juegos de metal en la segunda plataforma de la jaula 3 y una estructura de círculos de metal sobre una de las paredes laterales y una trampa para extracción de animales, todo esto en la jaula 4.

Desde el observatorio se tiene acceso visual a todos los lugares que usan los animales, sin que estos se vean perturbados en sus conductas por los observadores. Todos los días, excepto los domingos, se lavan las jaulas entre 9:00 y 10:00 h. Posterior a esto, se introduce el alimento, el cual consiste principalmente de frutas y verduras de temporada y alimento comercial para primates.

### 5.3. Obtención de datos.

Se llevaron a cabo observaciones de noviembre de 2008 a abril de 2009 en ciclos de media hora constituyendo un total de 7 horas a la semana y tratando de cubrir la mayor parte del día. Durante cada ciclo se registraron las conductas agresivas-sumisivas y sexuales (Cuadro 2) y los actores implicados en cada una de ellas utilizando el método focal con registro continuo (Altmann, 1974; Martin y Bateson, 1991). Debido a que las conductas anteriores ocurren de manera puntual, es posible registrar de manera simultánea las conductas afiliativas (Cuadro 2) por el método de barrido con registro instantáneo (Martin y Bateson, 1991). (Para detalles en las conductas ver Anexo 1).

Cuadro 2. Conductas registradas en los periodos de muestreo

Agresivas	Sumisivas	Sexuales	Afiliativas
Cara de amenaza	Evitar	Levanta caderas	Aseo social
Cara de amenaza con dientes	Presentación pudenda inhibitoria	Inspección genital	Aseo social genital
Cara de amenaza con boca abierta	Congelamiento	Presentación pudenda	Solicitud de aseo
Persecución	Desviar mirada	Carrera de solicitud	Contacto
Fintar	Revolverse	Monta	Proximidad
Carga	Presentación frontal	Penetración	Acurrucarse
Empujar	Presentación lateral	Eyacuación (candado)	Puchero
Bofetada	Huir	Castañeteo en cópula	Seguir
Mordida	Chillido	Danza alrededor	Juego

## 6. ANÁLISIS.

### 6.1. Captura de datos.

Una vez que se obtuvieron los datos de todos los muestreos, se vaciaron a una base de datos en Excel 2007, y se agruparon por bimestres (noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009), con la finalidad de ver si las relaciones eran duraderas o había cambios detectables que modificaran de alguna forma la estructura social. La decisión de agrupar por bimestres surgió de la necesidad de obtener datos suficientes que permitieran un análisis confiable de la jerarquía social de los individuos. Una vez que se hizo la agrupación de datos, se construyeron matrices sociométricas valuadas utilizando consultas de referencias cruzadas en el programa Access 2007.

## **6.2. Obtención de rangos jerárquicos.**

Parte importante de este trabajo radica en la obtención de la jerarquía social de los individuos, por lo que se tomaron las matrices de interacciones agonistas (agresivas-sumisivas), identificando a los emisores y receptores de las mismas y excluyendo a los infantes. Posteriormente los datos fueron analizados con el programa MatMan 1.0 para obtener la jerarquía ordinal de los individuos, bajo el método de De Vries (1998). Cabe mencionar que la descendencia adquiere el mismo rango que el de su madre y eventualmente es dominante sobre las hembras que se subordinan a ella (Walters, 1987), de tal forma que en este estudio se estableció el mismo rango para las madres y sus crías, siempre y cuando estas fueran menores a dos años.

Para facilitar el análisis se procedió a categorizar a los individuos dependiendo del rango que obtuvieron a lo largo del estudio, pues se sabe que sólo unos cuantos individuos son capaces de monopolizar los recursos (Cheney y Seyfarth, 1990). En este sentido si el rango ordinal estaba entre el 1 y 5 se categorizaron como monos dominantes; ente 6-18 como intermedios; y como subordinados si su rango oscilaba entre 19-28.

## **6.3. Pruebas de asociación preferencial y dicotomización de datos.**

Los datos obtenidos de los registros focales fueron utilizados para crear una lista con las frecuencias de asociación de las diadas de cada matriz, las cuales fueron ingresadas al programa SOCPROG 2.4, donde el índice de relación simple fue calculado para cada par de individuos (SRI por sus siglas en inglés) (Croft *et al.*, 2008). Dicho índice mide la fuerza de la asociación entre dos individuos a través de una medida de fuerza en la asociación ( $X$ ), el cual no es otra cosa más que el número de veces que

el par de individuos fueron vistos en el mismo grupo o asociándose.  $Y_a$  representa el número de veces que se vio a  $a$  solo;  $Y_b$  se refiere al número de veces que se vio a  $b$  sin ninguna asociación;  $Y_{ab}$  es el número de veces que se observó a  $a$  y  $b$  en asociaciones distintas (Fig. 3).

$$\text{Simple ratio index} = \frac{X}{X + Y_{ab} + Y_a + Y_b}$$

Figura 3. Índice de relación simple (SRI) utilizado para calcular el coeficiente de asociación y su significancia entre pares de individuos (diadas).

Con la finalidad de filtrar las relaciones o vínculos débiles entre los sujetos y representar solo las interacciones significativas, se utilizaron dos procedimientos de corte. El primero de ellos consistió en calcular la significancia de la relación entre las diadas, llevando a cabo permutaciones de los valores en las matrices de asociación en el programa SOCPROG 2.4; para ello, la matriz con los índices calculados se permutó 10,000 veces, con 100 pruebas por permutación (Bejder *et al.*, 1998). Esta técnica fue elegida debido a que ejerce un control sobre las diferencias en la agregación individual y provee índices de asociaciones preferentes a largo plazo, a través de los periodos de muestreo (Whitehead, 2008). El segundo corte consistió en establecer un intervalo de confianza al 95% utilizando el programa PAWS STATISTICS 18 y tomando solo los valores por encima del intervalo superior.

Una vez conocido el valor de corte para cada matriz, con el programa UCINET 6 (Borgatti *et al.*, 2002), se transformaron las matrices valuadas (frecuencias de interacción) a matrices binarias, en las cuales se asignó un 1 cuando el valor cumplía con los dos criterios anteriores y un 0 si no. A pesar de que la transformación de datos valuados a datos binarios supone una pérdida de información, se ha encontrado que este proceso minimiza cualquier tendencia que pudiera haber afectado el muestreo, lo que es posible dado que el periodo de registro fue corto (Lusseau, 2003 y Lusseau *et al.*, 2003). Además, con la dicotomización, el conjunto de algoritmos de análisis se incrementa, mientras que el poder computacional requerido se minimiza.

#### 6.4. Análisis de redes.

A partir del desarrollo del concepto de estructura social se han construido modelos matemáticos en los que se pueden analizar las relaciones entre los elementos de cualquier sistema complejo. Para

analizar una red social es necesario construir un modelo que represente su composición, estructura y contexto. La composición se refiere al tipo de actores que conforman la red; la estructura se define por los tipos de lazos entre los actores en la red; y el contexto se refiere a las condiciones históricas en las cuales emergen y se transforman las relaciones entre los sujetos, dando lugar a la formación de subgrupos que son más cohesivos en relación al resto de la red (Ruiz-León, 2006).

Conociendo lo anterior y una vez transformados los datos a matrices binarias, se analizaron con los programas UCINET 6 (Borgatti *et al.*, 2002) y NetMiner 3.3 (Cyram, 2008). Con la finalidad de poder describir la estructura social, se calcularon tres grupos de medidas siguiendo a Wey y colaboradores (2008) (Cuadro 3).

1. **Medidas de grupo.** Este conjunto de estimadores permiten describir aspectos de la red desde un punto de vista global. Van más allá de la mera estimación del tamaño del grupo y su composición, además de que son independientes de las relaciones del sistema.
  - 1.1. *Trayectoria promedio (L):* Conexión más corta entre dos individuos cualesquiera, también conocida como geodésica.
  - 1.2. *Diámetro (D):* Es la geodésica más larga dentro de la red. Indica que tan conectada está la red.
  - 1.3. *Cohesión.* Conexión de la red basada en cálculos más detallados.
    - 1.3.1. *Densidad ( $\rho$ ):* El número de vínculos presentes entre el número de vínculos posibles
    - 1.3.2. *Transitividad (T):* Es la propiedad de que dos nodos que son ambos vecinos de un tercer nodo tengan una probabilidad alta de también ser vecinos de otros (Girvan y Newman, 2002).
    - 1.3.3. *Reciprocidad (R):* Refleja si las relaciones son mutuas.
    - 1.3.4. *Selectividad (r):* Refleja si las relaciones entre los sujetos se deben a alguna característica en común y si estos tienden a agruparse solo con individuos de su tipo.

- 
- 1.3.5. *Conectividad (V)*: Proporción de conexión en el sistema.
2. **Medidas intermedias**: Describen las relaciones por encima del nivel individual y por debajo del ámbito global, y su finalidad radica en identificar la presencia de subgrupos en la red debidos a conexiones nodo-nodo, más frecuentes entre sí que entre otros en el sistema.
- 2.1. *Coefficiente de agrupamiento ( $C_d$ )*: Cuantifica la densidad de relaciones entre los vecinos del nodo focal, excluyendo al individuo focal, dividiendo el número de los vínculos existentes entre vecinos entre el número posible de dichos vínculos. Esta medida refleja la distribución de los vínculos.
- 2.2. *Punto de conectividad (PC)*. Mide el número mínimo de nodos o relaciones que deben ser removidos para desconectar a dos individuos de la red. Da una idea de vulnerabilidad del sistema. Un valor promedio alto significa que la estructura social es robusta.
- 2.3. *Comunidades*: Describe en qué grado la red se divide en grupos cohesivos, buscando subgrupos definidos como un conjunto de nodos que se encuentran directamente vinculados entre sí.
3. **Medidas individuales**: Debido a su carácter egocéntrico permiten describir la posición que el individuo tiene en la red.
- 3.1. *Centralidad*: Mide la importancia estructural que un individuo tiene en la red.
- 3.1.1. *Grado ( $k$ )*: El número de vínculos directos que tiene el individuo focal.
- 3.1.2. *Centralidad por intermediación ( $B$ )*: Para el análisis incorpora interacciones indirectas. Esta medida toma en cuenta las trayectorias más cortas entre cualquier par de individuos en donde se encuentra el individuo focal, de tal manera que indica cuán importante es el sujeto como un punto de conexión social y flujo de información (Girvan y Newman, 2002).

3.1.3. *Centralidad por eigenvector (E)*: Se calcula la centralidad de un nodo focal tomando en cuenta de manera proporcional la suma de las centralidades de los nodos vecinos (Newman, 2004). De este modo mide las distancias entre los actores a partir de la localización de cada actor con respecto a cada dimensión (eigenvector), que en conjunto dan idea de la posición social que ocupa cada individuo respecto a otros en el sistema (Bonacich, 1972; Borgatti *et al.*, 2002). De manera esencial mide la calidad de los vínculos.

Cuadro 3. Medidas de análisis de la estructura social.

Grupales		Intermedias	Individuales	
Diámetro (D)		Coeficiente de agrupamiento (C)	Centralidad	Grado (k)
Trayectoria promedio (L)				
Cohesión	Densidad ( $\rho$ )	Punto de conectividad (PC)	Centralidad	Intermediación (B)
	Transitividad (T)			
	Reciprocidad (R)			
	Selectividad (r)	Comunidades por eigenvector	Centralidad	Eigenvector (E)
	Conectividad (V)			

Para conocer la relación que existe entre las redes formadas a partir de las interacciones sociales y las características intrínsecas de los sujetos (sexo, edad, rango social), se calculó el coeficiente de selectividad de Newman (2003). En el caso particular del parentesco, se asignó un número del 1 al 3 a cada individuo dependiendo de la matrilinea a la que correspondían biológicamente (Cuadro 1) y se estimó la selectividad siguiendo el método anteriormente descrito. Además, se consideraron índices de parentesco matrilineales: Madre-hijo(a)= 0.5; hermanos= 0.25 (pues no se conoce la ascendencia paterna); pariente lejano= 0.125 (primos, tíos, sobrinos, nietos); no parientes = 0.081. Dada la endogamia del grupo, este último coeficiente se calculó a partir del promedio de parentesco siguiendo a Van Dyke (2008) y fue asignado a las diadas que no estaban relacionadas al menos por vía materna. A partir de estos coeficientes se crearon dos matrices

simétricas. La primera de ellas consideraba sólo relaciones biológicas, mientras que la segunda tomaba en cuenta las adopciones hechas y los índices se calculaban como pertenecientes a la misma matrilinea.

Posteriormente cada matriz de parentesco se correlacionó con cada matriz de conducta en cada bimestre utilizando una prueba de Mantel Z con 10,000 permutaciones en el programa SOCPROG 2.4. Dicha prueba se describe en la siguiente sección. Todo lo anterior se llevó a cabo a fin de conocer el papel que tenía el parentesco en las relaciones sociales.

Así mismo, para detectar comunidades dentro de la red, se utilizó el algoritmo de Newman (2006), el cual localiza las divisiones naturales de la red buscando los vínculos que corren entre los grupos e identificándolos con una medida de eigenvector.

## **6.5. Análisis estadísticos.**

### *6.5.1. Pruebas de significancia.*

Hanneman y Riddle (2005) plantean que muchas de las herramientas de análisis de redes sociales involucran el uso de funciones matemáticas para describir el sistema social y sus subestructuras. Mas importante aún es que en el momento de realizar pruebas estadísticas aplicables a otros estudios biológicos y sociológicos, dichas pruebas no tienen una aplicación directa cuando se trabaja con redes, debido principalmente, a que el análisis de estas involucra el estudio de las relaciones entre los actores, más que la relación entre las variables (atributos), por lo que las observaciones no son muestras “independientes” de una población. Así pues, las fórmulas estándares que se utilizan generalmente asumen la independencia de los datos, de tal suerte que aplicarlos llevaría a resultados erróneos. Alternativamente, se han diseñado herramientas numéricas, como el *bootstrapping* (aproximaciones muestrales por permutaciones) que permiten hacer estimaciones estadísticas directamente de las redes observadas, usando asignación al azar a través de cientos o miles de ensayos bajo el supuesto de que la hipótesis nula es verdadera (Croft, *et al.*, 2008; Whitehead, 2008). Por lo anterior, para todos los algoritmos analizados en el apartado anterior se llevaron a cabo pruebas de significancia. En el caso del coeficiente de selectividad de Newman se probó la significancia con un procedimiento QAP (Procedimiento de asignación cuadrática), mientras que se emplearon Cadenas de Markov con Simulación Monte Carlo (MCMC) para todos los demás algoritmos

mencionados en la Cuadro 3. En todas las pruebas se utilizaron un total de 50,000 permutaciones, se calcularon los estadísticos descriptivos y se estableció un nivel de significancia de  $P \leq 0.05$  como resultado de pruebas de dos colas.

#### 6.5.2. Comparación de redes.

Para todas las redes se compararon las distribuciones de los valores en las matrices de asociación intra-bimestres e inter-bimestres, con la finalidad de conocer que nexo guardaban las conductas entre sí en un mismo bimestre y a lo largo del tiempo, como una forma de vislumbrar si existen patrones de relación. Dicha comparación se llevó a cabo aplicando pruebas de Mantel Z, entre pares de matrices (X, Y) en el programa SOCPROG 2.4. Esta prueba resulta muy útil, ya que al establecer la correlación, asume que las observaciones para cada conjunto de datos son dependientes (Mantel, 1967), de tal manera que la significancia de dicho estadístico se calcula usando una estrategia de aleatorización en donde las filas y las columnas de cada una de las matrices están sujetas a permutaciones al azar (Hemelrijk, 1990a; Hemelrijck, 1990b; Croft *et al.*, 2008).

#### 6.5.3. Comparación de atributos.

Se compararon los atributos, edad, sexo, rango, centralidad y comunidades, entre sí, llevando a cabo correlaciones de Pearson para variables de razón, y correlaciones no paramétricas para variables categóricas (C de contingencia), mientras que cuando se buscó la asociación entre variables categóricas (e. g. Sexo) y de razón (e. g. Centralidad) se utilizó el algoritmo *Eta*. Cabe mencionar que en este último análisis, el programa PAWS STATISTICS 18 (antes SPSS) no calcula la significancia, pero da la opción de analizar a través de un *bootstrapping*, de tal manera que es posible conocer los errores estándar de la muestra y poder establecer la validez de la prueba.

Cómo una forma de evitar que coeficientes bajos significativos fueran un mero efecto del hecho de trabajar con matrices, se aplicó una corrección de Bonferroni a fin de ser más estrictos a la hora de establecer la significancia de los datos.

## 7. RESULTADOS.

### 7.1. Rangos jerárquicos.

Se obtuvieron los rangos ordinales a partir de 3,363 conductas agonistas. A partir de los resultados se procedió a categorizar a los individuos dominantes si estos ocupaban un rango entre el 1 y el 5, intermedios y se encontró que tanto los monos dominantes (rango ordinal del 1 al 5) como los subordinados (mantienen las posiciones con pocos cambios; no obstante, los rangos intermedios presentan mayor variación, sobre todo en el caso de las hembras. También es evidente que los individuos de alto rango son generalmente machos, mientras que hay más hembras que ocupan las posiciones subordinadas (Fig. 4).

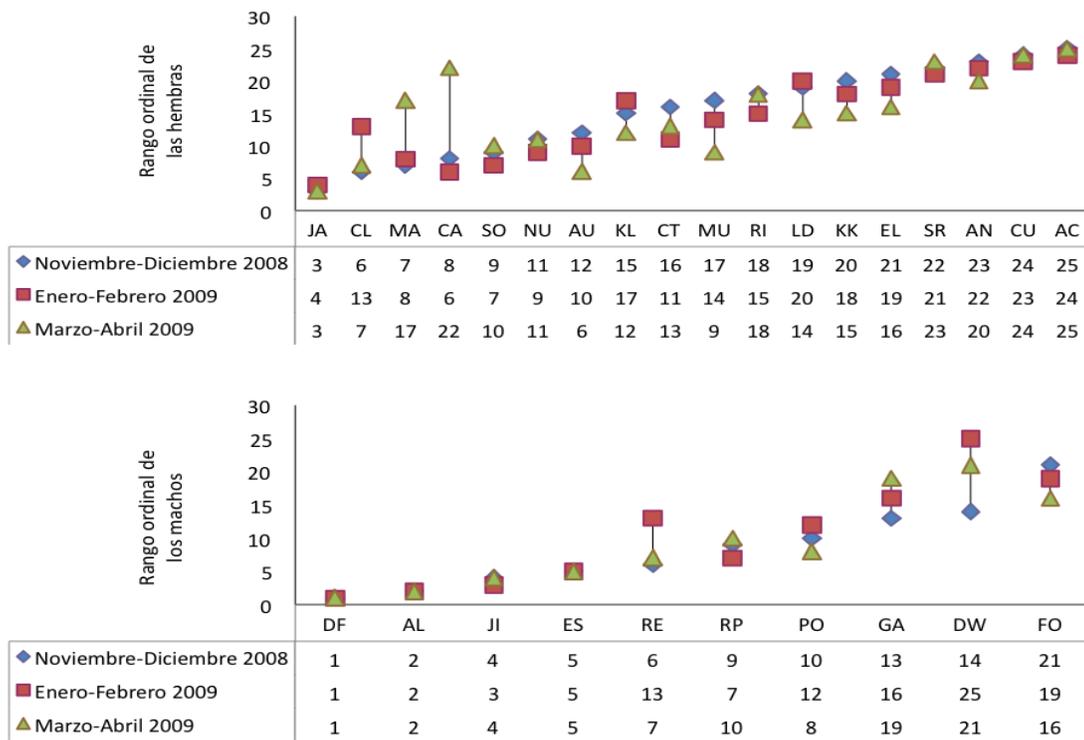


Figura 4. Rangos ordinales de las hembras (parte superior) y los machos (parte inferior) a lo largo del estudio. El eje de las abscisas muestra a los individuos, mientras que el eje de las ordenadas muestra los rangos. A menor el rango ordinal, mayor la dominancia. Los extremos de la jerarquía presentan pocos cambios, mientras que las posiciones intermedias tienen mayor variación. La dominancia está representada en su mayoría por machos.

## 7.2. Medidas de grupo.

Se encontró que el diámetro promedio para todas las redes presentes es  $D=4.667$ . En el Cuadro 4 se observa que sólo los diámetros para las matrices de agresiones en marzo-abril, contacto en enero-febrero y marzo-abril, proximidad en enero-febrero y sexuales durante enero-febrero son significativos. Aunque, también se nota que los promedios por conducta oscilan alrededor de los valores significativos. Se encontró que las agresiones presentan el valor promedio más alto ( $D=6$ ), mientras que los valores más bajos se encuentran en el juego ( $D=2.667$ ). Es necesario aclarar, que el diámetro es una medida que sólo puede ser calculable entre dos nodos asequibles dentro de la red, por lo que, tanto UCINET como NetMiner toman en cuenta sólo a los componentes conexos al momento de calcular este algoritmo. En el caso del juego se observó que dicha actividad está limitada prácticamente a los individuos de menos de 3 años, por lo que no hay conexiones entre estos individuos y otros animales adultos, por ello, dicho diámetro sólo refleja la relación de 3 infantes y un joven. Por otra parte, se encontró que en el aseo y la proximidad son necesarios 4 pasos para que se conecten los dos nodos más alejados de la red.

La longitud de vía promedio ( $L$ ), fue significativa para todas las conductas excepto el juego. El promedio de las distancias de todo el sistema es  $L=1.919$ . Las conductas sexuales presentan la distancia promedio más grande  $L=2.305$ , mientras que la proximidad tiene la longitud más corta  $L=1.753$ .

Al estimar la densidad de la red ( $\rho$ ), se observó que en promedio, solo el 20.8% de las conexiones posibles están en realidad presentes, siendo la proximidad la matriz más densa  $\rho=0.387$ , mientras que el juego y las relaciones sexuales tienen menor densidad con  $\rho=0.025$  y  $\rho=0.116$  respectivamente. La transitividad ( $T$ ) mostró ser significativa para todas las matrices estudiadas, con un valor promedio  $T=0.468$ . Las relaciones sexuales presentan la menor transitividad  $T=0.176$ , mientras que las relaciones sumisivas son las más transitivas  $T=0.633$ .

Cuadro 4. Estimadores de grupo de cada conducta y cada bimestre (Noviembre-Diciembre 2008, Enero-Febrero 2009 y Marzo-Abril 2009). D= Diámetro; L= Trayectoria promedio;  $\rho$ = Densidad de la red; T= Transitividad;  $R_E$ = Vínculos recíprocos;  $R_D$ = Diadas recíprocas;  $PC_N$ = Punto de conectividad por nodos;  $PC_L$ = Punto de conectividad por vínculo; V= Conectividad

Conducta	Bimestres	$D_i$	$L_i$	$\rho$	T	$R_E$	$R_D$	$PC_N$	$PC_L$	V
Agresivas	Noviembre-Diciembre	7	2.336*	0.192	0.470*	0.303*	0.179*	5.974*	3.952*	0.730
	Enero-Febrero	5	1.939*	0.270	0.487*	0.520*	0.351*	7.974*	5.047*	0.860
	Marzo-Abril	6*	2.021*	0.247	0.493*	0.503*	0.336*	7.095*	4.476*	0.730
Aseo	Noviembre-Diciembre	5	2.197*	0.189	0.300*	0.392*	0.243*	5.889*	3.135*	0.794
	Enero-Febrero	4	1.963*	0.249	0.384*	0.394*	0.245*	8.508*	4.870*	0.860
	Marzo-Abril	4	1.907*	0.253	0.418*	0.377*	0.232*	8.688*	4.646*	0.794
Contacto	Noviembre-Diciembre	4	2.059*	0.222	0.366*	0.667*	0.500*	6.103*	4.320*	0.929
	Enero-Febrero	5*	1.967*	0.284	0.468*	0.688*	0.525*	8.122*	5.738*	0.929
	Marzo-Abril	5*	2.044*	0.274	0.462*	0.783*	0.643*	7.016*	5.529*	0.929
Juego	Noviembre-Diciembre	3	1.837	0.033	0.333*	0.560	0.389	0.323*	0.127*	0.040
	Enero-Febrero	2	1.375	0.020	0.727*	0.800	0.667	0.087*	0.048*	0.016
	Marzo-Abril	3	1.500	0.021	0.649*	0.875	0.778	0.070*	0.058*	0.026
Proximidad	Noviembre-Diciembre	4	1.690*	0.399	0.589*	0.775*	0.632*	10.431*	8.317*	1.000
	Enero-Febrero	5*	1.787*	0.373	0.617*	0.844*	0.730*	8.270*	7.056*	0.929
	Marzo-Abril	4	1.783*	0.388	0.631*	0.833*	0.713*	8.579*	7.677*	1.000
Sexuales	Noviembre-Diciembre	5	2.325*	0.106	0.097*	0.550*	0.379*	2.005*	1.296*	0.405
	Enero-Febrero	6*	2.296*	0.120	0.258*	0.484*	0.319*	2.693*	1.590*	0.360
	Marzo-Abril	5	2.294*	0.122	0.172*	0.522*	0.353*	2.648*	1.783*	0.503
Sumisivas	Noviembre-Diciembre	6	2.469*	0.208	0.573*	0.102	0.054	7.854*	3.053*	0.672
	Enero-Febrero b	4	1.708*	0.185	0.649*	0.029	0.014	6.704*	2.431*	0.519
	Marzo-Abril	6	1.812*	0.212	0.676*	0.088	0.046	7.868*	2.831*	0.265

\*Datos significativos con  $P \leq 0.05$ . NOTA: Debido a que en la prueba de significancia utilizada (Cadenas de Markov con simulación Monte Carlo) se generan las matrices a comparar conservando el mismo grado y densidad de la matriz, y está última influye sobre el diámetro, en este cuadro no es relevante la significancia de la densidad  $\rho$  ni del diámetro  $D$ .

Cuando se estimó la proporción de vínculos recíprocos ( $R_E$ ), se encontró que en promedio, el 52.8% de las relaciones entre los individuos son mutuas. Las relaciones de proximidad presentan altos niveles de reciprocidad  $R_E=0.817$ , mientras que pocos vínculos sumisivos son correspondidos  $R_E=0.073$ . Por otro lado, en promedio, 39.7% de las diadas son recíprocas ( $R_D$ ) y al igual que la reciprocidad de los vínculos, la proximidad es muy correspondida  $R_D=0.692$  y las sumisiones no lo son  $R_D=0.038$ .

De igual forma, se encontró que es necesario quitar en promedio a 5.852 individuos ( $PC_N$ ) de la red para desconectar el sistema y 3.713 relaciones ( $PC_L$ ). En ambos casos, las relaciones de proximidad entre los animales genera una red muy robusta con  $PC_N= 9.093$  y  $PC_L=7.683$ , mientras que las redes más vulnerables son las de juego con  $PC_N=0.160$  y  $PC_L=0.078$  y las relaciones sexuales con  $PC_N= 2.449$  y  $PC_L=1.556$ . Es importante recalcar que las sumisiones son muy resistentes a la remoción de individuos  $PC_N= 7.475$ , pero muy vulnerables ante la pérdida de vínculos significativos  $PC_L=2.772$ .

Al analizar la conectividad total de la red ( $V$ ), se encontró que en promedio el 63.28 % de los individuos se encuentran conectados. Las redes de proximidad y contacto son las más altamente conectadas con  $V=0.976$  y  $V=0.929$  respectivamente. Mientras que la red de juego es la menos conectada ( $V=0.027$ ).

*Selectividad.* Se buscaron las relaciones que establecían los monos con otros, dependiendo de sus atributos (rango, sexo, edad, parentesco y grado en la red) y se encontró lo siguiente:

*Agresivas.* Al analizar la manera en la que los atributos de los sujetos permiten establecer las relaciones agresivas, se encontró que no hay asociaciones con el rango ni el parentesco. En cuanto a la edad, hay una ligera tendencia a que en noviembre-diciembre los eventos agresivos se susciten entre monos de distinta edad. Relativo al sexo de los animales, sólo se registró una tendencia en enero-febrero de que monos del mismo sexo se agredan. Por otro lado, se halló que las interacciones agresivas se dan entre monos de grados de conexión diferentes durante los primeros dos bimestres del estudio ( $r_{noviembre-diciembre}= -0.195$ ,  $P=0.038$  y  $r_{enero-febrero}= -0.148$ ,  $P=0.45$ ) (Cuadro 5).

*Aseo.* Se observó que en los bimestres, noviembre-diciembre y enero-febrero los individuos tienden a asear a sujetos de rango distinto al suyo ( $r_{noviembre-diciembre}= -0.095$ ,  $P=0.078$  y

$r_{\text{enero-febrero}} = -0.072$ ,  $P=0.087$ ) (Cuadro 5), mientras que en marzo-abril la tendencia es a asear a monos del mismo rango ( $r_{\text{marzo-abril}} = 0.071$ ,  $P=0.92$ ). En cuanto a la edad de los animales, se encontró que en noviembre-diciembre, el acicalamiento ocurre más entre individuos de distinta edad, mientras que en los siguientes bimestres (enero-febrero y marzo-abril) la tendencia es a relacionarse con otros iguales a ellos. Con respecto al género de los monos, el aseo se establece entre sujetos de distinto sexo en todos los casos, aunque en enero-febrero esto sólo es una tendencia ( $r_{\text{marzo-abril}} = -0.097$ ,  $P=0.079$ ). Se asean más entre parientes, y se relacionan con animales con distinto número de conexiones que ellos en noviembre-diciembre y marzo-abril (Cuadro 5).

*Contacto.* Se encontró que con respecto a la edad, los índices de correlación se incrementan y hay selectividad, es decir, permanecen en contacto de manera significativa con sujetos de la misma edad. En cuanto al sexo, los coeficientes encontrados apenas muestran relaciones tendiendo a la no selectividad sobre todo en enero-febrero. Así mismo, se halló que el contacto ocurre entre parientes, aunque en enero-febrero no llega a ser significativo. En las redes de contacto, ni el rango ni el grado de conexión de los individuos tienen alguna influencia sobre las relaciones (Cuadro 5).

*Juego.* Durante noviembre-diciembre los monos juegan con otros de su mismo rango, distinta edad, no parientes y de distinto grado de conexión, mientras que en el bimestre siguiente (enero-febrero), las relaciones de juego ocurren con sujetos de rangos distintos, la misma edad, diferente sexo, grado y no familiares. De igual modo, se registra una marcada preferencia por establecer conexiones con animales con distinto número de conexiones en la red que ellos (Cuadro 5).

*Proximidad.* Las relaciones de proximidad sólo son claras con respecto al sexo de los monos, ya que prefieren afiliarse con animales de sexo distinto al suyo. Relativo a la edad, se observa que permanecen en cercanía con miembros de la misma edad, aunque esto es significativo en marzo-abril, mientras que en los bimestres anteriores sólo se observa una tendencia. En enero-febrero se asocian con monos de rango distinto al suyo, entretanto, en marzo-abril lo hacen con animales del mismo grado de conexión y en enero-febrero esto sólo es una tendencia. En noviembre-diciembre y marzo-abril, la tendencia es afiliarse con monos con los que no guardan una relación de parentesco (Cuadro 5).

Cuadro 5. Coeficiente de selectividad de Newman ( $r$ ) de las conductas estudiadas en cada bimestre (Noviembre-Diciembre 2008, Enero-Febrero 2009 y Marzo-Abril 2009) y su relación con el rango, edad, sexo, parentesco y grado de cada individuo.

Conducta	Bimestres	Rango	Edad	Sexo	Parentesco	Grado
Agresivas	Noviembre-Diciembre	-0.019	-0.082♣	0.015	-0.002	-0.195*
	Enero-Febrero	-0.015	0.011	0.091	-0.057	-0.148*
	Marzo-Abril	0.039	0.013	0.038	0.003	-0.054
Aseo	Noviembre-Diciembre	-0.095♣	-0.101*	-0.107*	0.083♣	-0.199*
	Enero-Febrero	-0.072♣	0.118*	-0.097♣	0.132*	-0.043
	Marzo-Abril	0.071♣	0.127*	-0.220*	0.109*	-0.195*
Contacto	Noviembre-Diciembre	0.007	0.225*	-0.006	0.122*	-0.017
	Enero-Febrero	-0.009	0.243*	-0.082♣	0.094	-0.082
	Marzo-Abril	0.015	0.311*	0.000	0.102*	0.081
Juego	Noviembre-Diciembre	0.362*	-0.279*	-0.029	-0.484*	-0.743**
	Enero-Febrero	-0.600**	0.224*	-0.169*	-0.600**	-0.169*
	Marzo-Abril	-0.011	-0.007	0.000	-0.570*	-0.603**
Proximidad	Noviembre-Diciembre	-0.051	0.062♣	-0.133*	-0.090♣	0.025
	Enero-Febrero	-0.110*	0.091♣	-0.138*	-0.026	0.071♣
	Marzo-Abril	-0.046	0.103*	-0.148*	-0.060♣	0.168*
Sexuales	Noviembre-Diciembre	-0.413**	0.364*	-0.663**	0.178*	-0.270*
	Enero-Febrero	-0.208*	0.190*	-0.548**	0.047	-0.151*
	Marzo-Abril	-0.110*	0.326*	-0.618**	0.100*	-0.311*
Sumisivas	Noviembre-Diciembre	-0.054	-0.035	0.108*	-0.054	-0.231*
	Enero-Febrero	-0.172*	-0.090♣	0.081♣	0.054	-0.324*
	Marzo-Abril	-0.160*	0.093♣	-0.005	0.007	-0.270*

\*\* $P \leq 0.01$ ; \* $P \leq 0.05$ ; ♣ $0.05 < P < 0.1$

*Sexuales.* Se encontró una marcada preferencia por interactuar sexualmente con individuos de distinto rango, la misma edad, diferente sexo y número de conexiones en el sistema en todo el periodo de muestreo. Las interacciones también ocurren entre parientes, aunque con índices bajos y en el bimestre enero-febrero esto no es significativo (Cuadro 5).

*Sumisivas.* Se advirtió que las sumisiones ocurren entre sujetos de distinto rango sólo en los bimestres enero-febrero y marzo-abril. Sólo se registran tendencia a que las sumisiones ocurran entre individuos de distinta edad en enero-febrero y marzo-abril. En noviembre-diciembre y enero-febrero, los macacos se relacionan sumisivamente con monos del mismo sexo. El parentesco no parece tener algún efecto sobre este tipo de asociaciones, mientras que en el momento de reconocer el papel social de otro, también reconocen que este individuo es de distinta condición social que la suya en todos los bimestres, aunque el coeficiente de selectividad se incrementa en enero-febrero (Cuadro 5).

*Relaciones de parentesco.* Al analizar las relaciones familiares biológicas y adoptivas se encontró que en ambos casos el parentesco se correlaciona positivamente con las conductas afiliativas, aunque las relaciones de proximidad no son tan selectivas como el caso del aseo. El contacto es más selectivo que la proximidad pero no llega a serlo en el mismo nivel que el aseo. De manera importante se nota que las relaciones que toman en cuenta las adopciones de los individuos, permiten que las correlaciones de Pearson se incrementen (Cuadro 6).

Cuadro 6. Pruebas de *Mantel Z* para conocer la correlación de cada conducta en cada bimestre (Noviembre-Diciembre 2008, Enero-Febrero 2009 y Marzo-Abril 2009) con el parentesco biológico y el parentesco adquirido por las adopciones.

Conducta	Bimestres	Parentesco	
		Biológico	Adopciones
Agresivas	Noviembre-Diciembre	0.035	0.011
	Enero-Febrero	0.000	0.014
	Marzo-Abril	0.053	0.071*
Aseo	Noviembre-Diciembre	0.246**	0.275**
	Enero-Febrero	0.286**	0.328**
	Marzo-Abril	0.248**	0.293**
Contacto	Noviembre-Diciembre	0.223**	0.255**
	Enero-Febrero	0.222**	0.261**
	Marzo-Abril	0.225**	0.279**
Juego	Noviembre-Diciembre	-0.045	-0.042
	Enero-Febrero	-0.020	-0.018
	Marzo-Abril	-0.026	-0.022
Proximidad	Noviembre-Diciembre	0.121*	0.185**
	Enero-Febrero	0.132*	0.155*
	Marzo-Abril	0.143*	0.187**
Sexuales	Noviembre-Diciembre	0.039	0.043
	Enero-Febrero	0.039	0.037
	Marzo-Abril	0.048	0.056
Sumisivas	Noviembre-Diciembre	-0.008	-0.010
	Enero-Febrero	0.045	0.046
	Marzo-Abril	0.011	0.030

\* $P \leq 0.05$ ; \*\* $P \leq 0.01$

### 7.3. Medidas intermedias. Coeficiente de agrupamiento y comunidades.

El coeficiente de agrupamiento  $C_a$  es significativo para todas las conductas, excepto juego y sumisiones enero-febrero, siendo la red de proximidad la que presenta el valor más alto, mientras que las conductas sexuales son las menos densas alrededor de los individuos de interés. Así mismo resulta evidente la similitud entre las redes de aseo y las de agresiones a lo largo del estudio (Cuadro 7).

Cuadro 7. Coeficiente de agrupamiento ( $C_a$ ) y promedio de cada conducta en cada bimestre (Noviembre-Diciembre 2008, Enero-Febrero 2009 y Marzo-Abril 2009)

Conducta	Noviembre-Diciembre	Enero-Febrero	Marzo-Abril	$\bar{C}$
Agresivas	0.543*	0.580*	0.504*	0.542
Aseo	0.421*	0.483*	0.539*	0.481
Contacto	0.391*	0.516*	0.486*	0.464
Juego	0.551	0.800	0.700	0.684
Proximidad	0.666*	0.685*	0.668*	0.673
Sexuales	0.132*	0.279*	0.341*	0.251
Sumisivas	0.602*	0.661	0.604*	0.622

\* $P \leq 0.05$

Por otro lado, se encontraron modularidades bajas en las estructuras sociales (0.14-0.28), lo que refleja en gran medida que dichas redes son altamente cohesivas y que los vínculos aunque preferenciales en algunos casos, no impiden el flujo de información a través de la estructura. Se nota que la proximidad presenta sólo dos comunidades, seguido del aseo con tres. En el caso de las otras redes, el número de comunidades es variable, aunque de manera general puede verse que las relaciones afiliativas (aseo, contacto y proximidad) presentan un menor división en subgrupos, mientras que las relaciones agonistas y sexuales tienden a subdividirse en mayor medida. El cuadro 8 presenta los módulos encontrados en cada matriz.

Cuadro 8. Total de subgrupos encontrados por el algoritmo de Newman (2006) de cada red de conducta estudiada (Noviembre-Diciembre 2008, Enero-Febrero 2009 y Marzo-Abril 2009)

Conductas	Noviembre-Diciembre	Enero-Febrero	Marzo-Abril
Agresivas	4	3	3
Aseo	3	3	3
Contacto	2	2	3
Juego	3	2	2
Proximidad	2	2	2
Sexuales	4	3	4
Sumisivas	2	4	3

### 7.3.1. Correlaciones entre comunidades.

Los coeficientes de contingencia  $C$  entre las comunidades muestran que en el caso del aseo, contacto, juego proximidad y relaciones sexuales, los individuos tienden a formar parte de los mismos subgrupos a lo largo del tiempo, lo que es evidente por las correlaciones entre las redes de la misma conducta pero de bimestres distintos. En el caso de las relaciones agonistas esto no ocurre (Cuadro 9)

Por otro lado, se detecta una tendencia a que los individuos que se agredieron más, también se relacionen de manera significativa a través del aseo social. Los monos que permanecieron en contacto en mayor medida durante el bimestre Enero-Febrero 2009, también se agredieron más durante este mismo bimestre y durante el siguiente (Marzo-Abril 2009). Al mismo tiempo, aquellos individuos que se agredieron más durante Noviembre-Diciembre 2008, se asocian sexualmente en los bimestres siguientes, mientras que las comunidades agresivas de Marzo-Abril 2009 se relacionan con las comunidades de relaciones sexuales de todos los bimestres. Es importante notar que aquellos que se agredieron en Enero-Febrero no se relacionaron sexualmente durante ningún bimestre (cuadro 9), aunque hay tendencia a una correlación entre las relaciones sexuales y el aseo dentro del mismo bimestre.

En el cuadro 9 se nota que los miembros de los subgrupos que se asociaban mediante aseo, también permanecían en contacto o proximidad entre sí. También se observa que los monos que se relacionan a través del juego también lo hacen desde el punto de vista sexual (Cuadro 9).

Cuadro 9. Coeficiente de contingencia C entre las comunidades encontradas de cada red a lo largo del estudio.

En el cuadro se nota que las comunidades de aseo, contacto, proximidad y relaciones sexuales tienden a mantenerse a lo largo del tiempo. Los individuos que se asearon con mayor frecuencia, también permanecieron en contacto y en proximidad. Los que mantuvieron algún tipo de relación sexual con mayor frecuencia, también se agredieron y permanecen en contacto y proximidad.

		Agresiones			Aseo			Contacto			Juego			Proximidad			Sexuales			Sumisiones		
		Nov-Dic	Ene-Feb	Mar-Abr	Nov-Dic	Ene-Feb	Mar-Abr	Nov-Dic	Ene-Feb	Mar-Abr	Nov-Dic	Ene-Feb	Mar-Abr	Nov-Dic	Ene-Feb	Mar-Abr	Nov-Dic	Ene-Feb	Mar-Abr	Nov-Dic	Ene-Feb	Mar-Abr
Agresivas	Nov-Dic	-																				
	Ene-Feb	0.507	-																			
	Mar-Abr	0.465	0.383	-																		
Aseo	Nov-Dic	0.577♣	0.402	0.331	-																	
	Ene-Feb	0.613*	0.455	0.490	0.494♣	-																
	Mar-Abr	0.550	0.312	0.572*	0.450	0.549*	-															
Contacto	Nov-Dic	0.362	0.428*	0.257	0.436*	0.530**	0.486*	-														
	Ene-Feb	0.465	0.496**	0.389	0.370	0.508**	0.413♣	0.650**	-													
	Mar-Abr	0.531	0.613**	0.476	0.478♣	0.555*	0.444	0.590**	0.652**	-												
Juego	Nov-Dic	0.852	0.688	0.722	0.722	0.732	0.743	0.572	0.572	0.726	-											
	Ene-Feb	0.885	0.769	0.851	0.784	0.789	0.798	0.689	0.689	0.806	0.968**	-										
	Mar-Abr	0.881	0.772	0.849	0.782	0.789	0.790	0.679	0.679	0.796	0.966*	0.977**	-									
Proximidad	Nov-Dic	0.419	0.437*	0.365	0.350	0.496**	0.459*	0.628**	0.628**	0.644**	0.569	0.707	0.686	-								
	Ene-Feb	0.306	0.437*	0.338	0.428*	0.592**	0.514**	0.628**	0.628**	0.593**	0.585	0.689	0.679	0.649**	-							
	Mar-Abr	0.419	0.437*	0.365	0.350	0.496**	0.459*	0.628**	0.628**	0.644**	0.569	0.707	0.686	0.707**	0.649**	-						
Sexuales	Nov-Dic	0.678	0.517	0.775**	0.622♣	0.427	0.643*	0.422	0.511♣	0.657*	0.863	0.906	0.889	0.484	0.427	0.484	-					
	Ene-Feb	0.817**	0.633	0.802**	0.585	0.588	0.681♣	0.596♣	0.581♣	0.734**	0.916*	0.942*	0.941*	0.604*	0.554	0.604*	0.844**	-				
	Mar-Abr	0.805**	0.591	0.791**	0.630	0.660	0.723*	0.454	0.454	0.663	0.911	0.940*	0.939*	0.473	0.482	0.473	0.847**	0.918**	-			
Sumisiones	Nov-Dic	0.461	0.343	0.221	0.143	0.170	0.000	0.210	0.210	0.337	0.616	0.687	0.689	0.277	0.143	0.277	0.407	0.526	0.430	-		
	Ene-Feb	0.650♣	0.556♣	0.486	0.410	0.288	0.380	0.350	0.350	0.433	0.788	0.852	0.853	0.481*	0.369	0.481*	0.599	0.729	0.695	0.303	-	
	Mar-Abr	0.389	0.231	0.732**	0.292	0.285	0.406	0.249	0.180	0.272	0.616	0.798	0.798	0.221	0.238	0.221	0.722**	0.744**	0.758**	0.257	0.443	-

\*\* P ≤ 0.01; \*P < 0.05; ♣ 0.05 < P < 0.1. NOTA: NOV-DIC: Noviembre-Diciembre 2008; ENE-FEB: Enero-Febrero 2009; MAR-ABR: Marzo-Abril 2009

### 7.3.2. *Correlación entre comunidades y atributos de los actores*

Al analizar las relaciones que guardaban las comunidades con los atributos de los actores, se encontró que con respecto a los subgrupos que se establecen a través de las agresiones, estos no se correlacionan con la edad o rango de los individuos, mientras el sexo de los animales influye en las agresiones de enero-febrero y con respecto al parentesco, la asociación es en marzo-abril (Cuadro 10). Por su parte, la formación de subgrupos en la red de aseo está influida por las relaciones de parentesco entre los animales (Cuadro 10).

Analizando los efectos de los atributos individuales sobre la formación de las agrupaciones establecidas mediante contacto, se encontró que solo en noviembre-diciembre, los contactos ocurren preferentemente entre parientes, mientras que en enero-febrero no hay correlaciones y en marzo-abril, la edad parece tener un efecto (Cuadro 10), lo cual, según los análisis de selectividad de la sección de medidas grupales, indica que los contactos más frecuentes ocurren entre individuos de la misma edad (Cuadro 5).

Relativo a las comunidades de juego no se encontraron relaciones con el sexo, pero sí con el rango y la edad de los individuos (Cuadro 10) en las comunidades de noviembre-diciembre y enero-febrero. No se hallaron relaciones entre las comunidades de marzo-abril y las características idiosincrásicas, aunque los análisis de selectividad de Newman muestran que el juego tiende a ocurrir entre monos no emparentados (Cuadro 5).

Por otro lado, se encontró que sobre las comunidades de proximidad no influye ningún atributo en particular, aunque en enero-febrero la asociación entre parientes sí establece las formas de relación. Mientras que en el caso de los subgrupos de relaciones sexuales, es evidente que el rango influye sobre la formación de estos, mientras que la edad solo contribuye en noviembre-diciembre y enero-febrero y el sexo de los individuos, lo hace en marzo-abril (Cuadro 10). Por último, el sexo de los individuos influye sobre la subdivisión de la red de sumisiones sólo durante el bimestre enero-febrero.

Cuadro 10. Índices *Eta* entre las comunidades encontradas y la edad de los monos y entre las comunidades y rango de los individuos. *Coefficiente de contingencia* entre las comunidades de cada bimestre, el sexo y parentesco de los monos. (Noviembre-Diciembre 2008, Enero-Febrero y Marzo-Abril 2009)

COMUNIDADES		ETA								Contingencia	
		Edad		Rango						Sexo	Parentesco
				Noviembre-Diciembre		Enero-Febrero		Marzo-Abril			
Índice	E. típico	Índice	E. típico	Índice	E. típico	Índice	E. típico				
Agresivas	Noviembre-Diciembre	0.373	0.152	0.460	0.129	0.368	0.130	0.456	0.119	0.200	0.453
	Enero-Febrero	0.390	0.201	0.356	0.148	0.209	0.144	0.318	0.146	0.439*	0.279
	Marzo-Abril	0.531	0.203	0.215	0.127	0.48	0.126	0.477	0.138	0.341	0.538♣
Aseo	Noviembre-Diciembre	0.123	0.138	0.168	0.136	0.107	0.130	0.285	0.147	0.190	0.435
	Enero-Febrero	0.234	0.136	0.141	0.136	0.104	0.133	0.183	0.133	0.144	0.633**
	Marzo-Abril	0.374	0.143	0.270	0.147	0.418	0.152	0.425	0.143	0.161	0.661**
Contacto	Noviembre-Diciembre	0.207	0.139	0.136	0.138	0.184	0.141	0.353	0.154	0.053	0.450*
	Enero-Febrero	0.332	0.151	0.227	0.147	0.246	0.147	0.476	0.139	0.053	0.318
	Marzo-Abril	0.622	0.112 ♀	0.313	0.142	0.236	0.138	0.394	0.144	0.387♣	0.370
Juego	Noviembre-Diciembre	0.741	0.092 ♀	0.717	0.096 ♀	0.726	0.092 ♀	0.675	0.105	0.595	0.748
	Enero-Febrero	0.950	0.041 ♀	0.871	0.072 ♀	0.0907	0.055 ♀	0.942	0.036 ♀	0.677	0.794
	Marzo-Abril	0.870	0.077 ♀	0.875	0.067 ♀	0.914	0.047 ♀	0.942	0.035 ♀	0.688	0.789
Proximidad	Noviembre-Diciembre	0.410	0.149	0.053	0.116	0.113	0.127	0.317	0.154	0.043	0.337
	Enero-Febrero	0.297	0.156	0.013	0.112	0.021	0.116	0.224	0.141	0.043	0.467*
	Marzo-Abril	0.410	0.153	0.053	0.116	0.113	0.127	0.317	0.154	0.043	0.337
Sexuales	Noviembre-Diciembre	0.875	0.053 ♀	0.447	0.124	0.53	0.122	0.653	0.097 ♀	0.295	0.552
	Enero-Febrero	0.779	0.108 ♀	0.626	0.105 ♀	0.665	0.092 ♀	0.800	0.071 ♀	0.410	0.550
	Marzo-Abril	0.892	0.048 ♀	0.566	0.116	0.528	0.121	0.665	0.104	0.383	0.640
Sumisivas	Noviembre-Diciembre	0.134	0.123	0.065	0.115	0.071	0.125	0.216	0.146	0.147	0.085
	Enero-Febrero	0.518	0.114	0.367	0.135	0.346	0.143	0.266	0.132	0.456♣	0.352
	Marzo-Abril	0.509	0.235	0.16	0.117	0.194	0.126	0.298	0.146	0.145	0.378

\*\*  $P \leq 0.01$ ; \*  $P \leq 0.05$ ; ♣  $0.05 < P < 0.1$ ; ♀ Error típico  $< 0.15$ . NOTA: Debido a que el algoritmo *Eta* no calcula significancia, se utilizó el error típico. Un error bajo indica que hay una alta probabilidad de que los conjuntos a comparar estén relacionados, aunque no indica si positiva o negativamente.

#### **7.4. Medidas individuales.** Centralidad y su asociación con las comunidades y los atributos de los actores

Al analizar la proporción de centralización de las redes estudiadas con respecto a una red hipotética ideal, es posible notar que las posiciones sociales están repartidas a lo largo de un buen número de individuos, haciendo las redes poco centralizadas. Sin embargo, la centralización por recepción de sumisiones muestra que sólo unos pocos individuos reciben una buena cantidad de sumisiones por lo que la red es heterogénea (Cuadros 11 y 12), aunque en promedio los individuos se asocian sumisivamente con otros 5 monos. En el caso de las agresiones, aunque la centralización es menor con respecto a las relaciones sumisivas, se mantiene por encima de las relaciones afiliativas y sexuales, de tal modo que sólo algunos individuos participan activamente en los eventos agresivos. En el caso de la emisión de conductas, las redes sumisivas y sexuales muestran una ligera monopolización de los papeles sociales. De manera general, las relaciones afiliativas presentan una repartición más homogénea al momento de ejecutarlas, de tal modo que una buena cantidad de monos tienen una alta probabilidad de entablar relaciones de este tipo con otros miembros del grupo (Cuadro 11), aunque en el caso del aseo y la proximidad hay mayor variabilidad en los emisores de estas, mientras que en las relaciones de contacto, hay mayor variabilidad en cuanto la recepción (Cuadro 12).

Por su parte, en las relaciones sumisivas y sexuales sólo algunos individuos tienen vínculos de buena calidad, mientras que en las agresiones de igual forma, un grupo reducido de animales controla el flujo de este tipo de información (Cuadro 11).

En el caso particular del juego es difícil esclarecer los patrones de relaciones debido a que su red es no conexas, es decir, hay una buena cantidad de individuos aislados, por lo que es necesario tener cuidado al momento de emitir conclusiones a este respecto. Los análisis mostraron que hay mayor monopolización en la recepción de juego que en su emisión. También se observa que el control en el flujo de información es irrelevante, mientras que alguno de los individuos que desarrollan esta conducta posee vínculos de buena calidad (Cuadro 11).

Cuadro 11. Proporción de centralización por grado ( $k$ ) como receptores (*Entrada*) y como emisores (*Salida*), intermediación ( $B$ ), y por eigenvector ( $E$ ) de cada red en cada bimestre (Noviembre-Diciembre 2008; Enero-Febrero 2009; Marzo-Abril 2009).

Conducta	Bimestres	Grado ( $k$ )		Eigenvector ( $E$ )	Intermediación ( $B$ )
		<i>Entrada</i>	<i>Salida</i>		
Agresivas	Noviembre-Diciembre	0.493	0.646	0.335	0.333
	Enero-Febrero	0.604	0.499	0.310	0.281
	Marzo-Abril	0.435	0.435	0.290	0.247
	$\bar{x}$	0.511	0.523	0.312	0.286
Aseo	Noviembre-Diciembre	0.265	0.265	0.197	0.115
	Enero-Febrero	0.203	0.434	0.218	0.070
	Marzo-Abril	0.199	0.314	0.188	0.065
	$\bar{x}$	0.222	0.338	0.201	0.083
Contacto	Noviembre-Diciembre	0.346	0.269	0.301	0.149
	Enero-Febrero	0.243	0.317	0.233	0.132
	Marzo-Abril	0.331	0.292	0.295	0.072
	$\bar{x}$	0.307	0.293	0.276	0.118
Juego	Noviembre-Diciembre	0.196	0.235	0.751	0.056
	Enero-Febrero	0.095	0.210	0.157	0.013
	Marzo-Abril	0.132	0.170	0.155	0.015
	$\bar{x}$	0.423	0.205	0.354	0.028
Proximidad	Noviembre-Diciembre	0.200	0.316	0.164	0.055
	Enero-Febrero	0.381	0.305	0.213	0.081
	Marzo-Abril	0.289	0.289	0.189	0.104
	$\bar{x}$	0.290	0.303	0.189	0.080
Sexuales	Noviembre-Diciembre	0.274	0.274	0.427	0.146
	Enero-Febrero	0.336	0.221	0.378	0.153
	Marzo-Abril	0.373	0.296	0.374	0.239
	$\bar{x}$	0.328	0.354	0.393	0.179
Sumisivas	Noviembre-Diciembre	0.783	0.284	0.330	0.329
	Enero-Febrero	0.844	0.384	0.357	0.105
	Marzo-Abril	0.779	0.395	0.311	0.061
	$\bar{x}$	0.802	0.354	0.333	0.165

Cuadro 12. Promedios y desviaciones estándar de la centralidad por grado (entrada-k, salida-k), eigenvector (E) e intermediación (B) de cada red de conducta en cada bimestre (Noviembre-Diciembre 2008; Enero-Febrero 2009; Marzo-Abril 2009).

Conducta	Bimestres	Grado (k)		Eigenvector (E)	Intermediación (B)
		Entrada	Salida		
		$\bar{k}$ (SD)	$\bar{k}$ (SD)	$\bar{k}$ (SD)	$\bar{k}$ (SD)
Agresivas	Noviembre-Diciembre	5.179 (4.260)	5.179 (4.473)	0.168 (0.087)	0.041 (0.070)
	Enero-Febrero	7.286 (4.978)	7.286 (4.674)	0.174 (0.074)	0.034 (0.056)
	Marzo-Abril	6.679 (4.622)	6.679 (4.736)	0.168 (0.087)	0.033 (0.052)
Aseo	Noviembre-Diciembre	5.107 (2.870)	5.107 (3.468)	0.173 (0.076)	0.041 (0.039)
	Enero-Febrero	6.714 (3.034)	6.714 (4.308)	0.177 (0.066)	0.034 (0.028)
	Marzo-Abril	6.821 (2.660)	6.821 (4.691)	0.179 (0.060)	0.031 (0.028)
Contacto	Noviembre-Diciembre	6.000 (3.443)	6.000 (2.878)	0.172 (0.078)	0.039 (0.043)
	Enero-Febrero	7.679 (3.901)	7.679 (2.879)	0.178 (0.065)	0.036 (0.035)
	Marzo-Abril	7.393 (3.811)	7.393 (2.968)	0.174 (0.073)	0.039 (0.036)
Juego	Noviembre-Diciembre	0.893 (1.423)	0.893 (1.952)	0.116 (0.150)	0.004 (0.012)
	Enero-Febrero	0.536 (1.052)	0.536 (1.401)	0.086 (0.168)	0.000 (0.002)
	Marzo-Abril	0.571 (1.147)	0.571 (1.348)	0.086 (0.169)	0.001 (0.003)
Proximidad	Noviembre-Diciembre	10.786 (4.427)	10.786 (4.578)	0.176 (0.068)	0.027 (0.021)
	Enero-Febrero	10.071 (4.949)	10.071 (4.636)	0.172 (0.077)	0.029 (0.031)
	Marzo-Abril	10.464 (4.625)	10.464 (4.610)	0.171 (0.079)	0.030 (0.032)
Sexuales	Noviembre-Diciembre	2.857 (2.503)	2.857 (2.735)	0.149 (0.116)	0.026 (0.043)
	Enero-Febrero	3.321 (3.413)	3.321 (2.928)	0.153 (0.110)	0.024 (0.044)
	Marzo-Abril	3.286 (3.149)	3.286 (3.183)	0.156 (0.107)	0.029 (0.056)
Sumisivas	Noviembre-Diciembre	5.607 (5.564)	5.607 (4.030)	0.176 (0.068)	0.045 (0.076)
	Enero-Febrero	5.000 (6.036)	5.000 (3.615)	0.174 (0.074)	0.010 (0.023)
	Marzo-Abril	5.714 (5.963)	5.714 (4.325)	0.174 (0.073)	0.013 (0.019)

### 7.4.1. Correlaciones entre las comunidades y la centralidad de las redes

#### 7.4.1.1. Agresiones

Se encontró una tendencia a que las centralidades de las relaciones agresivas de Noviembre-Diciembre y Marzo-Abril se relacionen con las comunidades de las conductas agresivas, contacto y proximidad de su mismo bimestre y los subgrupos a partir del juego de Enero-Febrero (Cuadro 13). También se encontraron asociaciones entre las centralidades de Marzo-Abril y las comunidades de aseo y relaciones sexuales de todos los bimestres y sumisiones de Enero-Febrero y Marzo-Abril. Las centralidades de agresiones de Enero-Febrero se correlacionan con los subgrupos de los contactos de Noviembre-Diciembre y juego de Enero-Febrero y Marzo-Abril. (Cuadro 13).

Con respecto a las medidas individuales, al analizar el grado  $k$  de la red de agresiones, se nota que en promedio, cada individuo establece una conducta agresiva con 6 monos, lo que, es bajo, tomando en cuenta que el sistema se conforma de 28 individuos (Cuadro 12). Las desviaciones estándar denotan que la emisión de agresiones es más heterogénea y por tanto más centralizada con respecto a la recepción de las mismas, aunque la centralización en ambos casos es muy similar ( $\bar{X}_{\text{Entrada}} = 51\%$  y  $\bar{X}_{\text{Salida}} = 52.6\%$ ) (Cuadros 11 y 12). En cuanto a las posiciones individuales se nota que KK y RE son los individuos que reciben el mayor número de agresiones durante los tres bimestres del estudio, mientras que AN es intermedia y los menos agredidos son CA, DF, DW, GA, MA y PO (Fig. 5)

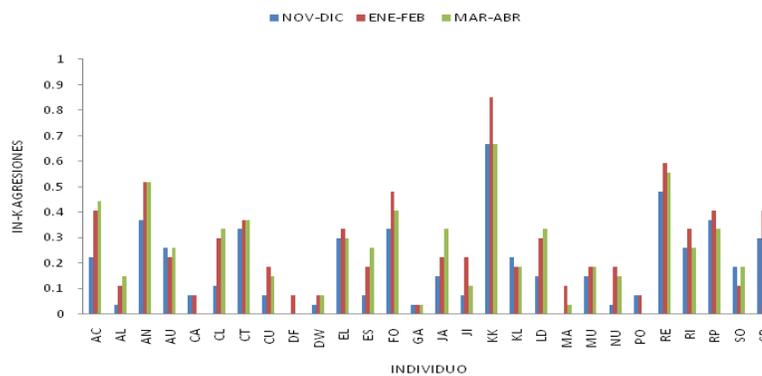


Figura 5. Centralidad por grado de recepción de agresiones ( $in-k$  o  $entrada-k$ ) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo abril de 2009. KK es la hembra que recibe mayor cantidad de agresiones.

Cuadro 13. Índices *Eta* calculados entre los índices de centralidad de la red de agresiones y las comunidades de todas las conductas de todos los bimestres Error típico calculado por una prueba de *bootstrap* con 10,000 permutaciones. \*Error típico <0.15. (Noviembre-Diciembre 2008; Enero-Febrero y Marzo-Abril 2009).

		Centralidad en las relaciones agresivas											
		Noviembre-Diciembre				Enero-Febrero				Marzo-Abril			
COMUNIDAD		<i>E</i>	<i>B</i>	<i>Entrada</i>	<i>Salida</i>	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>Entrada</i>	<i>Salida</i>	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>Entrada</i>	<i>Salida</i>
Agresivas	Noviembre-Diciembre	0.569*	0.247	0.380	0.316	0.284	0.224	0.184	0.302	0.460*	0.303	0.227	0.362
	Enero-Febrero	0.254	0.258	0.216	0.205	0.232	0.237	0.272	0.113	0.613	0.286	0.321	0.600*
	Marzo-Abril	0.424	0.243	0.342	0.413	0.238	0.217	0.285	0.247	0.684*	0.260	0.315	0.557
Aseo	Noviembre-Diciembre	0.346	0.224	0.298	0.267	0.310	0.403	0.305	0.460	0.755*	0.513*	0.711*	0.441
	Enero-Febrero	0.286	0.236	0.402	0.287	0.215	0.223	0.325	0.474	0.705	0.380	0.543**	0.383
	Marzo-Abril	0.231	0.189	0.425	0.289	0.337	0.325	0.241	0.458	0.627*	0.510*	0.566*	0.406
Contacto	Noviembre-Diciembre	0.540*	0.287	0.415	0.480	0.511*	0.285	0.385	0.483	0.586*	0.504*	0.506*	0.537*
	Enero-Febrero	0.505*	0.378	0.398	0.558*	0.468	0.216	0.309	0.353	0.536*	0.437	0.628*	0.345
	Marzo-Abril	0.467	0.364	0.360	0.445	0.325	0.328	0.300	0.404	0.570*	0.338	0.613*	0.404
Juego	Noviembre-Diciembre	0.402	0.345	0.313	0.414	0.119	0.104	0.143	0.068	0.392	0.428	0.342	0.481
	Enero-Febrero	0.453	0.258*	0.459	0.332	0.203	0.239*	0.235	0.068	0.402	0.280*	0.398	0.415
	Marzo-Abril	0.406	0.228	0.389	0.395	0.211	0.179*	0.183	0.077	0.354	0.250	0.367	0.372
Proximidad	Noviembre-Diciembre	0.555*	0.231	0.455	0.531*	0.185	0.369	0.217	0.119	0.644*	0.526*	0.648*	0.621*
	Enero-Febrero	0.484	0.178	0.416	0.481*	0.232	0.102	0.219	0.163	0.710*	0.465*	0.696*	0.590*
	Marzo-Abril	0.571*	0.321	0.503*	0.467	0.201	0.377	0.226	0.152	0.683*	0.304	0.675*	0.628*
Sexuales	Noviembre-Diciembre	0.404	0.301	0.182	0.383	0.096	0.107	0.107	0.210	0.509*	0.421*	0.567*	0.296
	Enero-Febrero	0.427	0.374	0.332	0.329	0.269	0.310	0.203	0.373	0.537*	0.142	0.614*	0.309
	Marzo-Abril	0.379	0.285	0.304	0.332	0.05	0.228	0.167	0.261	0.649*	0.200	0.602*	0.302
Sumisivas	Noviembre-Diciembre	0.277	0.300	0.215	0.328	0.110	0.265*	0.362	0.375	0.393	0.380	0.363	0.263
	Enero-Febrero	0.256	0.291	0.073	0.341	0.230	0.221	0.122	0.434	0.597*	0.205	0.504*	0.314
	Marzo-Abril	0.356	0.356	0.177	0.248	0.059	0.059	0.256	0.240	0.570*	0.570	0.479*	0.386

En cuanto a la emisión de conductas (salida-k) (Fig. 6), son DF y KK, los más activos; AN se sitúa en posición intermedia, mientras que los que menos agreden, son AC, CA, CU, PO, RI y SR.

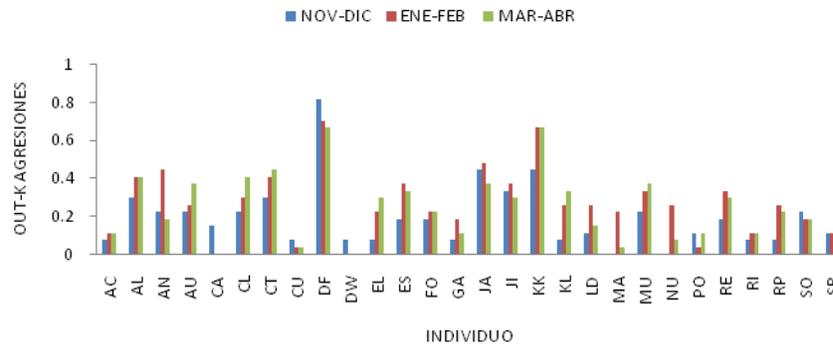


Figura 6. Centralidad por grado de emisión de agresiones (salida-k o *out-k*) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo abril de 2009.

La figura muestra que los individuos que emiten la mayor cantidad de agresiones son el macho dominante DF y la hembra joven KK, mientras que los monos viejos DW y CA pocas veces agreden a otros individuos.

El cálculo por eigenvector, arroja una centralización baja ( $\bar{x}=31.2\%$ ) (Cuadro 11) y se encontró que si bien la primera dimensión de análisis explica los patrones globales, en este caso, sólo describe el 21% de las centralidades de los monos. En promedio, los individuos poseen centralidades entre 0.168 y 0.174 según el bimestre estudiado, con desviaciones estándar bajas, lo que sugiere que hay pocas desigualdades en el poder, debidas a que los monos están muy cercanos entre sí (Fig. 7; Cuadro 12), revelando que este atributo se debe a aspectos locales, más que globales. Los animales más centrales, son KK y DF; los intermedios AN, CT, JA y RE y los periféricos CA, DW, GA, MA y PO.

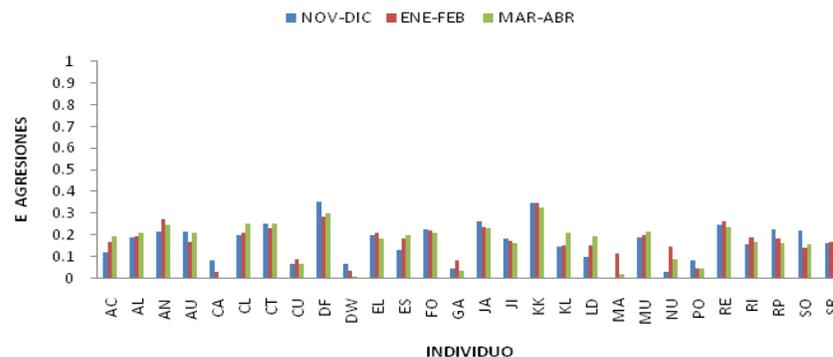


Figura 7. Centralidad por eigenvector ( $E$ ) de las agresiones de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo abril de 2009.

La red es descentralizada. Muchos monos tienen centralidades parecidas, aunque KK y DF tienden a ser los individuos más centrales.

En cuanto a la centralidad por intermediación, se encontró una centralización promedio del 28.7% (Cuadro 11); lo que implica que, poco más del 70% de las conexiones se llevan a cabo sin un intermediario, descentralizando el poder en la red, aun cuando es esta la que posee el mayor número de controladores en el flujo de información; sin embargo, las variaciones encontradas (Cuadro 12 y Figura 8), muestran que KK es la más poderosa en el sistema, y hay suficientes bases estructurales para asegurar que ella hace los tratos y mueve la información de agresiones, aunque JI, AN y RE, son individuos que en algún momento también pueden controlar el envío de este tipo de mensajes; en cambio CA, DW, MA, PO, RI y SO no destacan en estas relaciones.

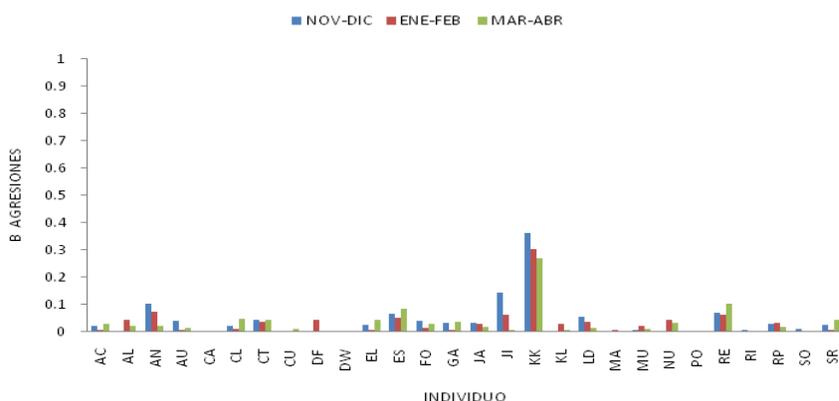


Figura 8. Centralidad por intermediación (*B*) de las agresiones de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009.

La figura muestra que KK es la mona que destaca por controlar el flujo de información de las agresiones.

Una vez conocido lo anterior y analizando la estructura de las redes agresivas, se encontró que los individuos centrales conservan su posición a lo largo del estudio; sin embargo, estos se encuentran repartidos en las distintas comunidades. El macho dominante se encuentra cercano a las hembras núcleo de la conducta, por su parte, los viejos se encuentran en la periferia, mientras que la hembra joven del estudio permanece siendo la más central e intermediaria. El macho dominante se agrede mucho con hembras subordinadas y poco importantes en las redes de aseo en noviembre-diciembre entretanto que en los bimestres siguientes, este se agrede con monos importantes en el aseo y las relaciones sexuales. En marzo-abril, los parientes se agreden más entre sí, que con otros en la red. (Fig. 33 y Cuadro 14).

Cuadro 14. Correlaciones de Pearson entre las centralidades por grado (entrada-in, salida-out), intermediación B y eigenvector E de todas las conductas de estudio (NOV-DIC: Noviembre-Diciembre 2008; ENE-FEB: Enero-Febrero 2009; MAR-ABR: Marzo-Abril 2009).

El cuadro muestra las centralidades de cada conducta se correlacionan con el tamaño del estudio. Las centralidades por eigenvector se correlacionan con coeficientes más altos con las emisiones de las mismas conductas, mientras que la intermediación lo hace con la recepción de estas. Las centralidades por proximidades se correlacionan con casi todas las conductas. El aseo se correlaciona con las agresiones, contacto y proximidad. Las centralidades de las sumisiones se asocian positivamente con las centralidades de las agresiones. Las relaciones sexuales tienden a asociarse con las conductas agonistas. Por su parte el juego se asocia con las conductas agresivas.

Table with columns for conductas (AGRESIVAS, ASEO, CONTACTO, JUEGO, PROXIMIDAD, SEXUALES, SUMISIVAS) and rows for eigenvector (E), intermediación (B), and centralidades (IN, OUT). Includes a 'NOTA' section at the bottom left.

## 7.4.1.2. Aseo

Al analizar la relación que las centralidades de aseo guardan con las comunidades de las conductas estudiadas se encontró que, la intermediación de Noviembre-Diciembre y Marzo-Abril se asocia con las comunidades de juego de todos los bimestres. De igual modo se nota que las comunidades de relaciones sexuales de Marzo-Abril se asocian con la intermediación de Noviembre-Diciembre, el eigenvector y grado por recepciones de aseo de marzo-abril, mientras que las comunidades de agresiones de enero-febrero y marzo-abril se relacionan con el grado de salida (emisiones) de aseo de marzo-abril. Por su parte, los subgrupos de relaciones sexuales de marzo-abril se asocian con la intermediación de la red de aseo de noviembre-diciembre, el eigenvector y el grado de entrada (recepción) del acalamiento de marzo-abril. En el caso de las comunidades de sumisiones de marzo-abril, estas se relacionan con el grado por recepción de aseo del mismo bimestre (Cuadro 15).

Por otro lado, los análisis individuales, a partir del estudio de conexiones directas ( $k$ ) en la red de aseo, muestran que la emisión de esta conducta es más heterogénea y centralizada ( $\bar{k}=33.8\%$ ) que la recepción ( $\bar{k}=22.2\%$ ), la cual, además, es la menos monopolizada de todo el sistema social estudiado (Cuadro 11). En ambos casos (*entrada y salida*), al igual que las agresiones, se asocian con 6 individuos en promedio (Cuadro 12). De manera particular, la recepción de aseo (*in-k*), mostró poca variación (Cuadro 12), aunque, DF y JA reciben la mayor cantidad de aseo; AU, ES, EL y CL, están en una situación intermedia; entretanto, AC, CU, FO y RE, son los menos prestigiosos (Fig. 9)

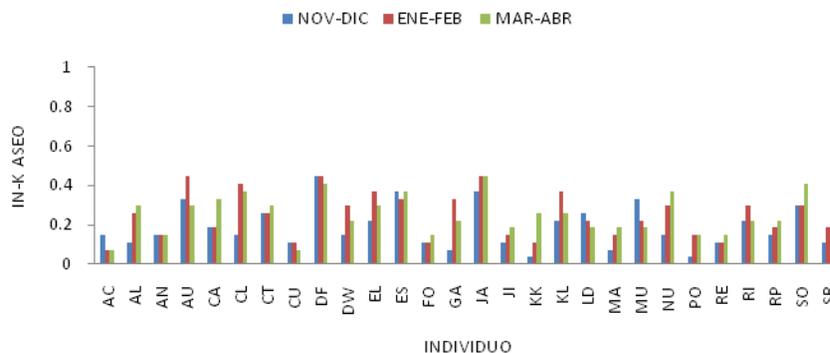


Figura 9. Centralidad por grado de recepción de aseo (*entrada-k o in-k*) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo abril de 2009.

Las red es homogénea, aunque los dominantes (DF y JA) reciben la mayor cantidad de aseo, mientras que monas subordinadas (AC y CU) no reciben mucho.

Cuadro 15. Índices *Eta* calculados entre los índices de centralidad de la red de aseo y las comunidades de todas las conductas de todos los bimestres. Error típico calculado por una prueba de *bootstrap* con 10,000 permutaciones. \*Error típico <0.15. (Noviembre-Diciembre 2008; Enero-Febrero y Marzo-Abril 2009).

		Centralidad en las relaciones de aseo											
		Noviembre-Diciembre				Enero-Febrero				Marzo-Abril			
		COMUNIDAD	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>Entrada</i>	<i>Salida</i>	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>Entrada</i>	<i>Salida</i>	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>Entrada</i>
Agresivas	Noviembre-Diciembre	0.261	0.078	0.270	0.239	0.447	0.250	0.149	0.498	0.486	0.213	0.297	0.392
	Enero-Febrero	0.097	0.119	0.156	0.097	0.390	0.399	0.098	0.507	0.467	0.324	0.282	0.523*
	Marzo-Abril	0.118	0.111	0.170	0.217	0.428	0.208	0.104	0.561	0.500	0.195	0.269	0.469*
Aseo	Noviembre-Diciembre	0.092	0.133	0.147	0.066	0.306	0.181	0.225	0.216	0.498	0.278	0.529*	0.223
	Enero-Febrero	0.102	0.096	0.194	0.135	0.411	0.114	0.308	0.168	0.460	0.350	0.360	0.234
	Marzo-Abril	0.181	0.081	0.127	0.107	0.268	0.196	0.106	0.250	0.568*	0.359	0.520*	0.228
Contacto	Noviembre-Diciembre	0.161	0.082	0.213	0.033	0.290	0.181	0.231	0.302	0.423	0.486	0.539*	0.433
	Enero-Febrero	0.219	0.490	0.243	0.258	0.329	0.255	0.374	0.222	0.375	0.383	0.358	0.411
	Marzo-Abril	0.283	0.462	0.279	0.303	0.409	0.400	0.374	0.226	0.441	0.517*	0.403	0.398
Juego	Noviembre-Diciembre	0.338	0.340*	0.298	0.332	0.182	0.191	0.134	0.129	0.233	0.128*	0.192	0.197*
	Enero-Febrero	0.272	0.222*	0.268	0.301	0.118	0.304	0.117	0.104	0.211	0.192*	0.215	0.157
	Marzo-Abril	0.244	0.171*	0.261	0.302	0.041	0.254	0.042	0.093	0.116	0.129*	0.116	0.174
Proximidad	Noviembre-Diciembre	0.111	0.107	0.174	0.103	0.158	0.321	0.226	0.030	0.488	0.053	0.417	0.541
	Enero-Febrero	0.170	0.297	0.250	0.227	0.398	0.260	0.342	0.478	0.431	0.337	0.405	0.463
	Marzo-Abril	0.158	0.317	0.106	0.166	0.374	0.396	0.304	0.427	0.431	0.330	0.434	0.438
Sexuales	Noviembre-Diciembre	0.202	0.353	0.259	0.298	0.305	0.347	0.284	0.361	0.507*	0.275	0.400	0.366
	Enero-Febrero	0.255	0.451	0.353	0.231	0.451	0.265	0.371	0.435	0.442	0.252	0.405	0.353
	Marzo-Abril	0.372	0.452*	0.276	0.435	0.360	0.259	0.184	0.407	0.528*	0.210	0.454*	0.329
Sumisivas	Noviembre-Diciembre	0.222	0.279	0.276	0.200	0.391	0.272	0.374	0.184	0.279	0.214	0.250	0.296
	Enero-Febrero	0.365	0.160	0.279	0.185	0.332	0.358	0.337	0.168	0.423	0.185	0.410	0.294
	Marzo-Abril	0.121	0.121	0.198	0.146	0.347	0.347	0.381	0.088	0.381	0.381	0.439*	0.444

La emisión de aseo (*out-k*) varía moderadamente entre individuos (Cuadro 11). Los animales más influyentes son, AN y CT, aunque, AC, EL y KK las siguen muy de cerca. Por otro lado, los que menos asean son, CA, DW, FO, PO, RE y RP (Fig. 10)

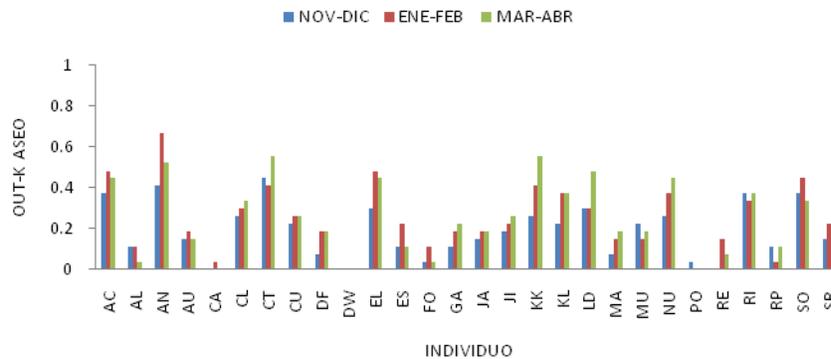


Figura 10. Centralidad por grado de emisión de aseo (*salida-k o out-k*) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo abril de 2009.

En la figura se observa que la emisión de aseo es menos homogénea con respecto a la recepción. Ahora hembras adultas jóvenes (CT y AN) son las máximas emisoras, mientras que monos viejos (PO, CA y DW) rara vez asean.

La centralidad por eigenvector es baja ( $\bar{x}=20.1\%$ ), además de que la primera dimensión del análisis, explica solo el 18% de la centralidad dada por aspectos globales (Cuadro 11). Esta medida presenta poca variación (0.173-0.179) muy similar a las agresiones, contacto, proximidad y sumisiones (Cuadro 12). Los monos más centrales son AN y CT. Los intermedios están representados por AU, DF, EL, JA, y KL, mientras que, FO, PO y RE se mantienen en la periferia (Fig. 11)

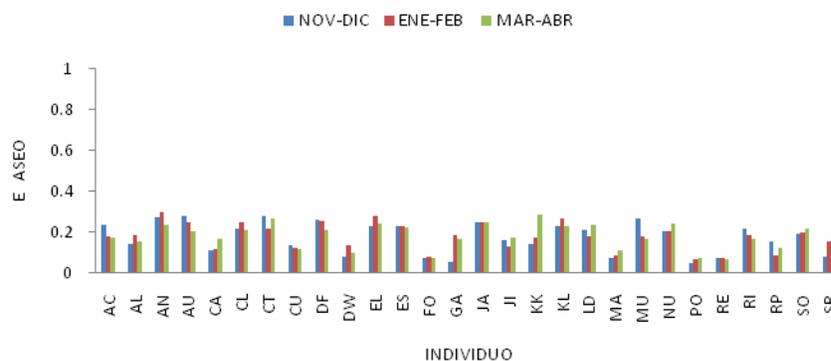


Figura 11. Centralidad por eigenvector (*E*) del aseo de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo abril de 2009.

Se observa que la centralidad por eigenvector del aseo parece estar homogenizada de tal modo que la mayoría de los individuos tienen vínculos de la misma calidad. Resaltan CT y AN como las más centrales, mientras que los infantes FO y RE y el viejo PO presentan centralidades menores.

En promedio, sólo el 8.3% de las conexiones ocurren a través de intermediarios, con variaciones moderadas entre individuos y una centralidad promedio de entre 0.31 y 0.41 (Cuadros 11 y 12). El individuo que controla la información de aseo es la hembra subadulto CT, mientras que, las monas AN, CL, EL, NU y SO, pueden llegar a ser influyentes, siempre y cuando se conecten con los animales correctos. En cambio, a través de los monos viejos o infantiles, rara vez fluye información (Fig. 12).

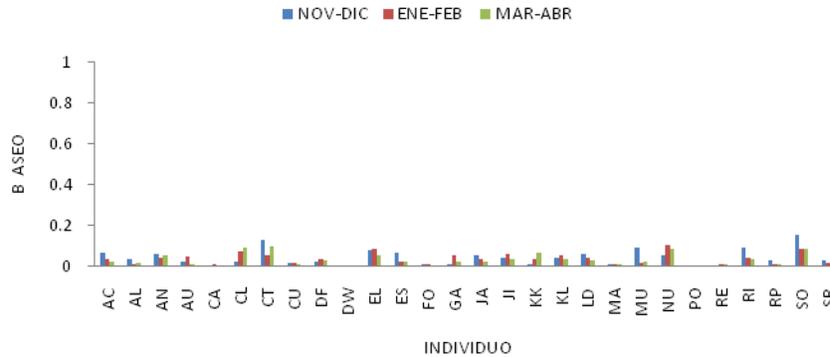


Figura 12. Centralidad por intermediación ( $B$ ) del aseo de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009.

En la gráfica se observa que hay poco control de la información en la red de aseo, lo que es evidente debido a las bajas centralidades por intermediación. Si bien parece haber una homogeneización, la hembra CT es la más central y los monos viejos (CA, DW, MA y PO) y los infantiles (FO, RP y RE) rara vez son utilizados como intermediarios en las relaciones.

Una vez analizado lo anterior, es notorio que las posiciones sociales importantes se encuentran repartidas en las comunidades y se hace evidente que el macho dominante tiende a estar cercano al núcleo de las hembras, aunque no necesariamente forma parte de su comunidad, en cambio, la hembra dominante sí se asocia preferentemente con hembras influyentes en el aseo. Por otra parte, los animales viejos se mantienen periféricos en la red, mientras que los que juegan papeles como intermediarios se encuentran en los bordes de las comunidades (Fig. 34).

#### 7.4.1.3. Contacto

Se halló que la centralidad por eigenvector del contacto de todos los bimestres y el grado por emisión se asocian con las comunidades de agresiones a lo largo del estudio. Así mismo, el grado por emisión de contacto de noviembre-diciembre y marzo-abril se relaciona con las comunidades agresivas de los mismos bimestres.

La centralidad por eigenvector y el grado de recepciones del contacto de marzo-abril se asocian con las comunidades de la misma conducta y con las comunidades de la red proximidad durante todos los bimestres. Las centralidades por eigenvector del contacto de enero-febrero se relacionan con los subgrupos de contacto de noviembre-diciembre, mientras que las comunidades de esta misma conducta pero en marzo-abril se asocian con la centralidad por emisión de su mismo bimestre (Cuadro 16).

Por su parte, la centralidad por emisión de contactos se asocia con las comunidades de proximidad de todos los bimestres. De igual manera, el eigenvector y el grado de recepción de contacto de enero-febrero se relacionan con los subgrupos de la red de proximidad de noviembre-diciembre. En cuanto a las comunidades de relaciones sexuales de enero-febrero se observó una asociación con las centralidades por eigenvector de todos los bimestres, así como con el grado de recepción de contactos de enero-febrero y el grado de emisión de contacto de marzo-abril (Cuadro 16).

La relación con las comunidades de la red de sumisiones y las centralidades de la red de contactos no tiene patrones claros, aunque se nota que en las centralidades por eigenvector e intermediación de enero-febrero se asocian con las comunidades de sumisiones de marzo-abril (Cuadro 16).

Relativo a los análisis individuales, las conexiones directas muestran que la recepción de contacto (*in-k*) es menos homogénea y por consiguiente más central (=30.7%) que la emisión del mismo (*out-k*) ( $\bar{x}$  =29.3%). En promedio, establecen contacto con 7 individuos. (Cuadros 11 y 12).

Los individuos que reciben mayor número de contactos (*in-k*) son: las hembras KL, AU y LD. En posiciones intermedias se encuentran, CT, JA, KK y SO, mientras que los menos prestigiosos son: CA, CU, DW, GA y JI. (Fig. 13).

Cuadro 16. Índices *Eta* calculados entre los índices de centralidad de la red de contacto y todas las conductas de todos los bimestres. Error típico calculado por una prueba de *bootstrap* con 10,000 permutaciones. \*Error típico <0.15. (Noviembre-Diciembre 2008; Enero-Febrero y Marzo-Abril 2009).

		Centralidad en las relaciones de contacto											
		Noviembre-Diciembre				Enero-Febrero				Marzo-Abril			
		COMUNIDAD	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>Entrada</i>	<i>Salida</i>	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>Entrada</i>	<i>Salida</i>	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>Entrada</i>
Agresivas	Noviembre-Diciembre	0.584*	0.262	0.264	0.507*	0.652*	0.259	0.331	0.507*	0.700*	0.290	0.520	0.411
	Enero-Febrero	0.528*	0.236	0.306	0.418	0.592*	0.274	0.306	0.510*	0.621*	0.261	0.475	0.451
	Marzo-Abril	0.510*	0.256	0.282	0.562*	0.632*	0.255	0.297	0.683*	0.663*	0.252	0.462	0.611*
Aseo	Noviembre-Diciembre	0.171	0.049	0.090	0.054	0.261	0.001	0.165	0.054	0.432	0.495	0.319	0.446
	Enero-Febrero	0.134	0.110	0.182	0.045	0.289	0.211	0.347	0.095	0.22	0.435	0.300	0.334
	Marzo-Abril	0.097	0.133	0.116	0.066	0.228	0.209	0.251	0.112	0.356	0.447	0.227	0.443
Contacto	Noviembre-Diciembre	0.269	0.122	0.021	0.050	0.543*	0.184	0.291	0.323	0.618*	0.318	0.561*	0.452
	Enero-Febrero	0.078	0.218	0.095	0.004	0.315	0.143	0.334	0.178	0.642*	0.225	0.574*	0.486
	Marzo-Abril	0.046	0.353	0.054	0.027	0.318	0.134	0.355	0.239	0.563*	0.165	0.554*	0.505*
Juego	Noviembre-Diciembre	0.304	0.265	0.271	0.271	0.304	0.265	0.271	0.271	0.416	0.317*	0.374	0.418
	Enero-Febrero	0.361	0.207*	0.343	0.257	0.361	0.207*	0.343	0.257	0.479*	0.207*	0.481	0.411
	Marzo-Abril	0.289	0.269*	0.285	0.296	0.289	0.269*	0.285	0.296	0.419	0.269*	0.416	0.455*
Proximidad	Noviembre-Diciembre	0.451	0.056	0.337	0.372	0.642*	0.123	0.547*	0.544	0.739*	0.379	0.670*	0.695*
	Enero-Febrero	0.295	0.124	0.204	0.140	0.51	0.030	0.435	0.356	0.653*	0.263	0.644*	0.621*
	Marzo-Abril	0.413	0.273	0.294	0.232	0.598*	0.116	0.496	0.450	0.750*	0.547	0.697*	0.722*
Sexuales	Noviembre-Diciembre	0.490	0.234	0.425	0.337	0.517*	0.234	0.425	0.337	0.492	0.174	0.303	0.383
	Enero-Febrero	0.599*	0.403	0.499	0.513	0.634*	0.404	0.520*	0.537	0.615*	0.437*	0.450	0.632*
	Marzo-Abril	0.419	0.360	0.348	0.389	0.472	0.360	0.393	0.389	0.343	0.284	0.393	0.361
Sumisivas	Noviembre-Diciembre	0.455	0.270	0.465*	0.034	0.449	0.324	0.503*	0.105	0.433	0.339	0.363	0.244
	Enero-Febrero	0.370	0.258	0.356	0.020	0.328	0.164	0.368	0.099	0.281	0.165	0.219	0.303
	Marzo-Abril	0.474	0.474	0.393	0.078	0.520*	0.520*	0.477	0.012	0.461	0.461	0.354	0.336

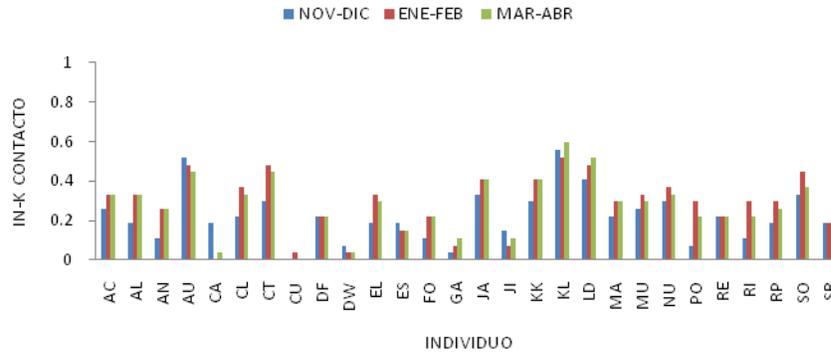


Figura 13. Centralidad por grado de recepción de contacto (*entrada-k* o *in-k*) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009.

En la gráfica se observa que las hembras KL, AU y LD son las que reciben la mayor cantidad de contactos, mientras que las hembras viejas CU y CA no son buscadas para afiliarse a través del contacto.

Los monos más influyentes (*out-k*), es decir, los que buscan establecer contacto con otros en esta red son: KL y LD; mientras que AU y CT, son monas que influyen de manera intermedia y CU y GA, son los individuos más aislados de la colonia (Fig. 14).

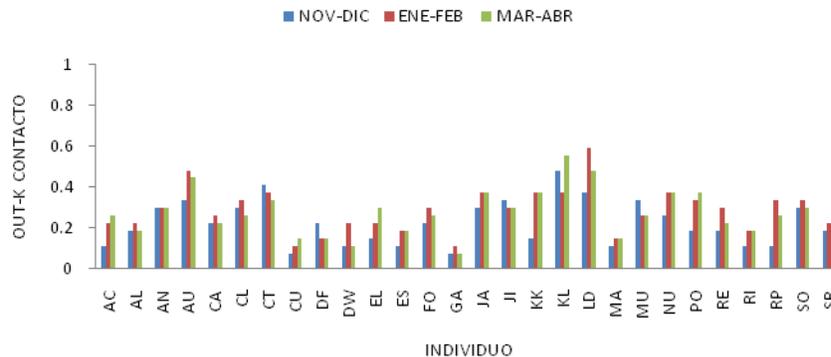


Figura 14. Centralidad por grado de emisión de contacto (*salida-k* o *out-k*) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009.

La figura muestra que KL y LD son las monas más importantes en la emisión de contactos, mientras que CU y GA no intentan comunicarse a través de esta conducta con otros.

Con respecto a las posiciones centrales calculadas a partir de eigenvectores, se encontró que la red presenta una centralización promedio del 27.6% y que la primera dimensión de este análisis explica sólo el 17% de la centralidad derivada de aspectos globales (Cuadro 11). En promedio, los individuos poseen una centralidad de entre 0.172 y 0.178 con poca variación, muy similares al aseo, proximidad, agresiones y sumisiones (Cuadro 12).

Se encontró que los individuos más centrales en la red son: AU, KL y LD; los intermedios, CL, CT, KK y SO; y los periféricos CU y GA. (Fig. 15).

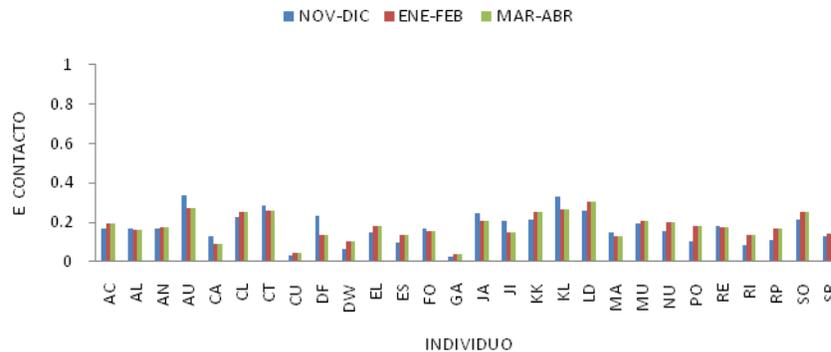


Figura 15. Centralidad por eigenvector ( $E$ ) del contacto de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009.

En la figura se muestra que la centralidad por eigenvector de los contactos parece estar repartida de manera homogénea entre los individuos, sin embargo en la gráfica se nota que AU, KL y LD son las hembras que poseen los vínculos más importantes, mientras que CU y GA una vez más son los que tienen los índices de centralidad más bajos.

La medida de intermediación reveló que sólo el 11.8% de las conexiones fluyen a través de un tercero (Cuadro 11). Con un promedio por mono de entre 0.036 y 0.039, según el bimestre, muy similar a lo que ocurre con las agresiones y el aseo (Cuadro 12). Los monos que controlan este tipo de información son: AU, KL y LD; entretanto, ES y PO son intermedios en su posición social, mientras que, CU, DF, DW, EL, FO y RE, raras veces son utilizados como intermediarios (Fig. 16).

Una vez estudiados los aspectos intermedios e individuales, es evidente que en esta conducta, los papeles importantes también están repartidos en las comunidades. Una vez más, las hembras intermediarias se encuentran en los bordes de los subgrupos, muy cercanas a las que poseen posiciones ventajosas en el aseo y a los dominantes. Los papeles centrales están ocupados por hembras de rango intermedio, mientras que la periferia de la red está ocupada por infantes, viejos, el macho alfa y la hembra dominante. Cabe mencionar que el macho dominante (DF) se asocia con el núcleo de las hembras a lo largo del estudio, aun cuando en marzo-abril, parece haber una tendencia a permanecer en contacto entre monos del mismo sexo (Cuadros 5, 10 y 16) (Fig. 35).

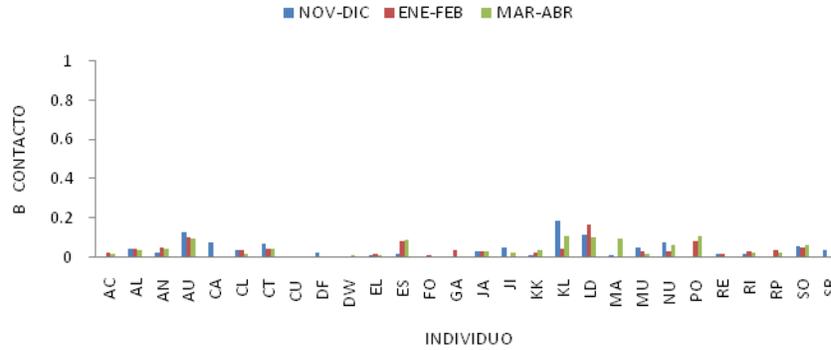


Figura 16. Centralidad por intermediación ( $B$ ) del contacto de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009.

La gráfica muestra que el control de la información en la red de contacto es poco, aunque las hembras KL, LD y AU se alternan en los bimestres para controlar el envío de mensajes a través de la estructura. También se nota que gran cantidad de monos no tienen esta capacidad.

#### 7.4.1.4. Juego

La centralidad por eigenvector, recepción y emisión de juego se asocian con las comunidades de todas las conductas en todos los bimestres, mientras que en el caso de la centralidad por intermediación, las asociaciones se entablan con todos los subgrupos de las redes excepto las de juego de marzo-abril (Cuadro 17).

Examinando las medidas individuales, se tiene que la centralización por grado de los individuos en el juego muestra que la recepción (*entrada-k* o *in-k*) de este es más homogénea y menos centralizada ( $\bar{x}=14.1\%$ ) que la emisión del mismo (*out-k*) ( $\bar{x}=20.5\%$ ), (Cuadro 11). Se encontró que en promedio, los individuos se conectan con menos de un individuo, debido a que se tomaron en cuenta a todos los animales durante el análisis (Cuadro 12).

Con respecto a la recepción de juego (*in-k*), los individuos más prestigiosos, es decir, los que reciben la mayor cantidad de recepciones, son: KK, FO, RE y RP; los intermedios, AL y JA, mientras que los menos prominentes son AN, AU, CA, CL, CT, CU, DW, EL, KL, LD, MA, NU y SR. (Fig. 17).

Cuadro 17. Índices *Eta* calculados entre los índices de centralidad de la red de juego y las comunidades de todas las conductas de todos los bimestres. Error típico calculado por una prueba de *bootstrap* con 10,000 permutaciones. \*Error típico <0.15. (Noviembre-Diciembre 2008; Enero-Febrero y Marzo-Abril 2009)

COMUNIDAD		Centralidad en las relaciones de juego											
		Noviembre-Diciembre				Enero-Febrero				Marzo-Abril			
		<i>E</i>	<i>B</i>	<i>Entrada</i>	<i>Salida</i>	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>Entrada</i>	<i>Salida</i>	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>Entrada</i>	<i>Salida</i>
Agresivas	Noviembre-Diciembre	0.723*	0.472	0.592	0.578*	0.957*	0.642*	0.782*	0.983*	0.957*	0.634	0.740*	0.984*
	Enero-Febrero	0.689*	0.459	0.537	0.611*	0.929*	0.641*	0.789*	0.964*	0.861*	0.660*	0.712*	0.949*
	Marzo-Abril	0.744*	0.431	0.636*	0.645*	0.958*	0.546	0.856*	0.951*	0.928*	0.603	0.793*	0.959*
Aseo	Noviembre-Diciembre	0.785*	0.688*	0.579*	0.793*	0.961*	0.979*	0.891*	0.980*	0.955*	0.979*	0.886*	0.980*
	Enero-Febrero	0.806*	0.836*	0.665*	0.848*	0.969*	0.970*	0.894*	0.961*	0.986*	0.992*	0.912*	0.956*
	Marzo-Abril	0.774*	0.849*	0.615*	0.800*	0.933*	0.963*	0.925*	0.910*	0.944*	0.963*	0.956*	0.907*
Contacto	Noviembre-Diciembre	0.843*	0.943*	0.886*	0.850*	0.984*	0.989*	0.967*	0.952*	0.978*	0.993*	0.972*	0.971*
	Enero-Febrero	0.797*	0.913*	0.778*	0.858*	0.969*	0.982*	0.930*	0.975*	0.980*	0.946*	0.992*	0.975*
	Marzo-Abril	0.833*	0.890*	0.835*	0.866*	0.989*	0.996*	0.945*	0.964*	0.988*	0.894*	0.996*	0.947*
Juego	Noviembre-Diciembre	0.731*	0.298	0.610*	0.445	0.900*	0.511	0.775*	0.782*	0.785*	0.535	0.740*	0.678*
	Enero-Febrero	0.574*	0.333	0.594*	0.445	0.924*	0.417	0.950*	0.713*	0.826*	0.556	0.834*	0.664*
	Marzo-Abril	0.568	0.337	0.541	0.527	0.900*	0.462	0.869*	0.808*	0.891*	0.530	0.869*	0.740*
Proximidad	Noviembre-Diciembre	0.740*	0.654*	0.757*	0.762*	0.991*	0.874*	0.979*	0.981*	0.949	0.924*	0.940*	0.896*
	Enero-Febrero	0.652*	0.941*	0.750*	0.684*	0.939*	0.977*	0.923*	0.939*	0.978*	0.984*	0.953*	0.969*
	Marzo-Abril	0.669*	0.762*	0.735*	0.658*	0.969*	0.987*	0.951*	0.942*	0.960*	0.991*	0.961*	0.945*
Sexuales	Noviembre-Diciembre	0.755*	0.550*	0.657*	0.751*	0.946*	0.976*	0.936*	0.974*	0.871*	0.977*	0.929*	0.901*
	Enero-Febrero	0.770*	0.743*	0.669*	0.720*	0.978*	0.960*	0.937*	0.967*	0.971*	0.939*	0.942*	0.949*
	Marzo-Abril	0.686*	0.624	0.686*	0.677*	0.956*	0.970*	0.968*	0.910*	0.945*	0.969*	0.966*	0.905*
Sumisivas	Noviembre-Diciembre	0.748*	0.553*	0.534*	0.665*	0.951*	0.743*	0.966*	0.834*	0.952*	0.753*	0.979*	0.803*
	Enero-Febrero	0.577*	0.535	0.398	0.716*	0.990*	0.605	0.975*	0.817*	0.987*	0.653	0.975*	0.814*
	Marzo-Abril	0.695*	0.695*	0.526*	0.697*	0.978*	0.978*	0.972*	0.891*	0.929*	0.929*	0.971*	0.838*

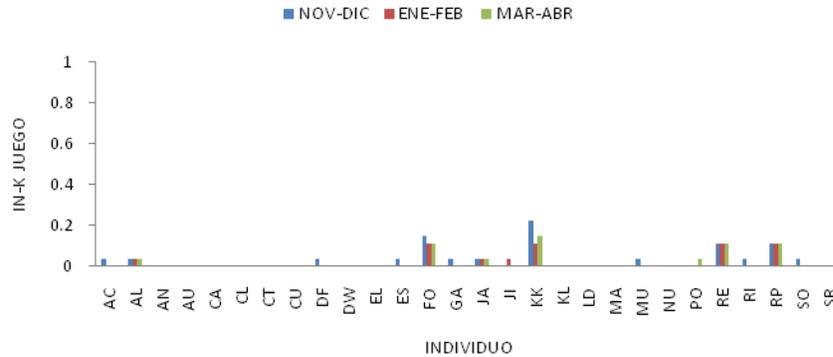


Figura 17. Centralidad por grado de recepción de juego (*entrada-k o in-k*) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009.

La gráfica muestra que sólo unos los infantes se entran en este tipo de relaciones, sin embargo, la hembra joven KK tiene la mayor recepción de juego, aunque los otros infantes la siguen de cerca.

Los individuos más influyentes, por ser los que emiten mayor juego, fueron: KK, FO, RE y RP, mientras que CA, JA, JI, y MU se sitúan en posiciones intermedias en algunos bimestres y todos los demás animales no juegan con ninguno en la colonia. (Fig. 18)

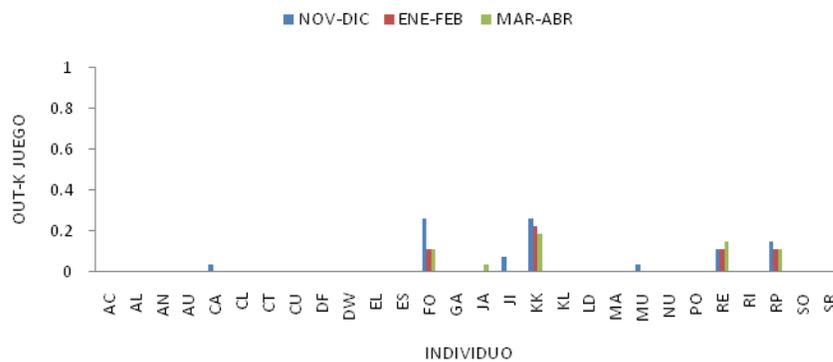


Figura 18. Centralidad por grado de emisión de juego (*salida-k o out-k*) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo abril de 2009.

En la gráfica se muestra que los infantes son los que emiten relaciones de juego hacia otros y la hembra joven KK es la más activa en la red, aunque FO en noviembre-diciembre tiene una centralidad muy parecida.

Con respecto al posicionamiento social a partir de la centralidad por eigenvector ( $E$ ), se obtuvo una centralidad promedio del 35.4% (Cuadro 11) aún cuando los promedios de centralidad por individuo son bajos (0.86 y 0.116) según el bimestre, pero con mucha variabilidad (Cuadro 12), además de que la primera dimensión del análisis, explica que el 71% de esta centralidad es debida a atributos globales más que locales. Los individuos más centrales son: KK, FO, RE y RP; los intermedios, AL, JA y JI; mientras que los demás monos de la colonia son periféricos en esta conducta (Fig. 19).

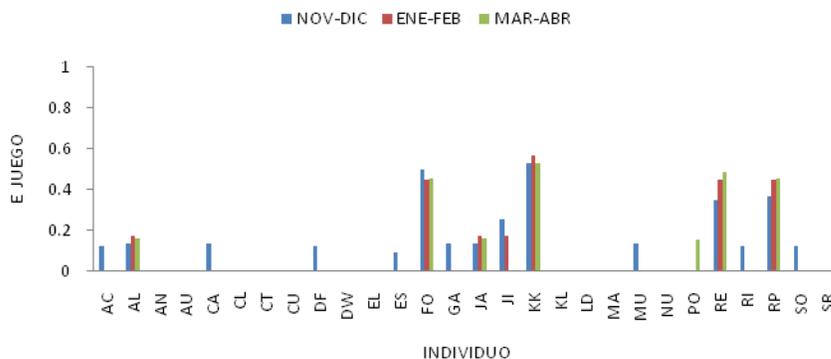


Figura 19. Centralidad por eigenvector ( $E$ ) del juego de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009.

La gráfica muestra que los infantes, en particular la hembra joven KK tienen los índices de centralidad más altos, aunque en noviembre-diciembre algunos monos adultos participan en este tipo de relaciones.

En cuanto a intermediación, sólo el 2.8% de las conexiones son a través de intermediarios, sitúandose como la conducta con menos flujo de información a través de terceros (Cuadro 11). Los promedios de centralización por individuo van de 0 a 0.004, con muchas variación entre los monos (Cuadro 11). La figura 20, muestra que los individuos a través de los cuales fluye la mayor cantidad de información son KK y FO, mientras que los demás no transmiten este tipo de mensajes.

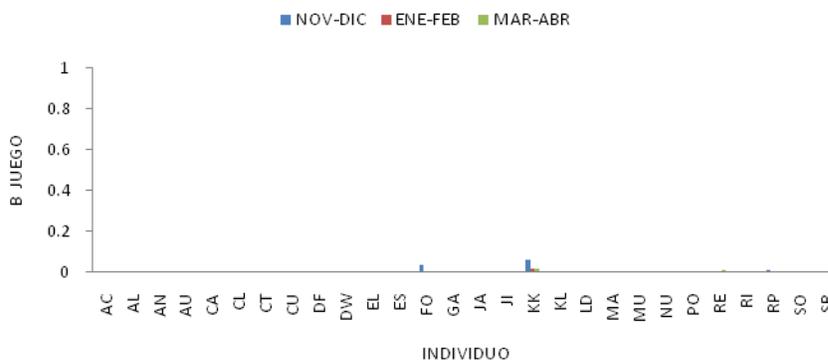


Figura 20. Centralidad por intermediación ( $B$ ) del juego de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009.

En esta gráfica se muestra que los vínculos que se establecen entre los monos son directos, de tal modo que no se necesitan intermediarios en las relaciones. La hembra joven KK se sitúa como la mona que controla el flujo de mensajes en esta red.

La estructura social muestra a muchos individuos aislados y sólo unos pocos conectados, entre los que destacan los infantes, individuos dominantes y de la matrilinea de Catrina (CA). La

hembra joven (KK) es la controladora de la información y mantiene el flujo entre los animales (Fig. 36).

#### 7.4.1.5. Proximidad.

La centralidad por eigenvector de la red de proximidad de todos los bimestres se asocia con las comunidades de agresiones a lo largo del estudio. De la misma forma, se encontró que las comunidades de agresiones de marzo-abril se relacionan con el grado por emisión proximidad de todos los bimestres. En cuanto a la intermediación de las 3 redes de proximidad, se nota que hay asociación con las comunidades de juego de todo el periodo de estudio. Así mismo, las comunidades de juego de enero-febrero se asocian con el eigenvector y grado de recepción de las redes de proximidad de noviembre-diciembre y marzo-abril (Cuadro 18).

Por otro lado, la centralidad por eigenvector de noviembre-diciembre y marzo-abril se asocia con las comunidades de proximidad de marzo-abril y las de relaciones sexuales de enero-febrero. Adicionalmente, la intermediación de noviembre-diciembre y enero-febrero se relaciona con los subgrupos de la red de relaciones sexuales en enero-febrero (Cuadro 18).

En cuanto a las medidas individuales, el análisis de conexiones directas ( $k$ ) encontró que, la red de emisión de proximidad ( $out-k$ ) es más centralizada ( $\bar{k} = 30.3\%$ ) que la de recepciones ( $in-k$ ) ( $\bar{k} = 29\%$ ), aunque, si se examina por bimestres se nota que en los tres casos las centralidades son parecidas y con poca variabilidad, de tal manera que mucha de estas relaciones están uniformemente distribuidas entre la población (Cuadro 11). En promedio, cada individuo permanece cerca de 10 monos y la variabilidad en cada bimestre concuerda con una menor centralidad global (Cuadro 12).

Los individuos que destacan por ser los más buscados por otros para permanecer en cercanía son: CT, EL, JA y KL; aunque muy cerca de ellos se encuentran, AN, CL, DF y LD. Los monos menos prestigiosos son: CA, CU, DW y GA. (Fig. 21)

Cuadro 18. Índices *Eta* calculados entre los índices de centralidad de la red de proximidad y las comunidades de todas las conductas de todos los bimestres. Error típico calculado por una prueba de *bootstrap* con 10,000 permutaciones. \*Error típico <0.15. (Noviembre-Diciembre 2008; Enero-Febrero y Marzo-Abril 2009)

COMUNIDAD		Centralidad en las relaciones de proximidad											
		Noviembre-Diciembre				Enero-Febrero				Marzo-Abril			
		<i>E</i>	<i>B</i>	<i>Entrada</i>	<i>Salida</i>	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>Entrada</i>	<i>Salida</i>	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>Entrada</i>	<i>Salida</i>
Agresivas	Noviembre-Diciembre	0.656*	0.274	0.443	0.422	0.510*	0.277	0.290	0.422	0.656*	0.274	0.443	0.422
	Enero-Febrero	0.616*	0.286	0.427	0.485	0.518*	0.253	0.282	0.454	0.616*	0.286	0.427	0.485
	Marzo-Abril	0.608*	0.188	0.408	0.566*	0.505	0.211	0.283	0.520*	0.608*	0.188	0.408	0.566*
Aseo	Noviembre-Diciembre	0.297	0.042	0.057	0.152	0.206	0.085	0.007	0.152	0.297	0.042	0.057	0.152
	Enero-Febrero	0.260	0.092	0.156	0.194	0.369	0.233	0.251	0.261	0.260	0.092	0.156	0.194
	Marzo-Abril	0.155	0.141	0.023	0.167	0.206	0.172	0.023	0.214	0.155	0.141	0.023	0.167
Contacto	Noviembre-Diciembre	0.359	0.038	0.084	0.201	0.278	0.031	0.000	0.176	0.359	0.038	0.084	0.201
	Enero-Febrero	0.160	0.180	0.206	0.103	0.014	0.176	0.095	0.047	0.160	0.180	0.206	0.103
	Marzo-Abril	0.242	0.242	0.203	0.163	0.123	0.279	0.127	0.042	0.242	0.242	0.203	0.163
Juego	Noviembre-Diciembre	0.315	0.255*	0.290	0.322	0.203	0.203*	0.188	0.174	0.315	0.255*	0.290	0.322
	Enero-Febrero	0.444*	0.167*	0.441*	0.331	0.253	0.167*	0.235	0.177	0.444*	0.167*	0.441*	0.331
	Marzo-Abril	0.375	0.217*	0.368	0.367*	0.181	0.217*	0.180	0.207	0.375	0.217*	0.368	0.367*
Proximidad	Noviembre-Diciembre	0.573	0.016	0.529	0.464	0.401	0.072	0.285	0.322	0.573	0.016	0.529	0.464
	Enero-Febrero	0.510	0.036	0.363	0.356	0.289	0.056	0.173	0.122	0.510	0.036	0.363	0.356
	Marzo-Abril	0.618*	0.237	0.415	0.431	0.386	0.294	0.244	0.197	0.618*	0.237	0.415	0.431
Sexuales	Noviembre-Diciembre	0.436	0.110	0.297	0.298	0.330	0.105	0.239	0.245	0.436	0.110	0.297	0.298
	Enero-Febrero	0.564*	0.405*	0.445	0.523	0.499	0.334	0.402	0.448	0.564*	0.405*	0.445	0.523
	Marzo-Abril	0.369	0.253	0.285	0.304	0.378	0.289	0.262	0.327	0.369	0.253	0.285	0.304
Sumisivas	Noviembre-Diciembre	0.438	0.280	0.315	0.130	0.415	0.295	0.354	0.059	0.438	0.280	0.315	0.130
	Enero-Febrero	0.298	0.222	0.239	0.060	0.283	0.251	0.251	0.040	0.298	0.222	0.239	0.060
	Marzo-Abril	0.485	0.485	0.358	0.126	0.461	0.461	0.358	0.093	0.485	0.485	0.358	0.126

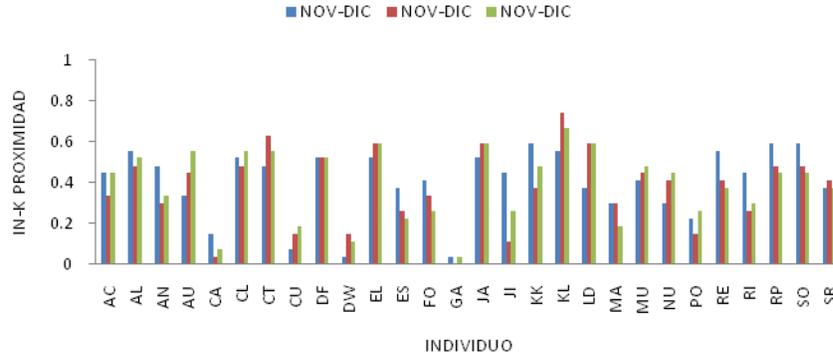


Figura 21. Centralidad por grado de recepción de proximidad (*entrada-k o in-k*) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009.

En la figura se muestra que hay varios individuos que reciben frecuentemente aproximaciones de parte de otros en la colonia, aunque las hembras KT, EL, JA y CT se destacan por ser las más prestigiosas, mientras que los viejos CA y DW y un macho subordinado (GA) son los menos buscados para entablar una relación espacial.

Los monos que buscan mayor número de aproximaciones son: KK, KL y LD. Cerca de estas monas, se encuentran RP, CT, AN, DF y JA, entretanto, los más aislados del grupo son: CA, CU, DW y GA. (Fig. 22)

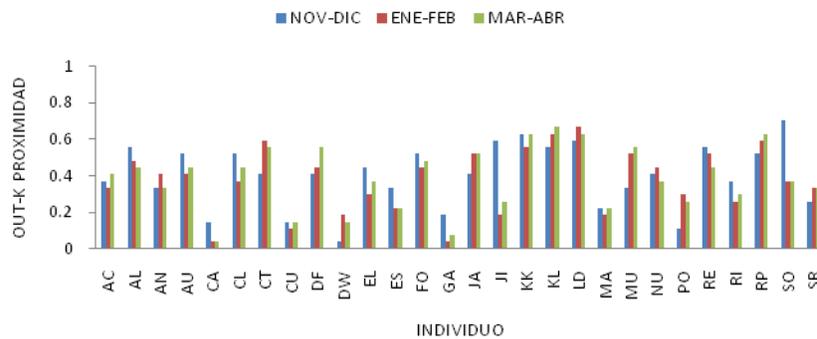


Figura 22. Centralidad por grado de emisión de proximidad (*salida-k o out-k*) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009.

La figura muestra que hay varios monos que pueden aproximarse a otros de tal modo que la red se encuentra poco centralizada. Los individuos más influyentes son KK, KL y LD, mientras que CA y GA son monos que no buscan estar cerca de otros.

Por su parte, la centralidad por eigenvector mostró que las red de proximidad en promedio se centraliza sólo al 18.9% (Cuadro 11) y la primera dimensión arroja que solo el 24% de dicha centralidad puede ser explicada por aspectos globales. En promedio, los individuos tienen una centralidad de entre 0.171 y 0.176 con poca variación, según sea el bimestre, muy parecido a las

centralidades de agresiones, aseo, contacto y sumisiones (Cuadro 12). Los monos que se sitúan en el centro de la sociedad en esta conducta son: CT, KK, KL, AL, RP. Inmediatamente después están AU, CL, EL, DF, JA, LD, MU y RE. Los animales periféricos son CA, CU, DW y GA. (Fig. 23)

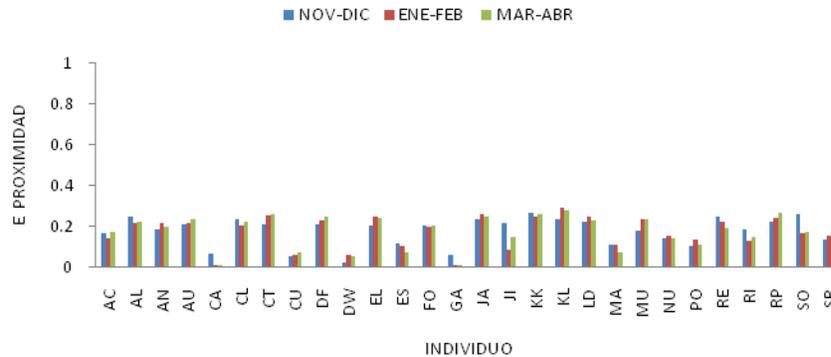


Figura 23. Centralidad por eigenvector ( $E$ ) de la proximidad de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009.

La gráfica muestra que gran parte de los monos tiene vínculos de la misma calidad, aunque CT, KK y KL son las hembras que presentan los índices más altos, mientras que una mona vieja (CA) y un macho (GA) tienen los vínculos con menor calidad.

Relativo a la intermediación, se obtuvo que sólo el 8% de las conexiones existentes utilizan un intermediario (Cuadro 11). En promedio, los monos tienen una centralidad por intermediación de entre 0.027 y 0.030, aunque hay mucha variación entre ellos, según las desviaciones estándar encontradas (Cuadro 12).

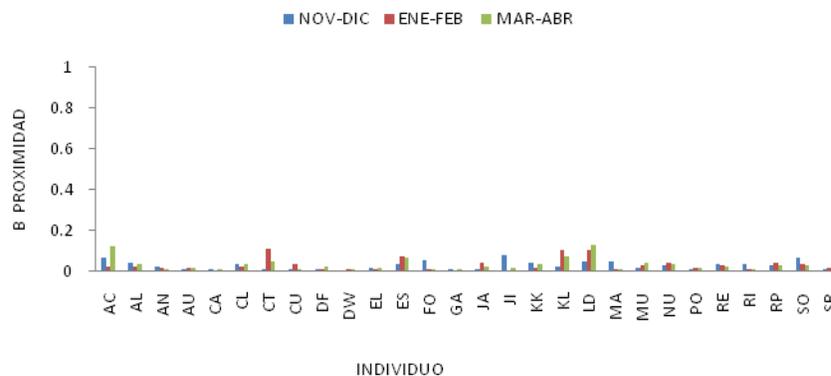


Figura 24. Centralidad por intermediación ( $B$ ) de la proximidad de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009.

La figura denota que de manera general, el control de la información es poco, aunque aquellos que tienen esta capacidad son: KL, LD y CT.

Los animales a través de los que fluye la mayor cantidad de información y que seguramente la controlan son: KL, LD, AC, CT. Esdras (ES) es un mono que si se conectan con los animales adecuados, logra tomar algunas de las decisiones en la colonia. En cambio, CA, DW, GA y PO, no fungen como intermediarios en las relaciones. (Fig. 24)

La estructura de la red, muestra que al igual que en las conductas anteriores, los papeles sociales importantes se encuentran distribuidos en las comunidades, además de que en el borde de estas se localizan los animales que controlan el flujo de información. Al centro de la red, se encuentran hembras adultas, que además están contiguas a monos importantes en afiliaciones o dominantes; mientras que en la periferia destacan los animales viejos que además forman parte de la misma comunidad (Fig. 37).

#### 7.4.1.6. Relaciones sexuales.

Se encontraron asociaciones entre las centralidades por eigenvector y grado de las redes de relaciones sexuales y las comunidades de todas las conductas estudiadas, mientras que por intermediación destacan las asociaciones con los subgrupos de las redes de aseo de todos los bimestres, proximidad y sumisiones de marzo-abril (Cuadro 19).

Por su parte, el análisis individual muestra que la centralidad obtenida a partir de recepción de relaciones sexuales por conexiones directas (*in-k*) es menos homogénea (=32.8%) que la emisión de estas (*out-k*) ( $\bar{k} = 26.4\%$ ) y por tanto, más centralizada. En promedio cada mono se relaciona sexualmente con otros 3 en la colonia aunque hay muchas variaciones entre ellos. (Cuadros 11 y 12).

La figura 25 muestra que el individuo principal en la recepción de conductas es DF. En posiciones intermedias, se encuentran, CL, RI y JA; mientras que los monos menos activos son AC, CA, CU, DW, GA, MA, PO y SR.

Cuadro 19. Índices *Eta* calculados entre las centralidades de las relaciones sexuales y las comunidades de todas las conductas de todos los bimestres. Error típico calculado por una prueba de *bootstrap* con 10,000 permutaciones. \*Error típico <0.15. (Noviembre-Diciembre 2008; Enero-Febrero y Marzo-Abril 2009)

		Centralidad en las relaciones sexuales											
		Noviembre-Diciembre				Enero-Febrero				Marzo-Abril			
COMUNIDAD		<i>E</i>	<i>B</i>	<i>Entrada</i>	<i>Salida</i>	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>Entrada</i>	<i>Salida</i>	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>Entrada</i>	<i>Salida</i>
Agresivas	Noviembre-Diciembre	0.753*	0.378	0.718*	0.677*	0.847*	0.305	0.508*	0.630*	0.679*	0.452	0.575*	0.623*
	Enero-Febrero	0.774*	0.413	0.694*	0.675*	0.725*	0.369	0.503*	0.712*	0.637*	0.548*	0.517*	0.738*
	Marzo-Abril	0.828*	0.408*	0.719*	0.701*	0.831*	0.386	0.586*	0.823*	0.731*	0.427	0.566*	0.692*
Aseo	Noviembre-Diciembre	0.642*	0.529*	0.725*	0.541*	0.587*	0.576*	0.523*	0.508*	0.606*	0.366	0.518*	0.514*
	Enero-Febrero	0.686*	0.595*	0.725*	0.542*	0.438	0.656*	0.492*	0.489	0.557*	0.456	0.550*	0.439
	Marzo-Abril	0.617*	0.548*	0.659*	0.528*	0.500*	0.519*	0.675*	0.463	0.613*	0.482*	0.594*	0.593*
Contacto	Noviembre-Diciembre	0.650*	0.380	0.570*	0.439	0.716*	0.554*	0.679*	0.597*	0.598*	0.426	0.582*	0.502*
	Enero-Febrero	0.567*	0.480	0.607*	0.458	0.691*	0.447	0.663*	0.571*	0.644*	0.453	0.633*	0.576*
	Marzo-Abril	0.594*	0.418	0.606*	0.526*	0.611*	0.573*	0.677*	0.535*	0.554*	0.482*	0.660*	0.432
Juego	Noviembre-Diciembre	0.612*	0.510*	0.638*	0.630	0.528*	0.395	0.545*	0.475	0.528*	0.446	0.560*	0.538
	Enero-Febrero	0.641*	0.333	0.652*	0.662*	0.614*	0.258*	0.615*	0.513*	0.558*	0.471	0.598	0.559*
	Marzo-Abril	0.668*	0.434	0.667*	0.677*	0.617*	0.337	0.606*	0.569*	0.581*	0.443	0.564*	0.582*
Proximidad	Noviembre-Diciembre	0.779*	0.520*	0.743*	0.754*	0.838*	0.666*	0.782*	0.829*	0.694*	0.612*	0.660*	0.693*
	Enero-Febrero	0.726*	0.385	0.641*	0.730*	0.778*	0.523*	0.753*	0.755*	0.728	0.578*	0.656*	0.833*
	Marzo-Abril	0.786*	0.451	0.691*	0.784*	0.828*	0.769*	0.770*	0.804*	0.722*	0.728*	0.610*	0.806*
Sexuales	Noviembre-Diciembre	0.607*	0.370	0.521*	0.424	0.770*	0.398	0.576*	0.592*	0.622*	0.417	0.506*	0.421
	Enero-Febrero	0.623*	0.356	0.707*	0.445	0.801*	0.498*	0.563*	0.673*	0.651*	0.359	0.499*	0.586*
	Marzo-Abril	0.736*	0.474	0.692*	0.449*	0.718*	0.416*	0.534*	0.577*	0.697*	0.365	0.523*	0.493*
Sumisivas	Noviembre-Diciembre	0.540*	0.348	0.657*	0.598*	0.637*	0.337	0.503*	0.607*	0.574*	0.405	0.473	0.636*
	Enero-Febrero	0.700*	0.361	0.683*	0.499*	0.613*	0.356	0.477*	0.655*	0.745*	0.619*	0.558*	0.666*
	Marzo-Abril	0.797*	0.797*	0.700*	0.623*	0.837*	0.837*	0.598*	0.685*	0.676*	0.676*	0.488	0.731*

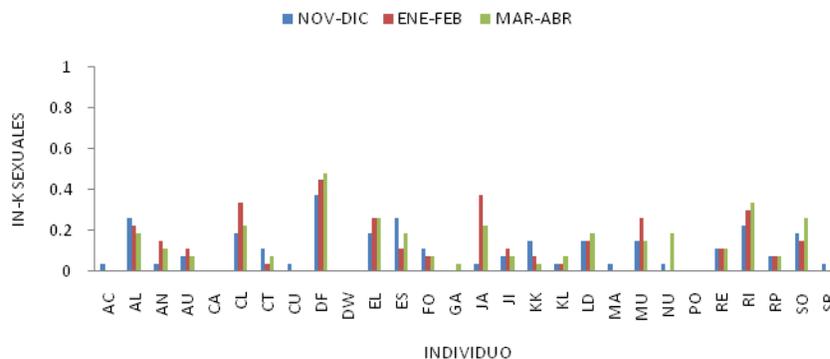


Figura 25. Centralidad por conexiones directas de recepción de relaciones sexuales (*entrada-k* o *in-k*) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009.

En la gráfica se observa que no todos los individuos son buscados para entablar una relación sexual. El individuo que recibe mayor cantidad de relaciones sexuales es el macho dominante (DF), aunque las hembras EL, CL y RI reciben conductas sexuales frecuentemente. Los individuos viejos no son atractivos para establecer una relación de este tipo.

En cuanto a la emisión de conductas sexuales, los individuos más influyentes son DF y ES. Los animales intermedios, AL, CL, FO, JI y RE, mientras que los monos que no emiten conductas son: AC, CA y CU. (Fig. 26).

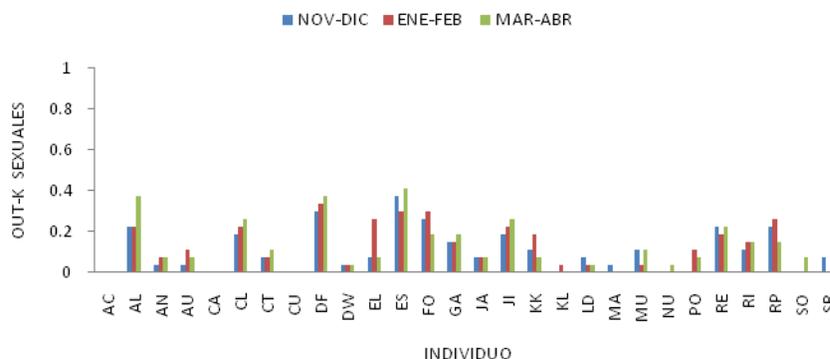


Figura 26. Centralidad por conexiones directas de emisión de relaciones sexuales (*salida-k* o *out-k*) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009.

La gráfica muestra que la capacidad de que los monos emitan una conducta sexual está supeditado sólo a algunos en la colonia entre los que destacan machos que están en el escalafón de la dominancia, mientras que hembras viejas (CA, CU y MA) o subordinadas como SR o AC rara vez buscan relacionarse con algún otro miembro del grupo.

La centralidad por eigenvector muestra que esta conducta es la más heterogénea en todo el sistema (39.3%) (Cuadro 11); sin embargo, la primera dimensión del análisis muestra que sólo el 18% de esa centralidad puede ser explicada por atributos globales. El análisis encontró que el individuo

más influyente en la colonia es DF. Los monos que se sitúan en posiciones intermedias son: AL, CL, EL, ES y FO, mientras que, AC, CA, CU, y MA no buscan interactuar sexualmente con otros. (Fig. 27).

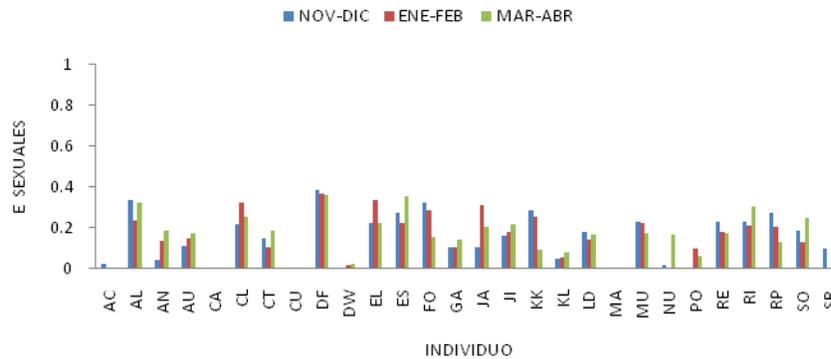


Figura 27. Centralidad por eigenvector ( $E$ ) de las relaciones sexuales de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo abril de 2009.

En esta figura se puede observar que la distribución de los vínculos es heterogénea, siendo los monos dominantes los principales actores en estas relaciones.

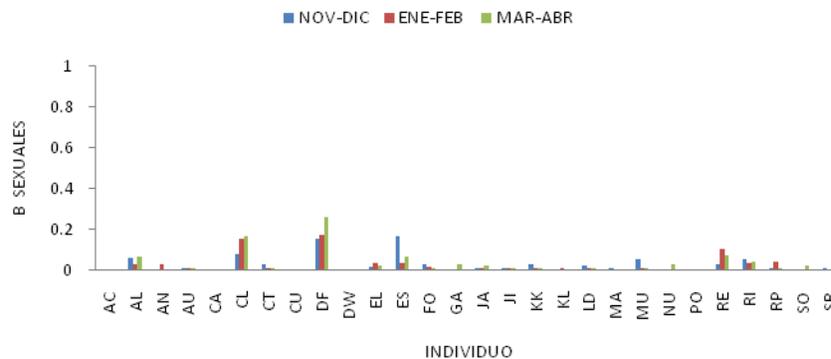


Figura 28. Centralidad por intermediación ( $B$ ) de las relaciones sexuales de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo abril de 2009.

En la gráfica se puede ver que los monos que regulan las relaciones sexuales son el macho dominante DF y una hembra adulta CL. También es evidente que a medida que pasa el tiempo, su índice de centralidad por intermediación va en aumento.

La centralidad por intermediación es del 17.9% (Cuadro 11); lo que implica que más del 80% de las conexiones se llevan a cabo sin intermediarios, y aunque en promedio todos tienen centralidades bajas, también se notan variaciones evidentes en la actividad sexual en la colonia (Cuadro 12 y Fig. 28), por lo que estos animales que logran influir en las relaciones de otros, poseen posiciones ventajosas. Tal es el caso de DF, CL y ES, quienes con facilidad influyen en las interacciones de otros, mientras que los monos que no influyen sexualmente sobre otros son: AC, AU, CA, CU, DW, KL, MA y SR.

Al examinar las relaciones, se pone de manifiesto que los animales viejos, subadultos, jóvenes e infantiles se encuentran en la periferia, mientras que los adultos están en el centro del sistema muy cerca de hembras que registran una buena cantidad de actividad sexual. De igual modo, se nota que al centro de la red se encuentran monos que pertenecen a diferentes comunidades (Fig. 38).

#### *7.4.1.7. Sumisivas.*

Al analizar las relaciones que guardan las centralidades de las relaciones sumisivas con las comunidades de las diferentes conductas estudiadas, se observa que en enero-febrero, la centralidad por grado de recepción se asocia con las comunidades de agresiones de todos los bimestres, mientras que los subgrupos formados a partir del juego se relacionan con la intermediación en todos los bimestres. Por su parte, las centralidades de la red de sumisiones de enero-febrero se tienden a asociar con las subdivisiones de las redes de proximidad. De manera aislada se nota que las comunidades de relaciones sexuales de enero-febrero se asocian con la intermediación del bimestre anterior, mientras que los subgrupos de las comunidades de marzo-abril lo hacen con las centralidades por grado de emisión, también del bimestre anterior (Cuadro 20).

Relativo a las medidas individuales, se tiene que en la centralidad por grado, la recepción de sumisiones es muy heterogénea y es la más centralizada de todo el sistema (80.2%) (Cuadro 11) y aunque, en promedio cada individuo recibe conductas sumisivas de otros 5 en la red, las desviaciones estándar por encima de este, reflejan la variabilidad en el grupo (Cuadro 12). La figura 29 permite ver que DF (macho alfa) es el receptor de sumisiones principal, mientras que AL, ES, JA y JI (dominantes), se sitúan en posiciones intermedias; entretanto que, AC, CA y CU (subordinadas o viejas) reciben muy pocas.

Cuadro 20. Índices *Eta* calculados entre las centralidades de las relaciones sumisivas y las comunidades de todas las conductas de todos los bimestres. Error típico calculado por una prueba de *bootstrap* con 10,000 permutaciones. \*Error típico <0.15. (Noviembre-Diciembre 2008; Enero-Febrero y Marzo-Abril 2009).

		Centralidad en las relaciones sumisivas											
		Noviembre-Diciembre				Enero-Febrero				Marzo-Abril			
COMUNIDAD		<i>E</i>	<i>B</i>	<i>Entrada</i>	<i>Salida</i>	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>Entrada</i>	<i>Salida</i>	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>Entrada</i>	<i>Salida</i>
Agresivas	Noviembre-Diciembre	0.181	0.152	0.109	0.056	0.449	0.246	0.555*	0.259	0.204	0.212	0.152	0.069
	Enero-Febrero	0.164	0.133	0.129	0.046	0.512	0.131	0.571*	0.279	0.383	0.178	0.218	0.300
	Marzo-Abril	0.144	0.151	0.162	0.008	0.593	0.320	0.761*	0.400	0.406	0.254	0.293	0.272
Aseo	Noviembre-Diciembre	0.11	0.170	0.137	0.113	0.382	0.394	0.173	0.431	0.288	0.329	0.293	0.291
	Enero-Febrero	0.092	0.062	0.283	0.083	0.317	0.266	0.319	0.432	0.267	0.229	0.239	0.260
	Marzo-Abril	0.109	0.024	0.067	0.084	0.371	0.234	0.340	0.331	0.052	0.214	0.235	0.312
Contacto	Noviembre-Diciembre	0.067	0.082	0.021	0.025	0.422	0.245	0.435	0.221	0.127	0.229	0.111	0.228
	Enero-Febrero	0.181	0.195	0.155	0.335	0.504	0.368	0.586	0.413	0.317	0.315	0.411	0.204
	Marzo-Abril	0.081	0.005	0.084	0.156	0.468	0.147	0.556	0.411	0.267	0.215	0.364	0.120
Juego	Noviembre-Diciembre	0.016	0.037	0.025	0.055	0.200	0.242	0.304	0.229	0.053	0.063	0.130	0.020
	Enero-Febrero	0.126	0.192*	0.170	0.076	0.341	0.258*	0.343	0.308	0.103	0.192*	0.112	0.097
	Marzo-Abril	0.214	0.114*	0.187	0.159	0.345	0.221*	0.339	0.342	0.103	0.251*	0.098	0.090
Proximidad	Noviembre-Diciembre	0.162	0.178	0.097	0.062	0.589*	0.405	0.584	0.575*	0.386	0.247	0.379	0.348
	Enero-Febrero	0.313	0.124	0.188	0.261	0.622*	0.463*	0.631*	0.531*	0.473	0.316	0.421	0.468
	Marzo-Abril	0.283	0.152	0.209	0.209	0.613*	0.487	0.597*	0.543	0.448	0.240	0.379	0.456
Sexuales	Noviembre-Diciembre	0.136	0.023	0.086	0.104	0.301	0.287	0.238	0.336	0.355	0.229	0.309	0.283
	Enero-Febrero	0.395	0.413*	0.388	0.308	0.305	0.343	0.188	0.316	0.385	0.111	0.391	0.230
	Marzo-Abril	0.254	0.268	0.386	0.067	0.212	0.280	0.055	0.301	0.432	0.099	0.337	0.266
Sumisivas	Noviembre-Diciembre	0.151	0.183	0.007	0.168	0.152	0.289	0.332	0.438	0.200	0.119	0.130	0.172
	Enero-Febrero	0.049	0.241	0.000	0.079	0.166	0.330	0.220	0.404	0.358	0.323	0.159	0.248
	Marzo-Abril	0.019	0.019	0.036	0.033	0.418	0.418	0.330	0.609*	0.461	0.461	0.185	0.255

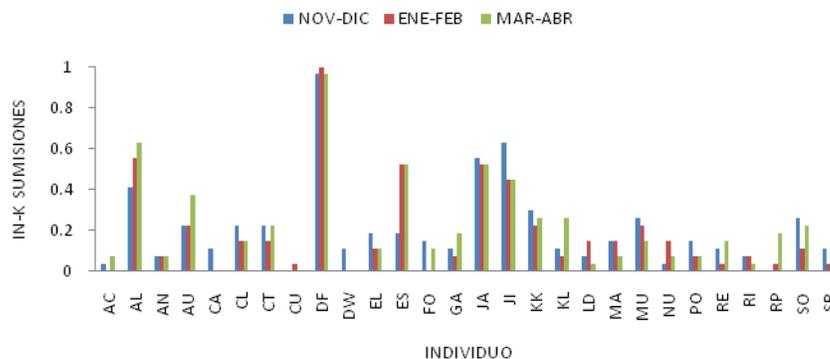


Figura 29. Centralidad por grado de recepción de sumisiones (*entrada-k* o *in-k*) de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009.

En la gráfica se observa que la red es heterogénea por lo que sólo unos cuantos monos reciben con frecuencia sumisiones de parte de otros, este es el caso de los dominantes (DF, AL, JA, JI, ES), mientras que los monos subordinados rara vez reciben este tipo de conductas (AC, CU).

En cuanto a la emisión de conductas sumisivas a otros individuos en la colonia, se obtuvo una centralidad del 35.4% (Cuadro 11), situándose detrás de las agresiones. Es claro que aunque siguen conectándose con 5 monos en la red, la variabilidad disminuye con respecto a la recepción de estas (Cuadro 12), y en este caso, ahora los monos que no eran blanco de recepciones, se sitúan como emisores activos (SR, KK, AC, AN y FO). En el medio, se colocan CL, CT, CU, RE, RI y RP, mientras que DF no emite ninguna sumisión a nadie en ningún bimestre (Fig. 30).

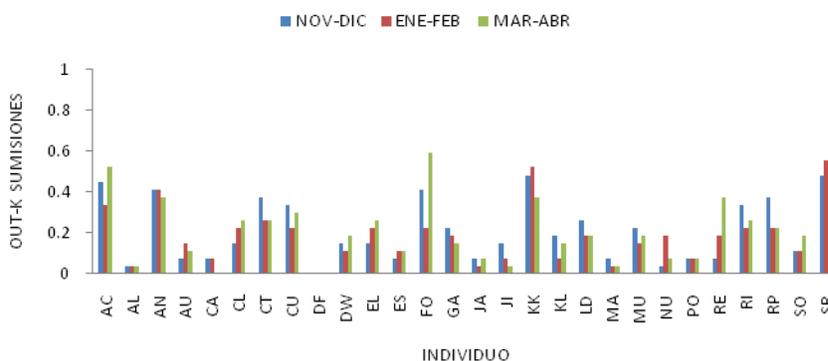


Figura 30. Centralidad por grado de emisión de conductas sumisivas (*salida-k* o *out-k*) por parte de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009.

En la figura se nota que la red es heterogénea en la recepción de conductas. Los monos dominantes rara vez emiten sumisiones (DF, AL), mientras que los subordinados son los animales más activos en esta red (SR, AC, FO).

Con respecto a la búsqueda de individuos por eigenvectores, se encontró que en promedio, la centralización es del 33.3%, justo por encima de las conductas agresivas y por debajo de las relaciones sexuales (Cuadro 11). Sin embargo, una vez más, sólo un pequeño porcentaje puede ser explicado por características globales (19%). El promedio y desviaciones estándar de las centralidades es muy similar al encontrado en las agresiones, aseo y contacto (Cuadro 12). El análisis reveló que el individuo más central es DF, los intermedios, AL, KK y SR, y la más periférica CA (Fig. 31).

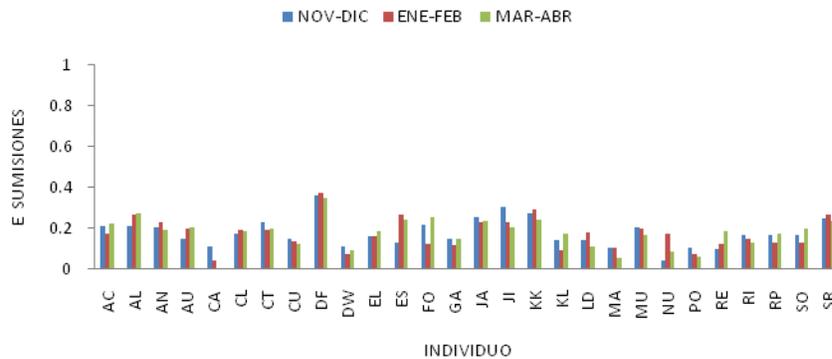


Figura 31. Centralidad por eigenvector (*E*) de las sumisiones por parte de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009.

En la figura se observa que el macho dominante (DF) presenta vínculos de alta calidad, mientras que la hembra vieja CA no destaca en esta red.

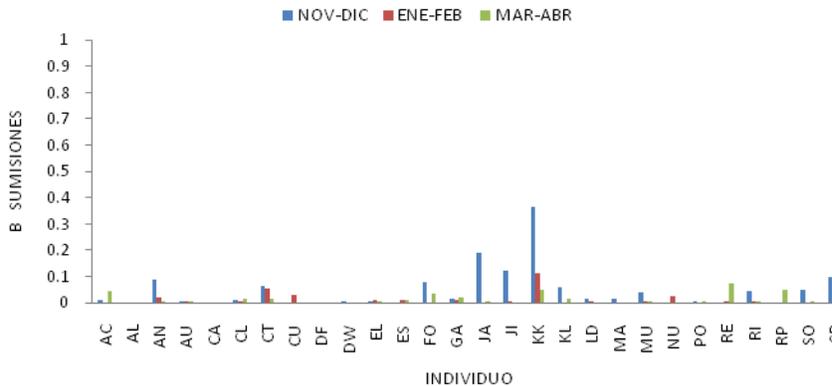


Figura 32. Centralidad por intermediación (*B*) de las conductas sumisivas de cada individuo en los bimestres noviembre-diciembre de 2008, enero-febrero y marzo-abril de 2009.

En la gráfica se muestra que en la red de sumisiones hay pocos vínculos indirectos pues los índices de intermediación son bajos. Aunque, destaca que ahora las hembras JA y KK son ocupadas como intermediarios, mientras que DF no controla este tipo de información, pues no fluyen conexiones a través de él.

En cuanto al flujo de información, se tiene que el 16.5% de las conexiones se establecen a través de terceros (Cuadro 11), con mucha variación entre los individuos (Cuadro 12). KK es la mona

con mayor control en la información de sumisiones, mientras que JA, JI, AN y CT, pueden tener manejo de los mensajes si logran conectarse con individuos importantes en la colonia. Los animales que no transmiten estos mensajes son AL, CA, DF, DW y PO (Fig. 32).

Es así que, examinando la red, se encontró que al igual que las otras conductas, los monos viejos se encuentran periféricos, mientras que los dominantes están en el centro. Más importante es el hecho de que el control de la información se concentra principalmente en los animales jóvenes (Fig. 39).

#### 7.4.2. *Correlaciones entre atributos y centralidades.*

Se llevaron a cabo correlaciones paramétricas (*Pearson*) y no paramétricas (*Eta*, Cuadros de contingencia) entre los atributos y las centralidades individuales (Cuadro 21), para determinar cuáles son las relaciones entre estos y cómo influyen en la estructuración general y se encontró que con respecto a la edad, no hay relaciones entre esta y el sexo, matrilinea o rango de los monos, mientras que en el caso de la posición en la jerarquía social, se determinó que hay correlaciones positivas y significativas entre estas a lo largo de todos los bimestres, lo que sugiere que aunque hay cambios, el sistema de dominancia-subordinación es estable. Por otro lado, no se encontraron relaciones entre el rango y el parentesco, ni entre el sexo de los monos y la matrilinea a la que pertenecen (Cuadro 21).

Analizando los atributos, se hacen evidentes las características que posee cada mono para situarse en una posición ventajosa dentro de la red. Es así que los infantes y jóvenes reciben y emiten muchas agresiones lo que los sitúa en el núcleo de la red y les da la capacidad de controlar este tipo de información, lo que a su vez determina que sean emisores activos de sumisiones, controlando el envío de estos mensajes. Esta misma situación se encuentra en la red de juegos, en donde regulan toda la información además de colocarse en posiciones centrales; sin embargo, en las relaciones afiliativas no figuran demasiado y se mantienen a buena distancia del centro, aún cuando mantienen sus relaciones equilibradas pues reciben la misma cantidad de vínculos que las que emiten. Cabe mencionar que la hembra joven (KK), aún cuando no logra situarse de manera central, presenta una tendencia a acercarse al núcleo a medida que pasa el tiempo; aunque no llega a ser significativo (Cuadros 14 y 21, y Figs. 34-36). En el ámbito de las relaciones sexuales, estos animales están periféricos, lo que refleja su falta de actividad sexual (Fig. 37). Por su parte, los monos viejos se

mantienen en la periferia de la estructura social en todas las conductas. (Cuadro 21 Figs. 32-38); mientras que las hembras adultas jóvenes tienen las posiciones más importantes en las relaciones afiliativas, ya que emiten una buena cantidad de relaciones que les proporcionan el control de este tipo de información (Cuadro 21 y Figs. 34-37). En el caso de las relaciones sexuales, son los animales adultos los que regulan la red, siendo los dominantes quienes poseen los papeles principales. También, se encontró que el rango y edad de los animales desempeña un papel importante en las relaciones (Cuadro 14) y de acuerdo a lo encontrado en el análisis de selectividad de la sección de medidas grupales (Cuadro 5), se puede mencionar que dichas interacciones ocurren entre monos de la misma edad y distinto rango social.

Con respecto a las relaciones sumisivas se encontró que los emisores más importantes son los jóvenes, mientras que no reciben muchas y son más intermediarios que centrales, por lo que controlan la información. Por su parte, los monos dominantes, reciben muchas sumisiones, emiten pocas o ninguna y son más centrales que intermediarios. Las correlaciones indican que en enero-febrero los monos tienden a dirigir sumisiones a otros de su mismo sexo, además de que la centralidad por intermediación en este mes, también depende de este atributo.

Cuadro 21. Correlaciones de Pearson, entre edad y rango de los individuos y su centralidad, y algoritmo *Eta* entre centralidad-sexo, centralidad-matrilínea de cada red \*\*P≤0.01; \*P≤0.05; ♣0.05≤P≤0.1; ●Error típico≤0.15

		Edad	Rango			Sexo	Matrilínea		
			Noviembre-Diciembre	Enero-Febrero	Marzo-Abril	<i>Eta</i> (E. típico)	<i>Eta</i> (E. típico)		
Edad		-	-0.322♣	-0.306	0.059	0.000	0.000		
Rango	Noviembre-Diciembre	-0.322♣	-	0.886**	0.779**	0.000	0.000		
	Enero-Febrero	-0.306	0.886**	-	0.771**	0.000	0.000		
	Marzo-Abril	0.059	0.779**	0.771**	-	0.000	0.000		
CENTRALIDAD	AGRESIVAS	Entrada	Noviembre-Diciembre	-0.678**	0.457*	0.383*	0.177	0.189(0.151)	0.160(0.129)
			Enero-Febrero	-0.679**	0.419*	0.373♣	0.094	0.177(0.141)	0.174(0.141)
			Marzo-Abril	-0.682**	0.442*	0.341♣	0.150	0.238(0.158)	0.203(0.145)
		Salida	Noviembre-Diciembre	-0.387	-0.319♣	-0.410*	-0.599**	0.187(0.130)	0.234(0.173)
			Enero-Febrero	-0.470**	-0.287	-0.366♣	-0.645**	0.082(0.119)	0.184(0.151)
			Marzo-Abril	-0.207*	-0.410*	-0.470*	-0.569**	0.082(0.111)	0.092(0.145)
		E	Noviembre-Diciembre	-0.622**	-0.124	-0.233	-0.463*	0.054(0.115)	0.096(0.132)
			Enero-Febrero	-0.664**	0.024	-0.095	-0.361♣	0.082(0.124)	0.147(0.144)
			Marzo-Abril	-0.686**	0.005	-0.104	-0.461*	0.100(0.128)	0.179(0.147)
	B		Noviembre-Diciembre	-0.340♣	0.156	0.098	-0.030	0.024(0.120)	0.075(0.195)
			Enero-Febrero	-0.337♣	0.068	0.011	-0.122	0.019(0.159)	0.164(0.132)
			Marzo-Abril	-0.393*	0.143	0.141	-0.013	0.34(0.119)	0.245(0.186)
	ASEO	Entrada	Noviembre-Diciembre	0.030	-0.263	-0.375*	-0.443*	0.158(0.163)	0.157(0.082)
			Enero-Febrero	0.135	-0.415*	-0.357♣	-0.475*	0.077(0.119)	0.117(0.133)
			Marzo-Abril	0.162	-0.561**	-0.600*	-0.499*	0.118(0.130)	0.098(0.122)
		Salida	Noviembre-Diciembre	-0.317♣	0.488*	0.272	0.200	0.646(0.105)●	0.10080.126)
			Enero-Febrero	-0.360♣	0.486*	0.330♣	0.239	0.591(0.102)●	0.102(0.129)
			Marzo-Abril	-0.375*	0.497*	0.333♣	0.237	0.639(0.108)●	0.096(0.129)
		E	Noviembre-Diciembre	-0.164	0.056	-0.135	-0.289	0.469(0.158)	0.318(0.138)
			Enero-Febrero	-0.129	0.055	-0.010	-0.190	0.413(0.157)	0.209(0.141)
			Marzo-Abril	-0.127	0.068	-0.109	-0.150	0.545(0.131)	0.196(0.132)
		B	Noviembre-Diciembre	-0.199	0.139	-0.097	-0.099	0.403(0.127)	0.116(0.148)
			Enero-Febrero	-0.091	0.014	-0.084	-0.143	0.406(0.148)	0.097(0.135)
			Marzo-Abril	-0.325♣	0.081	-0.028	-0.093	0.467(0.107)●	0.206(0.131)
CONTACTO		Entrada	Noviembre-Diciembre	-0.145	-0.099	-0.178	-0.337♣	0.454(0.122)	0.384(0.127)
			Enero-Febrero	-0.344♣	0.062	-0.063	-0.332♣	0.474(0.158)	0.202(0.146)
			Marzo-Abril	-0.353♣	0.046	-0.052	-0.316♣	0.448(0.151)	0.252(0.145)
	Salida	Noviembre-Diciembre	-0.174	-0.089	-0.167	-0.373♣	0.337(0.142)	0.447(0.151)	
		Enero-Febrero	-0.200	0.023	-0.016	-0.287	0.279(0.140)	0.413(0.138)	
		Marzo-Abril	-0.207	0.155	0.045	-0.221	0.425(0.136)	0.370(0.130)	
	E	Noviembre-Diciembre	-0.291	-0.143	-0.232	-0.467*	0.354(0.147)	0.381(0.146)	
		Enero-Febrero	-0.395*	0.056	-0.020	-0.350♣	0.430(0.143)	0.271(0.148)	
		Marzo-Abril	-0.351	0.135	-0.012	-0.303	0.443(0.142)	0.431(0.145)	
	B	Noviembre-Diciembre	0.072	-0.062	-0.125	-0.205	0.384(0.107)	0.413(0.145)	
		Enero-Febrero	-0.004	0.021	-0.009	-0.258	0.099(0.111)	0.290(0.149)	
		Marzo-Abril	0.218	-0.128	-0.155	-0.270	0.169(0.142)	0.334(0.138)	

Continúa Cuadro 21.

			Edad	Rango			Sexo Eta(E. típico)	Matrilinea Eta(E. típico)	
				Noviembre- Diciembre	Enero- Febrero	Marzo- Abril			
CENTRALIDAD	JUEGO	Entrada	Noviembre-Diciembre	-0.509*	0.069	0.025	-0.082	0.266(0.194)	0.230(0.117)
			Enero-Febrero	-0.489*	-0.078	-0.073	-0.190	0.400(0.169)	0.108(0.127)
			Marzo-Abril	-0.462*	-0.014	-0.004	-0.146	0.343(0.186)	0.179(0.114)
		Salida	Noviembre-Diciembre	-0.460*	0.132	0.071	-0.007	0.270(0.175)	0.130(0.115)
			Enero-Febrero	-0.504**	0.124	0.109	-0.010	0.194(0.186)	0.246(0.100)
			Marzo-Abril	-0.504**	0.040	0.061	-0.078	0.237(0.172)	0.210(0.108)
	E	Noviembre-Diciembre	-0.436*	-0.055	-0.119	-0.138	0.391(0.183)	0.089(0.122)	
		Enero-Febrero	-0.474*	-0.068	-0.071	-0.189	0.361(0.187)	0.083(0.124)	
		Marzo-Abril	-0.462*	-0.045	-0.023	-0.168	0.375(0.183)	0.169(0.119)	
	B	Noviembre-Diciembre	-0.379*	0.269	0.186	0.091	0.049(0.137)	0.199(0.087)●	
		Enero-Febrero	-0.231	0.192	0.138	0.061	0.143(0.054)●	0.239(0.079)●	
		Marzo-Abril	-0.312	0.118	0.131	0.003	0.044(0.116)	0.191(0.094)●	
CENTRALIDAD	PROXIMIDAD	Entrada	Noviembre-Diciembre	-0.631**	-0.157	-0.289	-0.486*	0.115(0.139)	0.088(0.129)
			Enero-Febrero	-0.488*	-0.020	-0.100	-0.387*	0.342(0.162)	0.111(0.133)
			Marzo-Abril	-0.468*	-0.007	-0.109	-0.450*	0.381(0.168)	0.197(0.144)
		Salida	Noviembre-Diciembre	-0.562**	-0.149	-0.266	-0.499*	0.078(0.125)	0.134(0.129)
			Enero-Febrero	-0.609**	0.029	-0.044	-0.410*	0.140(0.137)	0.225(0.145)
			Marzo-Abril	-0.667**	0.038	-0.061	-0.419*	0.156(0.143)	0.205(0.137)
	E	Noviembre-Diciembre	-0.609**	-0.166	-0.283	-0.555**	0.125(0.136)	0.171(0.129)	
		Enero-Febrero	-0.609**	0.030	-0.060	-0.449*	0.221(0.157)	0.147(0.144)	
		Marzo-Abril	-0.652**	0.025	-0.097	-0.469*	0.178(0.149)	0.154(0.137)	
	B	Noviembre-Diciembre	-0.272	-0.046	-0.120	-0.136	0.033(0.122)	0.082(0.127)	
		Enero-Febrero	-0.237	0.075	0.005	-0.165	0.225(0.126)	0.087(0.125)	
		Marzo-Abril	-0.293	0.175	0.143	-0.049	0.209(0.118)	0.182(0.125)	
CENTRALIDAD	SEXUALES	Entrada	Noviembre-Diciembre	-0.282	-0.303	-0.389*	-0.525**	0.162(0.145)	0.227(0.165)
			Enero-Febrero	-0.169	-0.351♣	-0.368♣	-0.571**	0.033(0.118)	0.335(0.174)
			Marzo-Abril	-0.151	-0.350♣	-0.413*	-0.532**	0.003(0.123)	0.156(0.162)
		Salida	Noviembre-Diciembre	-0.352♣	-0.438*	-0.405*	-0.526**	0.666(0.130)●	0.382(0.161)
			Enero-Febrero	-0.388*	-0.354♣	-0.347♣	-0.529**	0.630(0.130)●	0.391(0.164)
			Marzo-Abril	-0.188	-0.594**	-0.553**	-0.674**	0.659(0.117)●	0.367(0.163)
	E	Noviembre-Diciembre	-0.532**	-0.258	-0.349♣	-0.540**	0.371(0.175)	0.272(0.156)	
		Enero-Febrero	-0.395*	-0.306	-0.337♣	-0.623**	0.242(0.147)	0.362(0.166)	
		Marzo-Abril	-0.194	-0.466*	-0.535**	-0.707**	0.258(0.153)	0.393(0.171)	
	B	Noviembre-Diciembre	-0.122	-0.390*	-0.392*	-0.495*	0.321(0.156)	0.283(0.165)	
		Enero-Febrero	-0.336♣	-0.433*	-0.282	-0.448*	0.280(0.169)	0.289(0.157)	
		Marzo-Abril	-0.153	-0.519**	-0.409*	-0.507**	0.271(0.160)	0.210(0.168)	

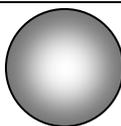
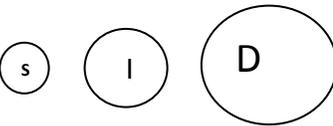
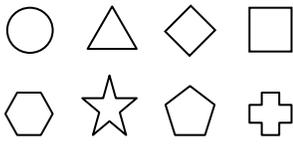
\*\* P≤0.01; \*P≤0.05; ♣ 0.05≤P≤0.1; ●Error típico≤0.15

Continúa Cuadro 21.

		Edad	Rango			Sexo	Matrilinea	
			Noviembre-Diciembre	Enero-Febrero	Marzo-Abril			
CENTRALIDAD SUMISIVAS	Entrada	Noviembre-Diciembre	-0.014	-0.580**	-0.614**	-0.662**	0.267(0.156)	0.287(0.154)
		Enero-Febrero	0.074	-0.621**	-0.675*	-0.723**	0.297(0.170)	0.260(0.167)
		Marzo-Abril	-0.066	-0.641**	-0.693*	-0.766**	0.386(0.165)	0.202(0.152)
	Salida	Noviembre-Diciembre	-0.560**	0.799**	0.658*	0.622**	0.260(0.154)	0.198(0.132)
		Enero-Febrero	-0.525**	0.719*	0.628*	0.546**	0.350(0.127)	0.219(0.143)
		Marzo-Abril	-0.665**	0.734*	0.716*	0.534**	0.157(0.150)	0.386(0.130)
	E	Noviembre-Diciembre	-0.427*	-0.029	-0.176	-0.243	0.078(0.124)	0.188(0.134)
		Enero-Febrero	-0.305	-0.149	-0.280	-0.431*	0.018(0.132)	0.181(0.148)
		Marzo-Abril	-0.608**	-0.095	-0.177	-0.432*	0.220(0.146)	0.079(0.125)
	B	Noviembre-Diciembre	-0.267	0.168	0.074	-0.007	0.223(0.117)	0.197(0.128)
		Enero-Febrero	-0.227	0.320+	0.195	0.157	0.270(0.085)●	0.187(0.134)
		Marzo-Abril	-0.659**	0.148	0.217	0.102	0.220(0.150)	0.079(0.134)

\*\* P≤0.01; \* P≤0.05; + 0.05≤P≤0.1; ●Error típico≤0.15

Cuadro 22. Explicación de las representaciones visuales de las imágenes de redes (Figs. 33-39)

	Representación visual	Explicación
NOMBRE	ID	El nombre de los monos se resume en un identificador que consta de dos letras. Ej. AN, DW, etc.
SEXO	HEMBRA MACHO	El sexo del individuo se representa en el ID. Los machos están en negritas. Ej. DW, AL. Y las hembras en letra ligera. Ej. AC, CL, JA.
EDAD	INFANTES JÓVENES ADULTOS JÓVENES ADULTOS VIEJOS 	El color de relleno de cada nodo, representa la edad del individuo.
MATRILÍNEA		El contorno del nodo representa la matrilinea a la que pertenece: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Catrina (CA)</li> <li>2. Mariana (MA)</li> <li>3. Rita (RI)</li> </ol>
INTERMEDIACIÓN		Los nodos que tienen la capacidad de controlar el flujo de información en la red, tienen el color de relleno degradado.
DOMINANCIAS		El tamaño del nodo representa su rango social. <ol style="list-style-type: none"> <li>S. Subordinado</li> <li>I. Intermedio</li> <li>D. Dominante</li> </ol>
COMUNIDADES		La forma que adopta el nodo determina la comunidad a la que pertenece.
VÍNCULOS		Los vínculos con una sola terminación, son unidireccionales, mientras que los que poseen dos terminaciones, son recíprocos.

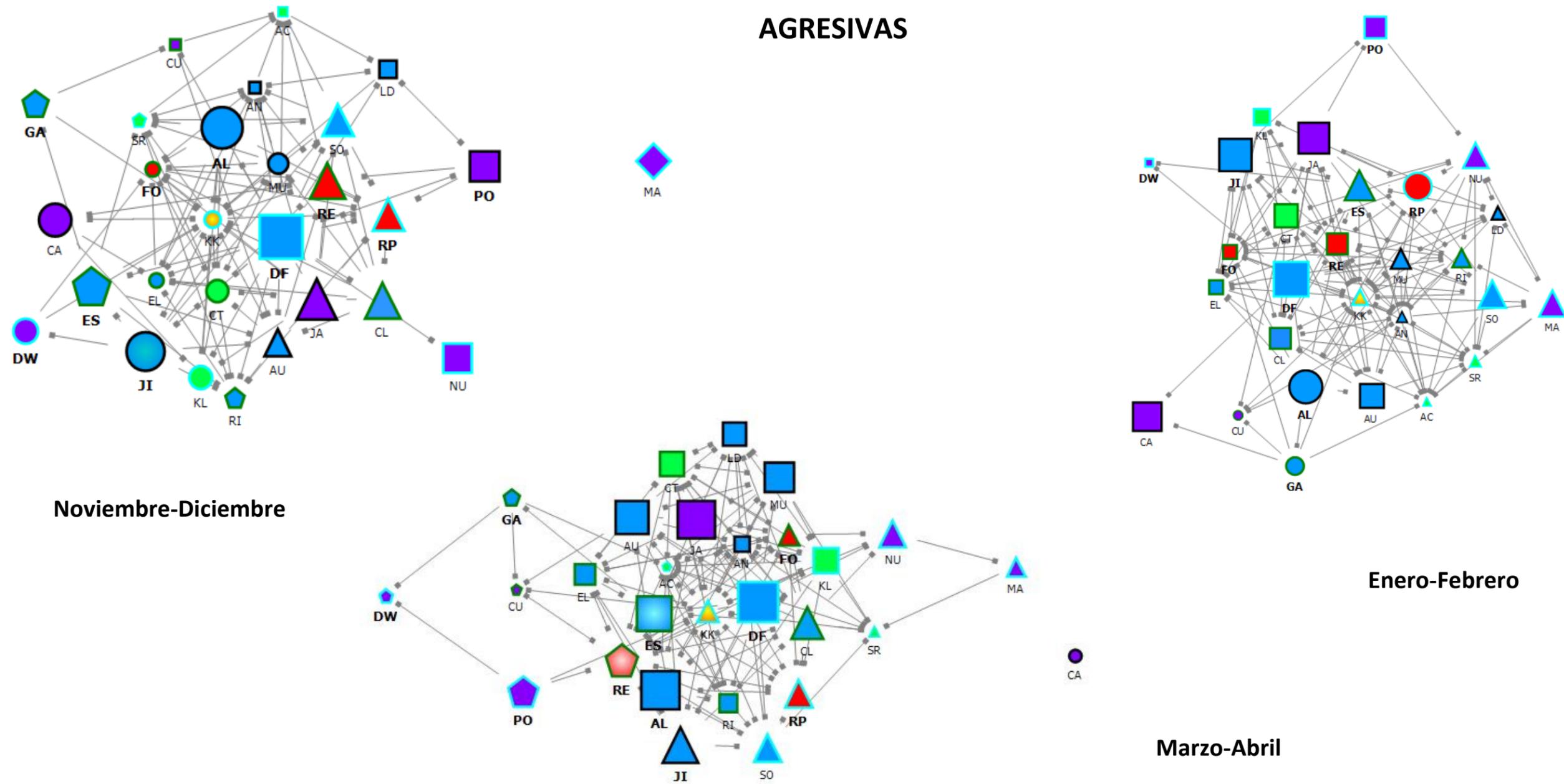


Figura 33. Redes de agresiones encontradas a partir de análisis estructurales de los tres bimestres de estudio. (Para explicación de figura ver Cuadro 22).

La figura muestra que a lo largo del estudio los individuos centrales conservan su posición pero, se encuentran repartidos en las diferentes comunidades. El macho dominante (DF) aún cuando no es el máximo intermediario, se mantiene cerca del núcleo de las redes. Los viejos (en morado) están periféricos o aislados, mientras que los infantes y jóvenes controlan mucha de la información en el sistema.

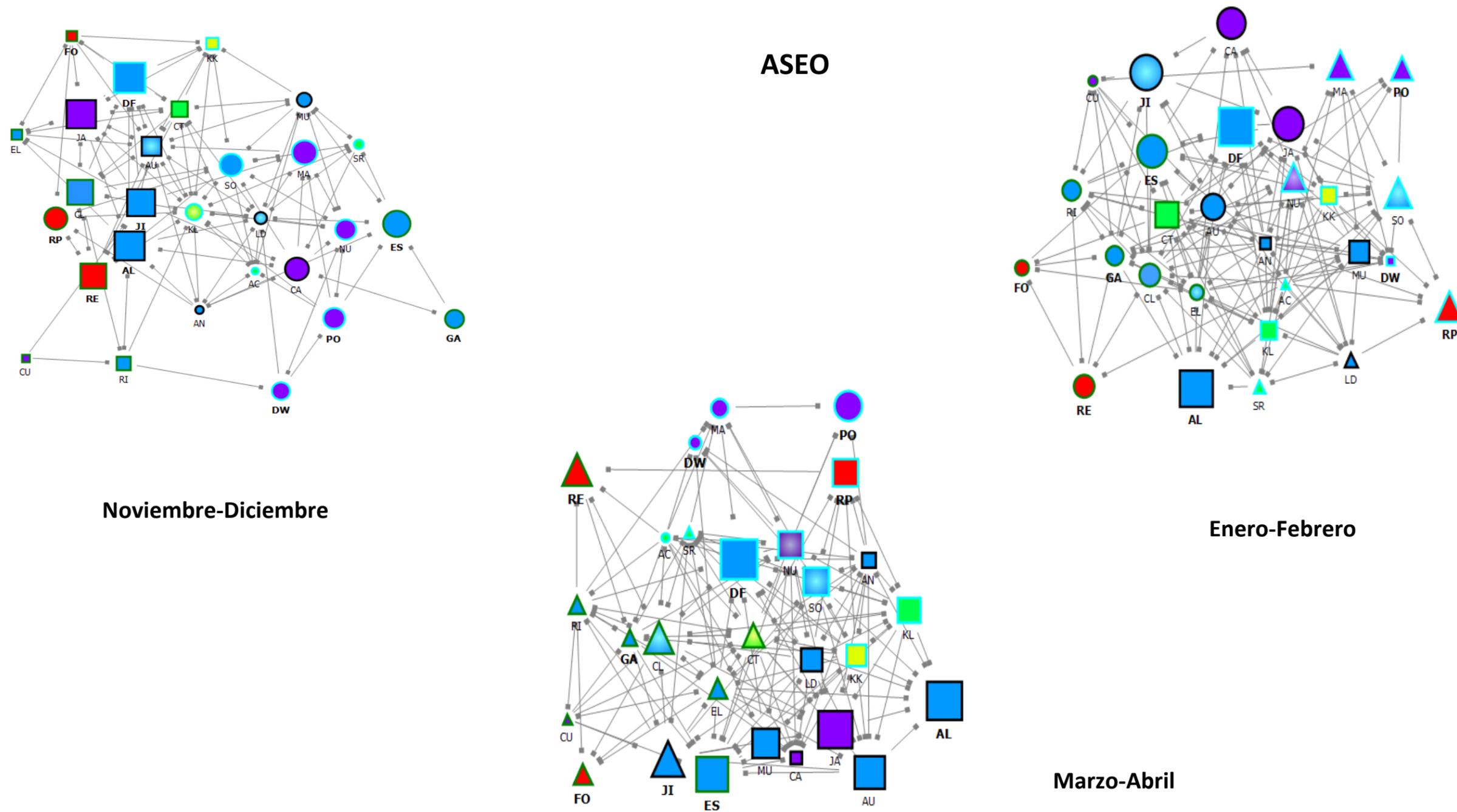


Figura 34. Redes de aseo encontradas a partir de análisis estructurales de los tres bimestres de estudio. (Para explicación de figura ver Cuadro 22).

Al centro de la red es posible ver a hembras adultas jóvenes (CT, KL) como aquellas monas que poseen vínculos de mejor calidad con respecto a los otros y que además son ocupadas como intermediarios en las relaciones. En morado los animales viejos y en rojo los infantiles, que en ambos casos son periféricos, aunque NU controla la información en algunas redes. El dominante (DF) se asocia con el núcleo central de las hembras. Las hembras intermediarias (representadas símbolos con el color degradado) se encuentran en el borde de las comunidades.

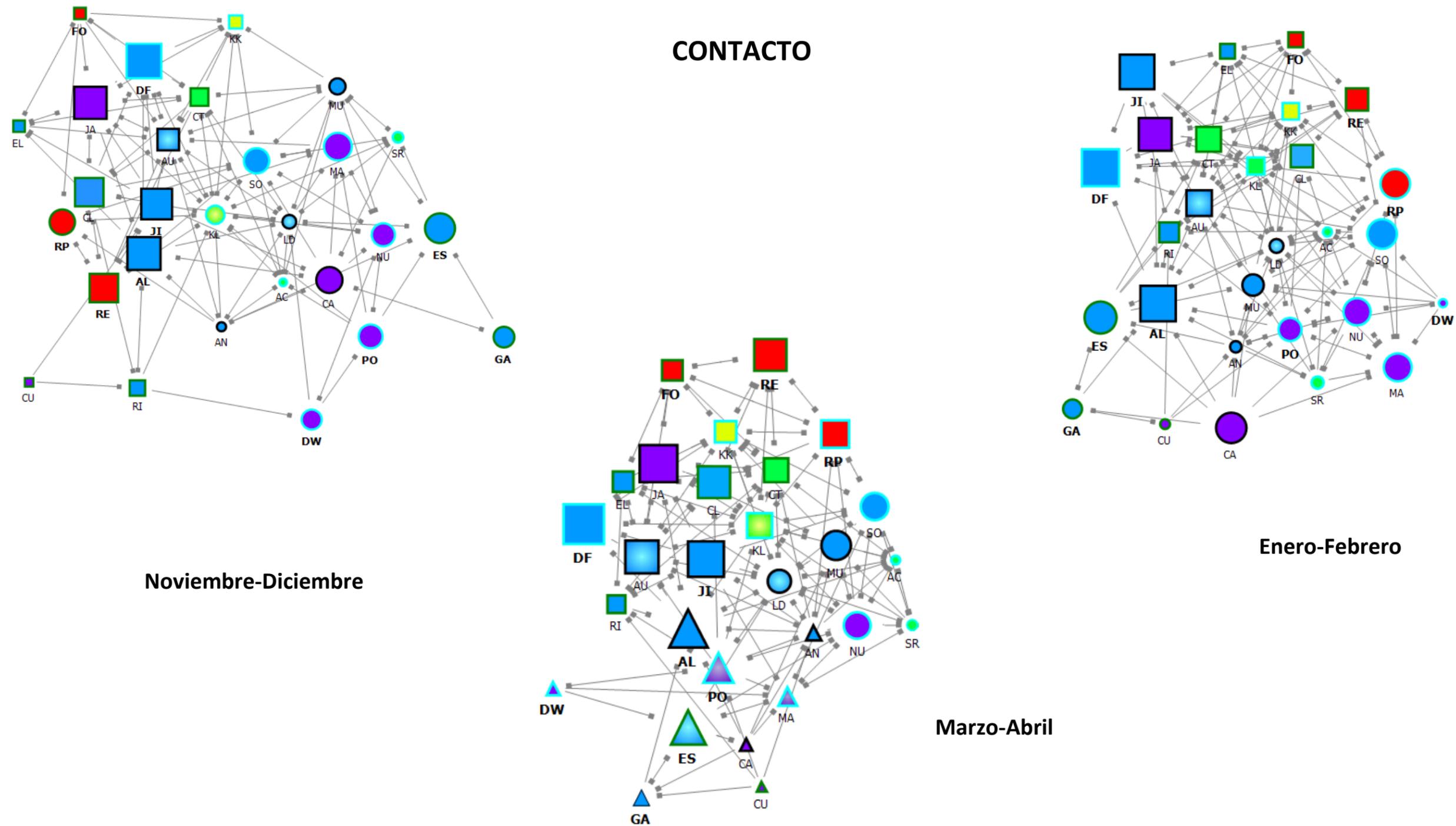


Figura 35. Redes de contacto encontradas a partir de análisis estructurales de los tres bimestres de estudio. (Para explicación de figura ver Cuadro 22).

La figura muestra que los animales que tienen una posición como intermediarios (representados con símbolos de color degradado), están repartidos en las comunidades y en el borde de estas. Los dominantes (símbolo de mayor tamaño), se encuentran hacia la periferia de la red, lo mismo que los infantes (en rojo), aunque cerca de las hembras intermediarias. Las hembras que tenían los papeles centrales en las redes de aseo (CT, KL), ahora están cerca de las hembras más importantes en esta red (AU, LD).

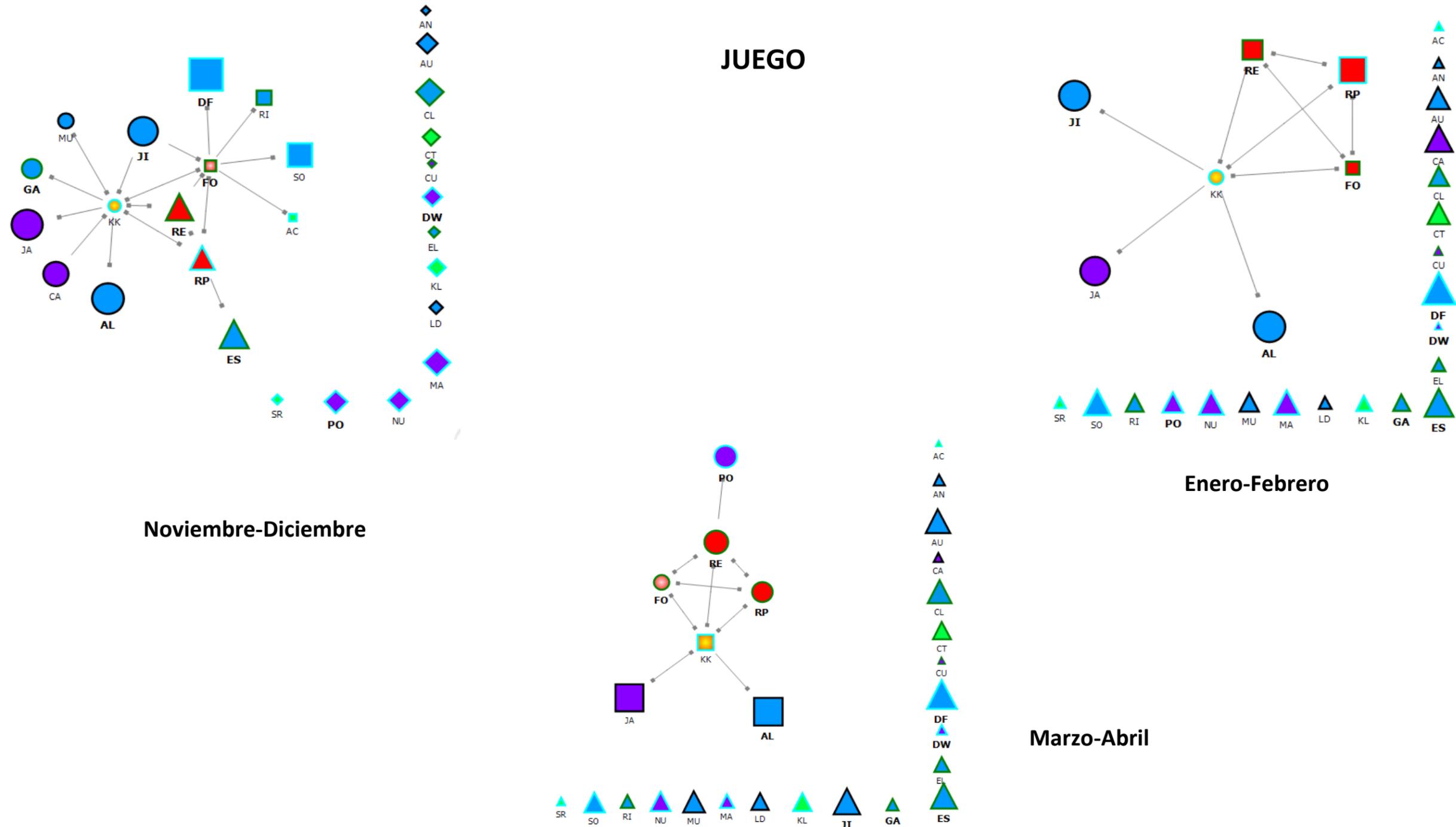


Figura 36. Redes de juego encontradas a partir de análisis estructurales de los tres bimestres de estudio. (Para explicación de figura ver Cuadro 22).

En la figura se aprecia que las redes son no conexas, lo que implica que un buen número de animales están aislados. La hembra joven KK se encuentra en el borde de las comunidades, de modo que controla la información. En algunas redes, algunos individuos dominantes se asocian, aunque la dirección de vínculos indica que sus relaciones son no recíprocas con los infantes, mientras que entre estos últimos las relaciones parecen estar balanceadas.

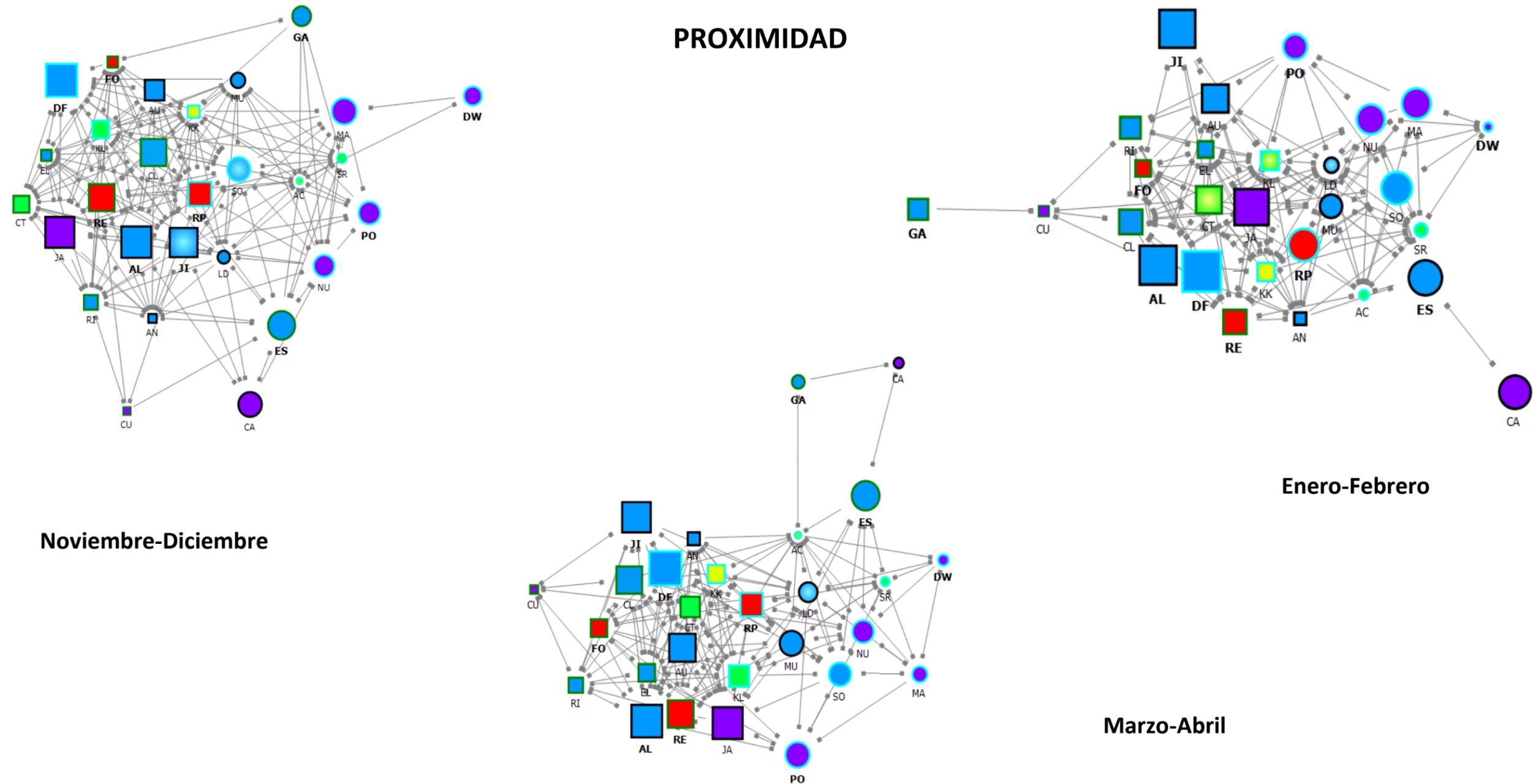


Figura 37. Redes de proximidad encontradas a partir de análisis estructurales de los tres bimestres de estudio. (Para explicación de figura ver Cuadro 22).

Las redes son densas, de modo que los individuos se encuentran cercanos. Los monos viejos se mantienen en la periferia. Al centro se encuentran hembras adultas y adultas jóvenes que tienen la capacidad de establecer conexiones entre los individuos y que además también fueron importantes en las relaciones de aseo y contacto (CT, KL). Al borde de las comunidades están los intermediarios (símbolo con color degradado). El dominante (DF) se encuentra desplazado hacia la periferia, aunque cerca del núcleo de las hembras centrales.

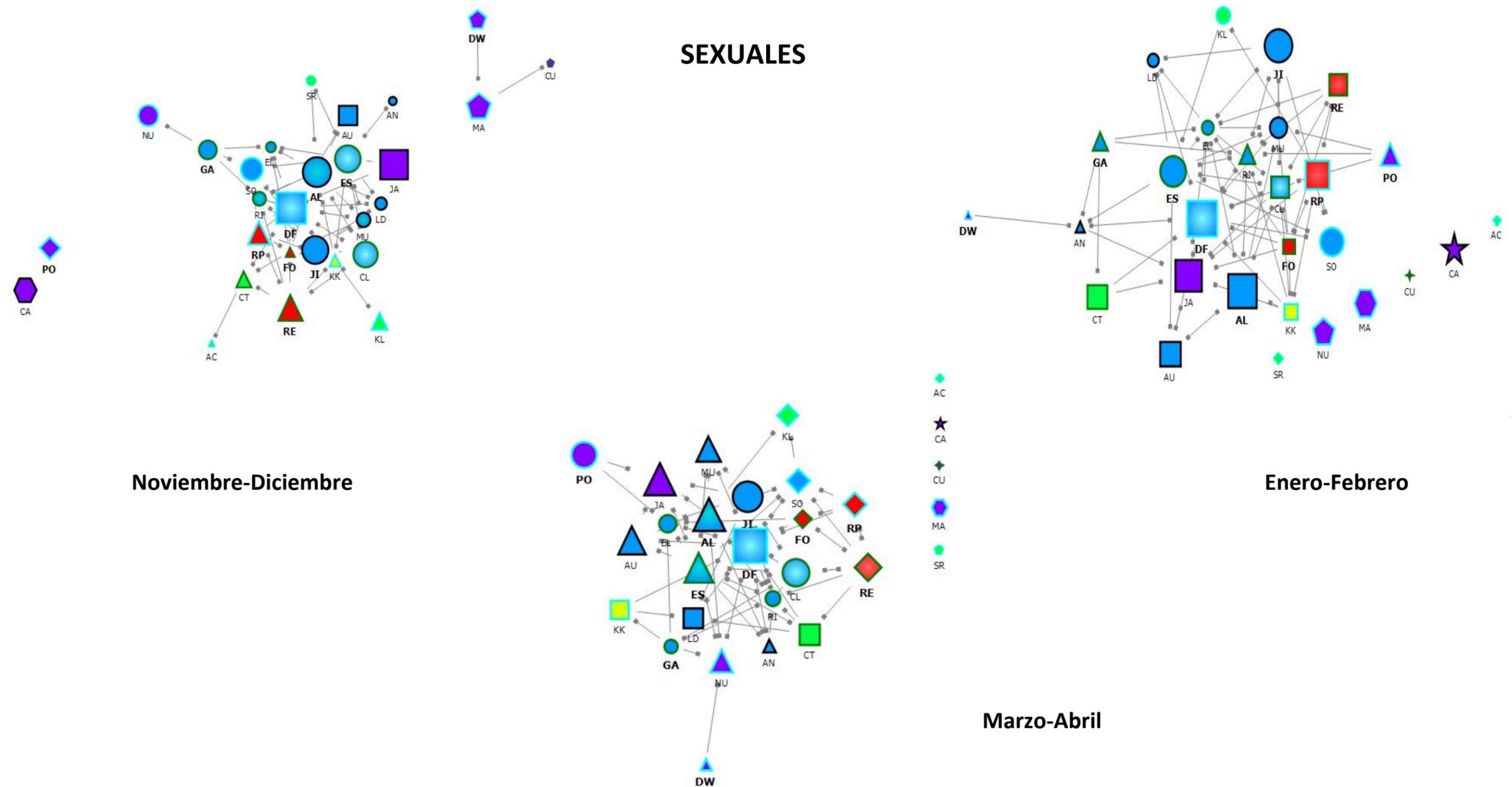


Figura 38. Redes de relaciones sexuales encontradas a partir de análisis estructurales de los tres bimestres de estudio. (Para explicación de figura ver Cuadro 22).

La figura muestra que las redes son no conexas. Los dominantes (DF, AL, ES, JI) se encuentran en el centro de la red y tienen la capacidad de controlar este tipo de información. Los viejos (morado), infantiles (rojo) y adultos jóvenes (verde) se encuentran en la periferia. Las hembras importantes en las relaciones afiliativas (CT, KL, LD), ahora no tienen vínculos de tan alta calidad como los dominantes. Los individuos intermedios (símbolos con el relleno degradado) están repartidos en las comunidades y establecen los puentes de comunicación. DF (macho alfa) sólo en enero-febrero se asocia con la hembra más importante en este tipo de relaciones (CL).

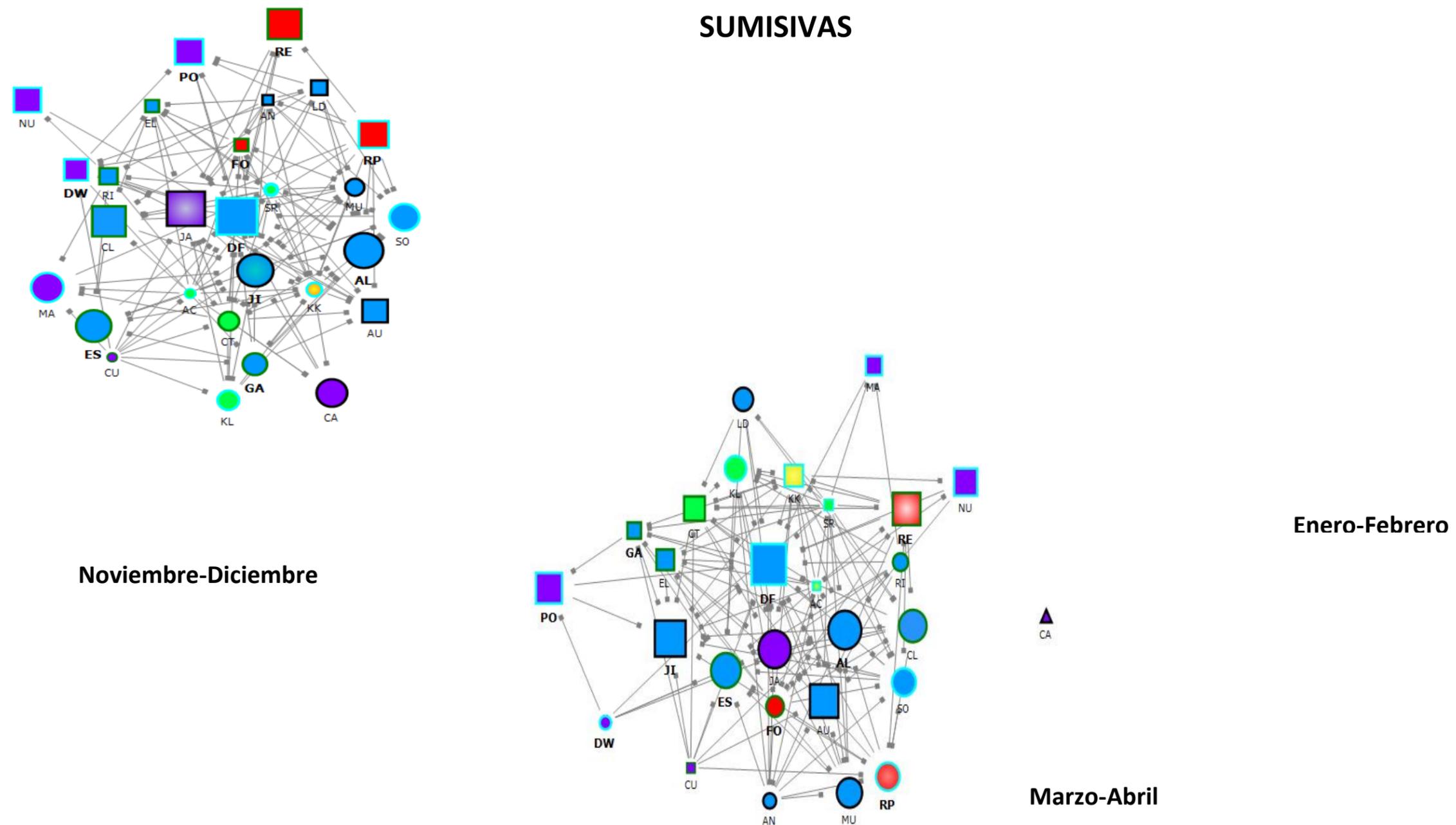


Figura 39. Redes de sumisiones encontradas a partir de análisis estructurales de los tres bimestres de estudio. (Para explicación de figura ver Cuadro 22).

En las redes se nota que los viejos (morados) están en la periferia, mientras que los dominantes (representados con los símbolos de mayor tamaño). Los subordinados (representados con símbolos pequeños) están centrales y tienen la capacidad de controlar la información. La hembra dominante JA es central e intermediaria en las relaciones.

#### 7.4.3. *Correlación de conductas, pruebas de Mantel Z.*

Con la finalidad de conocer que relación guardaban las conductas entre sí a lo largo de los meses, se llevaron a cabo pruebas de Mantel Z, las cuales pueden ser consultadas en el Cuadro 23 y se encontró una relación positiva entre matrices de la misma conducta pero de bimestres distintos (e.g. aseo de noviembre-diciembre vs aseo de enero-febrero o contacto de enero-febrero vs contacto de marzo-abril). También, se pudo observar que, las agresiones siempre se correlacionan positivamente con el contacto, juego y proximidad; sin embargo, cuando las relaciones agresivas se comparan con la actividad sexual, la correlación resulta ser positiva y significativa siempre y cuando estas hayan ocurrido en el mismo bimestre (e.g. agresiones de noviembre-diciembre vs relaciones sexuales de noviembre-diciembre) o entre las relaciones sexuales de un bimestre y las agresiones del bimestre siguiente, pero no en el otro sentido. Con respecto a las sumisiones y aseo no mantienen relaciones con los vínculos agresivos.

De igual modo, se obtuvo que las relaciones de aseo no se asocian con el juego, pero si con el contacto, proximidad, sumisiones y relaciones sexuales, exceptuando en esta última, la comparación entre el aseo de noviembre-diciembre y las conductas sexuales de marzo-abril, siendo estas correlaciones positivas en todos los casos.

Los nexos establecidos entre los individuos a través del contacto, se asocian siempre de manera positiva con aquellos establecidos a través de la proximidad; mientras que con el juego, se encontró que el contacto de noviembre-diciembre no se asocia con el juego de noviembre-diciembre, pero si con el de los bimestres posteriores. En cambio los contactos de enero-febrero y marzo-abril si se correlacionan con el juego de todos los bimestres. También se tiene que el contacto de noviembre-diciembre se asocia con las relaciones sexuales de su mismo bimestre (noviembre-diciembre) y con el del siguiente (enero-febrero); mientras que los contactos de enero-febrero se asocian con la actividad sexual del mismo bimestre y del anterior (noviembre-diciembre). Así mismo, se hallaron correlaciones pequeñas pero significativas entre el contacto y las sumisiones.

El juego además de relacionarse positivamente con las agresiones y la proximidad como se vio anteriormente, también posee correlaciones positivas con las conductas sexuales, excepto en el caso en que se compara el juego de marzo-abril con la actividad sexual del mismo bimestre. De igual

forma, se encontró que las relaciones sexuales de un bimestre se asocian de manera positiva con el juego del bimestre siguiente. Hay relaciones entre el juego y las sumisiones del mismo bimestre, solo en noviembre-diciembre y enero-febrero.

En el caso de las relaciones de proximidad, estas se asocian positivamente con todas las conductas de todos los bimestres, excepto con las sumisiones de noviembre-diciembre y las relaciones sexuales de mar-abr.

Relativo a la conducta sexual se encontró una asociación positiva con las sumisiones, excepto entre las relaciones sexuales de marzo-abril y las sumisiones de noviembre-diciembre.

Cuadro 23. Pruebas de Mantel Z, con 10,000 pruebas de permutación entre las matrices de cada conducta en cada bimestre.

		Agresivas			Aseo			Contacto			Juego			Proximidad			Sexuales			Sumisivas		
		Nov-Dic	Ene-Feb	Mar-Abr	Nov-Dic	Ene-Feb	Mar-Abr	Nov-Dic	Ene-Feb	Mar-Abr	Nov-Dic	Ene-Feb	Mar-Abr	Nov-Dic	Ene-Feb	Mar-Abr	Nov-Dic	Ene-Feb	Mar-Abr	Nov-Dic	Ene-Feb	Mar-Abr
Agresivas	Nov-Dic	-																				
	Ene-Feb	0.408**	-																			
	Mar-Abr	0.445**	0.508	-																		
Aseo	Nov-Dic	0.392	0.034	0.013	-																	
	Ene-Feb	0.015	0.023	0.046	0.480**	-																
	Mar-Abr	0.034	0.065	0.083	0.442**	0.553**	-															
Contacto	Nov-Dic	0.128**	0.220**	0.232**	0.286**	0.230**	0.283**	-														
	Ene-Feb	0.184**	0.218**	0.223**	0.227**	0.261**	0.275**	0.516**	-													
	Mar-Abr	0.138**	0.201**	0.205**	0.249**	0.299**	0.278**	0.557**	0.731**	-												
Juego	Nov-Dic	0.154**	0.188**	0.203**	-0.07	-0.021	-0.005	0.008	0.113*	0.119*	-											
	Ene-Feb	0.196**	0.234**	0.248**	-0.044	0.006	0.005	0.038	0.184**	0.189**	0.716**	-										
	Mar-Abr	0.182**	0.227**	0.237**	-0.049	0.025	0.026	0.058	0.204**	0.209**	0.692**	0.902	-									
Proximidad	Nov-Dic	0.234**	0.350**	0.290**	0.234**	0.249**	0.247**	0.331**	0.360**	0.408**	0.166**	0.155**	0.147*	-								
	Ene-Feb	0.208**	0.295**	0.268**	0.214**	0.240**	0.270**	0.404**	0.484**	0.496**	0.133*	0.165**	0.160	0.558**	-							
	Mar-Abr	0.192**	0.342**	0.299**	0.226**	0.265**	0.294**	0.424**	0.455**	0.492**	0.126*	0.179**	0.173**	0.571**	0.767**	-						
Sexuales	Nov-Dic	0.106*	0.149**	0.192**	0.086*	0.101*	0.067	0.106*	0.088	0.078	0.201**	0.259**	0.248**	0.229**	0.153**	0.212**	-					
	Ene-Feb	0.056	0.125*	0.199**	0.096*	0.138**	0.138**	0.115*	0.149**	0.131**	0.178**	0.236**	0.225**	0.236**	0.198**	0.251**	0.614**	-				
	Mar-Abr	0.086	0.093	0.162**	0.068	0.123*	0.128*	0.074	0.07	0.044	0.112*	0.121*	0.118*	0.200**	0.131**	0.186**	0.609**	0.645**	-			
Sumisivas	Nov-Dic	-0.009	-0.032	-0.037	0.144**	0.158**	0.183**	0.032	0.06	0.073	0.088*	0.114*	0.103*	0.095*	0.118**	0.128**	0.121*	0.132*	0.059	-		
	Ene-Feb	-0.103	-0.014	-0.029	0.257**	0.214**	0.240**	0.097*	0.100*	0.112*	0.045	0.054	0.025	0.126**	0.139**	0.166**	0.146**	0.185**	0.104*	0.486**	-	
	Mar-Abr	-0.08	-0.038	0.033	0.155**	0.196**	0.213	0.151**	0.075	0.096	0.158**	0.158**	0.125*	0.159	0.176**	0.193**	0.180**	0.222**	0.144**	0.485**	0.603**	-

\*\*P&lt;0.01; \*P&lt;0.05

NOTA. Nov-Dic: Noviembre-Diciembre 2008; Ene-Feb: Enero-Febrero 2009; Mar-Abr: Marzo-Abril 2009.

## 8. DISCUSIÓN.

### 8.1. Medidas de grupo.

#### 8.1.1. Densidad y conectividad.

Las conductas se expresan como una respuesta a los factores intrínsecos y extrínsecos que dan como resultado interacciones sociales heterogéneas no azarosas (Krause y Ruxton, 2002) que a su vez generan redes dinámicas, con implicaciones ecológicas y evolutivas tanto a nivel individual, como poblacional. Dicha estructura social influye sobre un conjunto de comportamientos que dan como resultado, entre otras cosas, el desarrollo y mantenimiento de relaciones cooperativas, solución de conflictos y juego, cuya manifestación a nivel poblacional, puede determinar el flujo de información, transmisión de enfermedades, formación de sistemas de apareamiento y establece las bases para los procesos evolutivos, incluyendo adaptación a ambientes cambiantes, selección sexual y especiación (Croft *et al.*, 2008). Lo anterior, sugiere que el conocimiento de los patrones de interacción a todos los niveles de análisis, es fundamental para el entendimiento de la función, evolución e implicaciones de la organización social.

Los resultados de este trabajo sugieren que las redes estudiadas, en efecto se comportan de manera semejante a las redes sociales humanas (Barabási, 2003), sostenido por el hecho de una serie de algoritmos globales que a continuación se explican.

El cálculo de la densidad y la conectividad de la red, parecen ser las primeras aproximaciones en el análisis de sistemas estructurados. Se ha visto que, en la mayoría de las redes sociales, la densidad posee un valor mucho menor a 1, de tal manera que, gran cantidad de las conexiones directas en realidad no existen (Croft *et al.*, 2008), mientras que cuando la conectividad muestra valores cercanos a 1, indica que grandes proporciones de nodos se encuentran conectados. En el sistema estudiado solo 20.8% de las conexiones posibles, se encuentran presentes, por lo que la estructura se mantiene unida gracias a vínculos indirectos, vía intermediarios y dicho efecto de esparcimiento, pudiera indicar que la red se comporta como un facilitador de la cooperación (Voelk y Kasper, 2009), mientras que 63.28% de los animales se conectan en el sistema, por lo que este es altamente cohesivo, lo que se ha reportado para la estructura social de varios primates (Voelk y Kasper, 2009) y en particular

para esta especie (Butovskaya, 1993; Call *et al.*, 1999). A este respecto se observó que, la red de proximidad espacial posee la conectividad y densidad de vínculos más grande, lo que pudiera explicar que dicha conducta se usa como un desencadenante de nuevas interacciones, ya que el permanecer en cercanía con otro individuo, aumenta la probabilidad de que se establezcan nuevos vínculos (López-Luján *et al.*, 1989) y por tanto, la posibilidad de conectarse en la red, por lo que los sujetos invierten en la creación de conexiones directas.

Una vez que un individuo se acerca a otro, puede esperar que este inicie la interacción o puede empezarla él; sin embargo, no todos tienen la misma posibilidad de tomar la iniciativa, debido a sus características intrínsecas y la tolerancia del otro no solo para aceptar este fenómeno, sino para mantener la interacción afiliativa (Smuts, 1987a; Cheney y Seyfarth, 1990), lo cual genera una disminución de sujetos que logran establecer contacto para luego dar lugar a otra asociación. Aunado a lo anterior, se ha visto que el hecho de que los animales permanezcan en contacto, aumenta el riesgo de agresión (Dunbar, 1996). Sin embargo, se nota que la densidad de la red de agresiones disminuye con respecto al contacto, debido probablemente a la tolerancia y las tasas altas de reconciliación reportadas para esta especie (Flack y De Waal, 2004), aunque si esto último no ocurre, lo mejor es la distancia entre ellos (De la O-Rodríguez, 2006) como una forma de prevenir agresiones severas. Se ha visto que las afiliaciones postconflicto se utilizan como una forma de establecer un balance entre las situaciones agresivas y las cooperativas y es precisamente el aseo una de las conductas mayormente empleadas para este propósito (Cheney y Seyfarth, 1990). En este sentido se observó que la densidad de los acalamientos es muy parecida a la de las agresiones, por lo que a primera instancia, pudiera estar funcionando como un amortiguador de estas conductas. En el caso de las sumisiones, se encontró una ligera disminución de conexiones directas en la red con respecto al aseo, mientras que la proporción de nodos conectados baja al 48.5%, de tal manera que sólo ciertos individuos emiten conductas sumisivas a otros, lo anterior como un complemento al aseo en la forma de reducir la intensidad y frecuencia de las agresiones hacia ellos (Walters y Seyfarth, 1987) y como parte de un sistema jerárquico estable (Cheney y Seyfarth, 1990). En el caso de las relaciones sexuales, solo 11.6% de los vínculos están presentes, mientras que el 42.3% de los nodos están conectados, lo que da cuenta de la monopolización de la actividad sexual, por ciertos animales, los cuales generalmente son los dominantes (Smuts, 1987a; Estep *et al.*, 1988). La red de juego posee la densidad y conectividad más baja del sistema, lo cual se puede explicar, por la presencia de sólo 3

individuos infantiles y una juvenil de entre 28 animales y esto debido a que el juego ocurre a tasas mayores durante la infancia, se reduce cuando son juveniles y es raro entre adultos (Walters, 1987).

#### 8.1.2. *Distancia geodésica y diámetro.*

Existen dos formas de medir la influencia de estos en la red, a través de la trayectoria promedio (L) o distancia geodésica –cálculo de la distancia media más corta entre dos individuos cualesquiera dentro de la estructura social- y el diámetro (D) -la vía más larga entre dos animales en el grupo-. Se encontró que la distancia promedio para todo el sistema es  $L=1.919$  y el diámetro  $D=4.667$ , lo que indica que la información en la colonia fluye rápidamente y las diferentes partes de la organización social están altamente conectadas, ya que solo se necesita un intermediario y dos relaciones en promedio para alcanzar a cualquier individuo en el sistema, además de que los dos nodos más alejados, solo se encuentran a menos de 5 relaciones, congruente con lo que se ha documentado para las sociedades de primates (Voelk y Kasper, 2009) y muy por debajo de la velocidad de transmisión en sociedades humanas (Milgram, 1967), probablemente debido a que la colonia es mucho menor que la de los humanos, además de que al permanecer en encierro, obliga a que en algún momento haya interacciones entre los monos, o simplemente como producto de la alta sociabilidad reportada para la especie (Butovskaya, 1993; Call *et al.*, 1999). Así mismo, se encontró que las relaciones sexuales poseen las distancias promedio más grandes, aunque esto es relativo, debido a que todas oscilan muy cerca de los dos pasos; sin embargo, este ligero aumento soporta el supuesto anterior acerca de que las parejas sexuales son un recurso monopolizable y que por tanto, la información está controlada (Smuts, 1987b; Estep *et al.*, 1988). Se observó que el aseo, contacto, sumisiones y agresiones, transmiten su información a la misma velocidad, quizá reflejando el balance entre la competencia y la cooperación (Dunbar, 1991) en este grupo. La proximidad, posee las vías más cortas, sosteniendo que esta conducta detona otras, además de que se ha visto que los monos emparentados son muy cohesivos espacialmente (Gouzoules y Gouzoules, 1987).

En el caso del diámetro, las conductas agresivas entre los animales más alejados necesitan de 6 pasos para conectarse, de tal forma que esta red, es ligeramente menos cohesiva que las otras, probablemente debido al alto grado de tolerancia (Flack y De Waal, 2004; Voelk y Kasper, 2009). Contrario a esto el aseo y la proximidad necesitan solo 4.333 relaciones para enlazar a los nodos más distantes, lo que apunta a que estas redes son las más cohesivas en este grupo de macacos, por lo

que es factible pensar que la mayor cantidad de información fluya a través de ellas, y en el caso particular del aseo lo haga de manera directa a través del establecimiento de lazos afiliativos fuertes y eficientes (Smuts, 1987a; Dunbar, 1991), mientras que la proximidad solo lo haga potencialmente. El contacto necesita mayor cantidad de relaciones para conectar a los individuos en la red, aunque tal como lo planteó Mondragón-Ceballos (2002), en la jerarquía de afiliación de los macacos cola de muñón, ciertos actos conllevan mayor información afectiva que otros y por tanto, son utilizados con menor frecuencia, y más que su función utilitaria inmediata, pudieran tener un carácter de intencionalidad, que finalmente sería otra herramienta de socialización empleada por estos animales. Por otro lado, las relaciones sexuales y las sumisiones están menormente enlazadas, debido al acaparamiento de los recursos y el reconocimiento de las relaciones de dominancia, a través de señales formales de subordinación (Cheney y Seyfarth, Flack y de Waal, 2004), de tal manera que el flujo de mensajes no ocurre tan directamente, sino que se utilizan intermediarios que puedan minimizar los riesgos y maximizar los beneficios, y en el caso de las sumisiones, puede ser el reflejo del sistema social lineal de estos animales (Santillán-Doherty *et al.*, 1991). Por su parte, el juego posee el diámetro menor, sin embargo, al ser calculado solo entre nodos asequibles, no resulta ser un indicador relevante de todo el sistema; sin embargo, al analizarlo en el ámbito de los infantes, se nota que la información no fluye tan rápidamente comparada con las otras conductas, por lo que el juego no es tan eficiente como transmisor de mensajes, acaso porque los infantes apenas inician con el desarrollo de sus relaciones y son muy flexibles en ellas (Walters, 1987).

### 8.1.3. *Transitividad y reciprocidad.*

La transitividad es otra aproximación en el análisis de redes que lleva a cabo un censo de las pequeñas sub-redes, las cuales frecuentemente son combinaciones de vínculos entre tres nodos (Wasserman y Faust, 1994), del modo  $A > B > C$  (Cheney y Seyfarth, 1990; Kadushin, 2004). En este sentido, la idea general fue examinar la red, contando la frecuencia de las triadas transitivas entre todos los triplete y se encontró que en promedio el 46.8% de estas, cumplen con dicha característica, de tal manera que, las relaciones tienden a ser lineales (Santillán-Doherty *et al.*, 1991) congruente con lo obtenido por Faust y Skvoretz (2002), quienes señalan que los primates no-humanos establecen relaciones transitivas más que recíprocas, mientras que en los humanos es al revés. En este mismo sentido, De la O Rodríguez (2006) observó en el mismo grupo de macacos cola de muñón, que los individuos toman en cuenta las características de su propia relación con respecto a

los actores en el momento de ejecutar una conducta, por tanto, existe una inferencia transitiva que determina el sentido de las relaciones. Se observó que la red de sumisiones es la más transitiva de todo el sistema, de tal manera que los individuos conocen el lugar que ocupan en la jerarquía con respecto a otros monos (Cheney y Seyfarth, 1990), y tratan de disminuir la frecuencia e intensidad de las agresiones de parte de los individuos que están por encima de ellos, antes de que éstas ocurran (Walters y Seyfarth, 1987; Thierry, 2000), lo que se manifiesta en una disminución en la transitividad de las conductas agresivas.

La proximidad, juego y contacto mostraron una alta proporción de triadas que cumplen con la propiedad buscada, de tal forma que las probabilidades de permanecer cerca de un conjunto de individuos son altas, lo que evidencia la capacidad de socialización, tolerancia a las interacciones y un elevado grado de cohesividad espacial debida a que incluso las monos subordinados poseen diversidad de opciones para afiliarse con otros en el grupo (Butovskaya, 1993; Call *et al.*, 1999; Butovskaya, 2004). En el caso particular de la cercanía y contacto, es notoria una gran motivación por establecer conexiones directas, que a su vez originen otro comportamiento que permita el paso de la información a través de la red. En el caso del juego, se ha planteado que este inicia el desarrollo social, aunque no se conoce la manera en la que modifica las relaciones sucesivas, no obstante, esta linealidad pudiera estar reflejando el establecimiento de posiciones sociales posteriores (Walters, 1987). Se observó que las relaciones de aseo son poco lineales, de tal modo que la selección activa de los compañeros de aseo depende de la preferencia individual en última instancia y por tanto de los beneficios que esta decisión acarrea (Butovskaya, 2004, Butovskaya y Kozintsev, 1996; Ventura *et al.*, 2006). Por último, las relaciones sexuales son las menos transitivas, lo que pone de manifiesto que sólo algunos individuos tienen acceso a este tipo de actividad (Estep, *et al.*, 1984; Estep *et al.*, 1988), además de las relaciones preferenciales que determinan la elección de pareja y la competencia intrasexual (Peña-Ramírez *et al.*, en prep.)

En conjunto, transitividad y reciprocidad dicen mucho acerca del balance de las relaciones (Wey *et al.*, 2008). En este trabajo, también se analizó la proporción de vínculos y nodos recíprocos y se observó que en promedio 52.8% de todas las relaciones entre los monos son mutuas, mientras que en el caso de las diadas sólo el 39.7% cumplen con esta característica. A este respecto, se nota que sólo pocos individuos se establecen en relaciones equitativas (Seyfarth, 1977; O'Brien, 1993), lo que según Sparks (1969), se debe a que el mantenimiento de estas genera necesidades y expectativas

diferentes en cada uno de los individuos que conforman el grupo, por lo que la inversión en relaciones varía dependiendo de los beneficios que obtienen de la afiliación que establecen con otros. Sin embargo, se observó que a pesar de que pocos individuos son recíprocos, una vez que las relaciones entre ellos se establecen, la probabilidad de que se mantenga este intercambio es alta, lo cual sugiere, que los monos pueden estar invirtiendo en alianzas a través de asociaciones cooperativas como resultado de otras previas (Walters y Seyfarth, 1987), que se esté gestando una situación de mercados biológicos, en el que los individuos estén intercambiando “comodidades” para beneficio mutuo (Noë y Hammerstein, 1995), tal como se ha documentado en macacos cola de muñón, en donde las hembras que se han aseado recientemente son tolerantes entre sí durante el forrajeo (Ventura *et al.*, 2006), o como ocurre en los apoyos durante situaciones agonistas (Cheney y Seyfarth, 1990) o el intercambio de aseo entre las hembras de babuinos chacma (*Papio cynocephalus ursinus*) en ausencia de otra comodidad de intercambio (Barret *et al.*, 1999), o simplemente, que las asociaciones más frecuentes se estén dando entre monos emparentados (Gouzoules y Gouzoules, 1987). De manera particular, se halló que las redes de proximidad, juego y contacto, mantienen vínculos altamente recíprocos y por tanto muy balanceados, los cuales les permiten conectarse con casi cualquier individuo en la colonia. Gouzoules y Gouzoules (1987) mencionan que los animales emparentados mantienen alta cohesividad espacial, de tal manera que las relaciones familiares dictan mucho de las formas de interactuar con otros, lo que apoya la teoría de la selección por parentesco, en donde la selección natural favorece la cooperación entre los individuos genéticamente relacionados (Hamilton, 1964), mientras que Trivers (1971) argumenta que este mismo mecanismo seleccionará a los individuos altruistas que muestren un comportamiento cooperativo recíproco aún cuando no hay relación genética entre ellos y siempre y cuando haya un balance entre los costos y los beneficios. En ambos casos, los mecanismos dan lugar a sociedades cooperativas que en este caso se manifiestan en redes muy conectadas, transitivas y recíprocas. En la cuestión de las relaciones entre las redes y los atributos de los actores se volverá al tema en la sección de selectividad.

Sosteniendo el argumento anterior, en las relaciones sexuales y agresiones la capacidad de vincularse simétrica y constantemente, está sesgado a un cierto grupo de individuos, los cuales pudieran ser los dominantes, por su prioridad para acceder a las hembras en el caso sexual (Cheney y Seyfarth, 1990; Thierry, 2004) o como producto de una posible elección femenina de pareja (Smuts, 1987b); lo que deriva en una competencia, que en conjunto con las disputas por alimento y parejas

sociales, pueden dar lugar a luchas entre los monos interactuantes que aspiran a un mismo recurso (Walters y Seyfarth, 1987; Fedigan, 1992; Aureli y De Waal, 2000).

Por otro lado, las asociaciones que se establecen a través del aseo son principalmente asimétricas, y los factores influyentes pueden ser, por un lado la dispar relación entre machos y hembras, debido a que los primeros raras veces asean a otros individuos (Seyfarth, 1977), así como, las relaciones de dominancia que establecen interacciones lineales más que recíprocas (Walters y Seyfarth, 1987; Cheney y Seyfarth, 1990; Faust y Skovertz, 2002). En cambio, los vínculos mutuos presentes pudieran ser producto de las relaciones entre familiares (Gouzoules y Gouzoules, 1987) o entre individuos que mantienen “amistades” y alianzas (Dunbar, 1991; Cords, 1997).

La red de conductas sumisivas, resultó ser la menos recíproca, lo que muestra que el sistema de dominancia presente en este grupo de individuos es básicamente lineal, de tal forma que cada uno conoce en qué lugar se encuentra en la jerarquía con respecto a los demás, y por tanto emite las conductas que le corresponden (Cheney y Seyfarth, 1990; Santillán-Doherty *et al.*, 1991; De la O-Rodríguez, 2006; Ventura *et al.*, 2006).

#### 8.1.4. *Selectividad.*

La selectividad permite establecer interacciones con otros que tienen el mismo acceso a los recursos, lo que se cree, es importante en la aparición de la cooperación (Trivers, 1971). Sin embargo, también supone menos diversidad en el establecimiento de relaciones, por lo que lejos de promover la colaboración entre miembros, puede limitarla (Flack *et al.*, 2006).

En este sentido, se ha encontrado que la agresión es la primera muestra de competencia, debido a que en muchas ocasiones está ligada a la obtención de recursos (Walters y Seyfarth, 1987), aunque parece ser también un regulador de las relaciones sociales a través de los sistemas de dominancia, pues se presenta en las situaciones de conflicto entre distintos miembros (Fedigan, 1992; Aureli y De Waal, 2000). En el presente estudio no se encontraron relaciones selectivas claras entre las agresiones, el rango y el parentesco, debido a que cómo se ha documentado anteriormente, esta especie es tolerante, con frecuentes agresiones bidireccionales y tasas altas de reconciliación, además, de que las relaciones entre familiares aunque preferenciales no son tan restrictivas (Aureli y

De Waal, 2000; Thierry 2000; Mondragón-Ceballos, 2001; Flack y De Waal, 2004). Aunado a lo anterior, se encontró que los individuos tienden a dirigir más agresiones hacia otros de su mismo sexo en enero-febrero (Fedigan, 1992) y edad en noviembre-diciembre, debido posiblemente a las estrategias reproductivas y competencia por recursos que se generan entre monos de la misma condición (Moura, 2003). Por otro lado, se observó que los animales tienden a establecer relaciones directas con individuos de distinto acceso a la información, lo que ocurre muy probablemente como una forma de evadir en mayor medida la posible la competencia y aumentar la diversidad en las interacciones (Flack *et al.*, 2006), además de prevenir posibles ataques de parte del recipiente y sus alianzas, de tal manera que no se comprometa su propia posición social.

A diferencia de las agresiones, en las conductas sumisivas hay una inclinación clara a ocurrir entre monos de distinto rango, dando cuenta de que las relaciones de dominancia son reconocidas entre los individuos, aún en situaciones pacíficas, aunque no de manera estricta, apoyando la premisa de la tolerancia en el sistema social de esta especie (Thierry, 2000). Así mismo, dichos comportamientos, no tienen una relación de selección hacia los monos emparentados, de tal forma que si bien, son utilizadas como una señal de subordinación y prevención de agresiones, cuando se aplican a los parientes, la tolerancia de sus relaciones es mayor, no sólo por su alto grado de asociación, sino debido a que tienen posiciones cercanas en la jerarquía social (Walters y Seyfarth, 1987; Cheney y Seyfarth, 1990). También se nota una ligera tendencia a dirigir sumisiones a individuos de distinta edad y el mismo sexo, ya que como las agresiones siguen los mismos patrones, las señales sumisivas pueden servir como amortiguadores de las situaciones de conflicto, además de que en esta especie el castañeteo sumisivo y una mordida suave posterior a este dirigida de parte de los dominantes hacia los subordinados, detiene los enfrentamientos antes de que se escale la violencia (Thierry, 2000), explicando el incremento en la selectividad sobre ambos atributos. De igual manera se encontró que los monos se supeditan a otros con distinto número de relaciones que ellos y por tanto de otra posición social que pudiera ser ventajosa y que generaría algún encuentro agonista, dando cuenta de la jerarquía del sistema, que aunque relajada, es estable.

En cuanto a las conductas afiliativas, estas tienden a ocurrir entre parientes, gracias a la alta cohesividad entre ellos (Gouzoules y Gouzoules, 1987, Cheney y Seyfarth, 1990) y además de que sus asociaciones tienen consecuencias a largo plazo, siguiendo el esquema de la selección por parentesco (Hamilton, 1964), por lo que el mantenimiento de estas es importante. Así mismo, se observó que se

asocian más entre individuos de la misma edad, lo que puede actuar como un regulador del desarrollo de las relaciones (Lindburg, 1973; López-Luján *et al.*, 1989; Cheney y Seyfarth, 1990; Widdig, *et al.*, 2001). Por otro lado, se encontró que hay poca selectividad para asociarse con otros del mismo sexo, lo que da cuenta de la flexibilidad en la socialización y si bien se ha documentado que las hembras son más afiliativas entre sí, también se ha visto que interactúan con su descendencia y con otros machos adultos (Cheney y Seyfarth, 1990), cómo una forma de establecer alianzas y bajar los niveles de agresividad, lo que implica beneficios para ambas partes (Fairbanks y McGuire, 1986; Walters, 1986).

Cuando se eligen a los individuos por el grado (número de vínculos directos con otros en la red), el aseo tiende a ser poco selectivo, de tal manera que los monos intentan variar sus vías de comunicación, a fin de que la información que fluye a través de ellos, se extienda en la red y le genere beneficios posteriores. La proximidad, en cambio, es selectiva entre individuos igualmente conectados, debido a que al ser esta conducta un detonante de otras, si bien puede dar lugar a beneficios a través de lazos afiliativos, también puede dar lugar a agresiones que afecten al recipiente (López-Lujan *et al.*, 1989).

Otra forma de afiliación que ocurre principalmente entre los infantes es el juego. Se encontró que este se da entre individuos no parientes, pero que han estado en contacto, aseándose o en proximidad, tal como ocurre entre monos verdes jóvenes y monos rhesus, en donde no importa si los compañeros de juego son parientes o no, ya que frecuentemente afilian también a través del aseo (Colvin, 1983b; Lee 1983). En este mismo sentido Mackenzie y colaboradores (1985), registraron que en macacos cola de muñón, hay marcadas preferencias afiliativas cuando han crecido juntos sin importar si son hermanos o no y en este caso de estudio, así ocurre, pues al estar sujetos a encierro, las posibilidades de buscar compañeros son nulas, limitándose a los que se encuentran disponibles en la colonia. Es quizá por lo anterior, que no se notan preferencias claras para interactuar selectivamente sobre los atributos de edad y rango, además de que siendo infantes, la dirección para socializar no es tan importante y, por tanto, sus relaciones son flexibles, aunque hay una tendencia de que estas sean en el mismo sentido que las de sus madres (Walters, 1987), lo que puede estar siendo explicado por el hecho de jugar con infantes de distinta condición social.

En el caso de las relaciones sexuales, se encontraron marcadas preferencias por interactuar con individuos de distinto rango, sexo y situación social, mientras que estos sean de su misma edad, apuntando al éxito reproductivo de los animales, pues el hecho de que se relacionen con otros de su misma edad y distinto sexo en el caso de los adultos, sugiere que estos buscan parejas en estado reproductivo que incrementen las posibilidades de generar descendencia, de tal modo que estas interacciones se incrementan durante la fase periovulatoria de las hembras (Gooldfoot *et al.*, 1975; Kuester y Paul, 1996). En el caso de los infantes, el hecho de relacionarse con otros de su misma edad, puede involucrar, no solo un posible “entrenamiento” en la conducta sexual (Harlow, 1965), sino que pudiera estar relacionado con conductas de subordinación y de reconocimiento de jerarquía (Aureli *et al.*, 2002) o como un promotor de afiliaciones para generar cohesión social, ya que estos comportamientos homosexuales ocurren entre monos con vínculos fuertes (Fooden, 1990; Roonwal y Monhont, 1977). Además de que relacionarse con otros de distinto grado de conexión en la red y rango, incrementaría la diversidad de opciones afiliativas que pudieran generar tolerancia sobre los recursos monopolizados, disminución de agresiones y apoyo en situaciones agonistas (Cheney y Seyfarth, 1990), aunque también existe la posibilidad de que el establecimiento de estas relaciones entre monos de distinto rango, sea el reflejo de cópulas forzadas por parte de los machos hacia las hembras (Roonwal y Monhont, 1977; De Waal, 1989) o simplemente que los machos alfa y beta son los principales actores y eyaculadores en las relaciones con las hembras del grupo (Estep *et al.*, 1984), mientras que los monos subordinados registran actividad sexual a lo largo de todo el ciclo (Murray *et al.*, 1985), pero sólo ejecutan conductas de inspección. La literatura menciona que las relaciones sexuales entre los individuos se establecen rara vez entre parientes (Gouzoules y Gouzoules, 1987); sin embargo, se encontró una tendencia a relacionarse con familiares, lo que por un lado, puede ser producto del encierro, y por tanto a la poca diversidad de parejas sexuales; y por el otro, tal como lo han planteado Aureli y colaboradores (2002), las conductas sociosexuales pueden estar siendo emitidas a individuos parientes que anteriormente fueron agresores, cómo una forma de reconciliación y restauración de relaciones.

## **8.2. Medidas intermedias e individuales y su asociación con los atributos de los actores**

### *8.2.1. Punto de conectividad.*

Un aspecto que da cuenta de la vulnerabilidad de la red ante la remoción de individuos o vínculos presentes, es el punto de conectividad de la red (Hanneman y Riddle, 2005) y al ejecutar este análisis, se encontró que la eliminación de vínculos hace más vulnerable la red que si sólo se quitan individuos, lo que sugiere, que los monos poseen diversas opciones para conectarse en la red, de tal manera que si se elimina a un nodo, los que se conectaban con él usarán las vías a su disposición para mantener la comunicación con el sistema, aún cuando estas no sean las trayectorias más cortas; en cambio al eliminar una relación, se corta el envío de mensajes entre los nodos conectados, aún cuando estos estén presentes, por lo que si la relación enlazaba a un componente con otro, ahora estos estarán aislados completamente, lo que da relevancia a la reconciliación después de un conflicto como una forma de mantener la comunicación social. Las redes más robustas, son las que se generan a partir de la proximidad y contacto, debido a que más del 90% de sus nodos están conectados, y por tanto hay muchas vías para mantener la conexión, en cambio, en el caso del aseo, a pesar de que son resistentes cuando se eliminan nodos, la eliminación de vínculos fragmenta el sistema con gran velocidad, lo que alude a que estas relaciones son valiosas y necesitan mantenimiento constante (Dunbar, 1991). Más importante aún es que, a pesar de que la jerarquía social parece ser estable en cuanto a la dirección de las relaciones, si se eliminan vínculos que involucran el reconocimiento del papel de los otros en la dominancia (sumisiones), este sistema colapsa y pueden sobrevenir cambios en el escalafón social, tanto si cesan las agresiones como las sumisiones de parte de un grupo de individuos. En el caso de que desaparecieran cuatro relaciones de aseo, la comunicación se vería interrumpida y la posibilidad de afiliarse y establecer alianzas que pudieran contrarrestar cualquier tipo de conflicto o sublevación serían ineficientes. Es por ello, que este grupo de macacos concilia sus asociaciones mediante un fino balance entre las disputas y el establecimiento de relaciones afiliativas, que permitan una estabilidad social, y en donde los beneficios para cada uno de los actores en la organización sean mayores que los costos. Es quizá por lo anterior que esta especie sea tan tolerante y conciliadora (De Waal y Aureli, 1996), como un modo de tratar de restaurar el potencial daño de una relación valiosa (De la O-Rodríguez, 2006) que comprometa su situación social.

En el caso de las relaciones sexuales, se encontró que son las más vulnerables cuando se toman en cuenta las asociaciones de los adultos, debido probablemente a la aparente monopolización por parte del macho dominante, lo que conlleva a una reducción de las conductas; sin embargo, este individuo, no tiene garantizado que no haya cópulas clandestinas entre machos de menor rango y las hembras (De Rutter y Van Hoof, 1993), lo que puede suscitar una situación de conflicto entre estos (Smuts, 1987b), que puede ser mediada a través de afiliaciones (Walters y Seyfarth, 1987), aunque, el establecimiento de relaciones afiliativas anteriores y posteriores a la cópula (Smuts, 1987b) pudiera compensar por un lado, la fragilidad de los vínculos, y por el otro evitar contiendas agresivas, interfiriendo en la interacción de otros machos con las hembras fértiles, incrementando así el éxito reproductivo de los actores (Peña-Ramírez *et al.*, en prep.). En el caso de la red de juego, se nota que es altamente vulnerable a la fragmentación, debido a que sólo 4 individuos interactúan en esta forma, quizás por el hecho de que sean flexibles en sus asociaciones con otros, aunque esto pareciera no comprometer sus relaciones con los demás en el grupo, ni entre sí, debido a que disponen de otras alternativas para mantener el flujo de información, tales como el contacto, la proximidad, aseo social y parentesco, tal como ocurre entre monos verdes jóvenes y monos rhesus, en donde los compañeros de aseo también suelen ser compañeros de juego sin importar el parentesco (Colvin, 1983b; Lee 1983).

### 8.2.3. *La red social de los macacos cola de muñón del INPRFM: Un enfoque integral.*

Los primates viven en grupos estables en los que mantienen relaciones sociales complejas, basados en el reconocimiento individual y el establecimiento de vínculos afiliativos constantes (De Waal, 1987; Cords, 1997), por medio de los cuales se maximiza la eficiencia biológica de cada miembro, vista en términos de supervivencia y reproducción (Dunbar, 1988). De este modo, el comportamiento social, se consolida como el factor más importante en la formación, mantenimiento o ruptura de los vínculos entre los individuos de los distintos niveles sociales (Hinde, 1974; Dunbar, 1988; Colmenares *et al.*, 2002), los cuales según Hinde (1976a), pueden ser analizados como interacciones interindividuales, relaciones y estructura social.

No obstante, a pesar de las grandes ventajas que genera vivir en grupo (Dunbar, 1990), también conlleva costos, tales como la competencia por los recursos limitados y riesgo de contraer enfermedades (Dunbar, 1988), por lo que es necesario un fino balance entre las fuerzas que dirigen el

sistema. En este sentido, el presente estudio planteó la idea de conocer la manera en la que se estructura la sociedad de los macacos cola de muñón. Se halló que la red de proximidad transmite a mayor velocidad los mensajes que cualquier otra conducta, ya que más del 90% de todos los nodos están conectados. Esta alta conectividad, puede limitar la centralización y el control de la información en la red, ya que el hecho de que incluso los subordinados tengan distintas posibilidades de afiliación (López-Luján *et al.*, 1989; Butovskaya, 1993) disminuye el acaparamiento de los enlaces. Aunque, la centralidad econtrada en las redes, aunque poca, puede ser producto de las limitaciones que establece el sistema de dominancia, que da como resultado una percepción transitiva que determina la dirección de las interacciones, y si bien, hay tolerancia (Flack y de Waal, 2004), las agresiones son un riesgo constante, por lo que algunos animales eligen transmitir sus mensajes a través de otros individuos con los que socializan frecuentemente, tal como parientes o aquellos de su misma condición social (Cuadro 6). Es así que las hembras adultas jóvenes y de rango intermedio poseen los papeles más importantes en la estructura, pues emiten tantas conductas como las que reciben, agilizando la transmisión de información, posiblemente por el hecho de que estas monas poseen un rango intermedio que les permite comunicarse con ambos extremos de la jerarquía, además de que compiten constantemente por el mantenimiento del estatus, por lo que intentar aliarse con individuos dominantes de los que puedan obtener beneficios posteriormente, es crucial para su condición social (Seyfarth, 1980; Colvin 1983b; Cheney y Seyfarth, 1990), de tal suerte que los monos dominantes son centrales en la sociedad por la alta recepción de aproximaciones, pero no controlan el flujo de información. Sin embargo, el macho alfa siempre se mantiene unido al núcleo de las hembras (Sade, 1972), posiblemente como una forma de asegurar que sus conexiones sean rápidas y eficientes. En contraste, los monos viejos están periféricos no solo en esta red, sino en todas las conductas analizadas, como evidencia de una disminución en su actividad y en la inversión en interacciones, quizá porque ya no obtienen tantos beneficios como los adultos, interactúan selectivamente con otros de su misma edad o simplemente por el deterioro fisiológico propio de su estado (Hauser y Tyrrel, 1984).

Por otra parte, al analizar la formación de grupos de individuos que interactúan más entre sí que con otros en la red (comunidades), se encontraron bajas modularidades en las asociaciones por proximidad (0.14-0.28) según el modelo de Newman (2006), lo que indica que aunque las conexiones pueden ser preferenciales, no impiden el flujo de información a través de la estructura, ya que sólo en enero-febrero los individuos se asocian selectivamente con sus parientes a través de aseo social,

contacto y proximidad (Cuadros 5 y 8) (Gouzoules y Gouzoules, 1987). Analizando las relaciones durante este bimestre, se encontró que aquellos sujetos no emparentados y con posiciones sociales similares (centralidad) en las redes de agresiones y actividad sexual, se agreden con mayor frecuencia y afilián menos que los monos emparentados (Cuadros 5, 8 y 15 Y 16), además de que se halló una fluctuación en el rango jerárquico de las hembras en este periodo, con respecto a los otros dos bimestres (Fig. 4). De este modo, es factible pensar que durante el inicio del año 2009, se establecieron condiciones de competencia que propiciaron que los individuos se asociaran selectivamente (Cuadro 5: bimestres noviembre-diciembre y marzo-abril), reduciendo la diversidad de vínculos, y por tanto, disminuyendo la velocidad de transmisión de información (Flack *et al.*, 2006).

Todo lo anterior da como resultado que esta red sea resistente ante ataques y fragmentación, sentando la base de la estructuración social en este grupo de macacos, y que en conjunto con la cohesividad espacial, determina en gran medida el inicio de la socialización (López-Luján *et al.*, 1989) tal como lo muestran las correlaciones positivas entre la proximidad y todas las conductas de estudio (Cuadro 23).

De esta forma, una vez sabiendo que la proximidad espacial desencadena las otras relaciones en la estructura, es necesario conocer cuales son los dirigentes de estas. Ya se ha visto que las relaciones de dominancia determinan en gran medida la dirección de las interacciones (Cheney y Seyfert, 1990), y aún cuando la jerarquía tiende a la linealidad y es estable en esta especie (Santillán-Doherty *et al.*, 1991), también es vulnerable ante la remoción de vínculos que involucran el reconocimiento del papel propio y de los otros en la sociedad, por lo que es necesario que existan señales activas de subordinación, a fin de evitar constantes cambios en los escalafones sociales a través de eventos agresivos que conlleven altos costos para todos en la colonia (Okamoto y Matsumura, 2000). De este modo, la red de sumisiones un coeficiente de agrupamiento elevado ( $C=0.622$ ), lo que indica que alrededor de algunos individuos, hay un buen número de conexiones directas que pueden ser indispensables para el reconocimiento del estatus de los monos, dando lugar a pocos intermediarios y una alta centralización en las recepciones de esta conducta (Cuadro 11). Así mismo, aunque baja, la centralidad por eigenvector, es mayor en esta red que en las afiliaciones y agresiones, y debido a que este algoritmo determina la calidad de los vínculos, se reafirma la premisa de que hay una monopolización de estos papeles por parte de los monos dominantes, debido a que

se necesita un reconocimiento vía dominancia-subordinación para poder estar en el centro del sistema; lo que se consigue mediante acciones pasivas (Harcourt y de Waal, 1992), tales como señales formales de dominancia, signos de apaciguamiento por medio de sumisiones previas al conflicto (Flack y de Waal, 2004), distanciamiento espacial (O'Keeffe *et al.*, 1983; López-Luján *et al.*, 1989; De la O-Rodríguez, 2006), o en el caso de que haya un ascenso en los enfrentamientos, pueden utilizar la reconciliación como una forma de reparar el daño a una relación valiosa (Cords y Aureli, 1993; De la O-Rodríguez, 2006), dando lugar a un fino balance entre cooperación y situaciones conflictivas (Cords, 1997). De este modo, las agresiones, trabajan como moduladores de la vida en sociedad (Colmenares, 1996; De Waal y Aureli, 1996), y aunque en esta especie se caracterizan por ser bidireccionales (Flack y de Waal, 2004), los emisores principales de estas, son los dominantes, los cuales según Flack y colaboradores (2006), son los encargados de patrullar las relaciones, a fin de evitar disturbios graves, dando como resultado que los grupos sean diversos y con redes sociales integradas, por lo que tienen una posición central en las redes agonistas, aunque esto no les asegura el control de esta información; adicionalmente la hembra dominante es central y puede llegar a controlar el envío de mensajes sumisivos en la sociedad, lo que permite afirmar, que estos sujetos, colaboran entre sí para mantener la estabilidad de la colonia (Figs. 33 y 39). Cabe mencionar que se encontró un aumento en los índices de centralidad por intermediación de agresiones, proximidad y contacto en los dominantes en marzo-abril, lo que puede sugerir, que estos animales, invirtieron en el control activo de la colonia, dado que en el bimestre anterior (enero-febrero) las conductas agonistas se incrementaron entre los monos del mismo sexo. Sin embargo, a pesar del aparente acaparamiento de los enlaces, también se halló que los animales inmaduros son activos en las redes agonistas, por lo que se colocan en posiciones centrales e intermediarias, quizá porque estén siendo utilizados como amortiguadores de agresiones, dado que al recibir una conducta de este tipo, la respuesta a esta no derive en una confrontación grave que comprometa el estado de los oponentes, de tal forma que haya un decremento del conflicto hasta la desaparición total de este, tratando de evitar disturbios de consecuencias peligrosas para el grupo; aunque, el papel de los infantes como amortiguadores de agresiones se ha reportado en monos de la Berbería, macacos japoneses, vervets y babuinos por medio de afiliación y anteponiéndolos a los machos dominantes, como una forma de mitigar los ataques (Kumer, 1967; Ransom y Ransom, 1971); no obstante, tal como lo plantearon Mondragón-Ceballos y colaboradores (2010), también puede ser un derivado de que estos animales aún están en el aprendizaje de sus relaciones, ya sea en miras a la adquisición de una posición en la jerarquía social, o en el proceso de adhesión a un subgrupo.

En otro sentido, ya que las redes agonistas, a través de su alta centralización, mantienen el sistema de dominancia-subordinación, resulta interesante conocer por un lado, la relación entre sí y por el otro, la sinergia que presentan con las otras conductas. Se encontró que tanto en agresiones como en sumisiones, los individuos que controlaron la información, no comparten las mismas comunidades, lo que puede significar que en cada subgrupo hay un mono que posee un papel importante en toda la red y que además tiene la capacidad de controlar lo que ocurre en estos, para evitar que los conflictos se acrecenten y alcancen a toda la colonia. Además, estas conductas no mantienen una asociación lineal positiva entre sí, es decir, que ante un incremento en agresiones, no siempre hay un aumento en las sumisiones, lo que se explica, porque las primeras son bidireccionales, mientras que las sumisiones son enteramente transitivas, tal como se discutió en el apartado de medidas grupales (Cuadro 4). Con respecto a las otras conductas, se halló que con las relaciones de contacto y proximidad aumenta la probabilidad de que ocurra una agresión, pero también de que antes de que esta se manifieste, haya una señal de sumisión que apacigüe la tensión, congruente con que los que más se agreden y emiten conductas sumisivas entre sí, también se asocian de manera preferencial vía proximidad y contacto, tal como se ha reportado con antelación para otras especies de primates (Flack y de Waal, 2004). Asociado a lo anterior, se nota que los monos que fueron centrales en las redes agresivas y sumisivas, se mantienen en la periferia de las relaciones espaciales (contacto y proximidad), acaso por que, si estas últimas desencadenan mucha de la socialización y facilitan la eficiencia de la estructura, resulta demasiado riesgoso mantener vínculos con individuos que se caracterizan por alta actividad agresiva y sin relaciones establecidas, como es el caso de los inmaduros, o en la situación de dominantes, donde hay una buena cantidad de limitantes de las relaciones directas, de tal modo que el flujo de esta información se vería afectado si las vías de comunicación más cortas estuvieran en manos de estos individuos, por lo que son las hembras adultas con rangos intermedios las que se encargan de su modulación, ya que con esta posición en la jerarquía es fácil que se comuniquen con ambos extremos del sistema (Cheney y Seyfarth, 1990); aunque, en enero-febrero, la hembra dominante se coloca en el centro de las relaciones de proximidad (Fig. 37), y si se sabe que la recepción de conductas hace a un individuo prestigioso y lo coloca en el núcleo de la estructura (Cuadro 14), el hecho de que adopte esta posición, puede ser producto de la búsqueda de apoyo por parte de otros individuos, debida al incremento en agresiones en monos del mismo sexo y con la misma centralidad en relaciones sexuales.

Una de las relaciones más importantes en la sociedad de los primates es el aseo (Dunbar, 1990), por lo que resulta necesario conocer la manera en la que se interrelaciona con las conductas agonistas. En este sentido, se halló una relación lineal positiva entre éste y las sumisiones, pero no así con las agresiones, ya que, todo indica que las relaciones de dominancia tienen un reconocimiento total vía pasiva más que agresiva (Flack y de Waal, 2004), y debido a que el aseo social funciona para el establecimiento de los lazos sociales y además de ser preferencial entre parientes, también está influenciado por el rango de los animales, era de esperarse que los principales receptores de aseo fueran los dominantes (Cheney Seyfarth, 1990). Así mismo, se encontró que en marzo-abril los animales que se agredieron mas entre sí y por tanto, son parte de la misma comunidad, también se asean preferencialmente, sobre todo si son de la misma matrilinea (Figs. 32 y 33), por lo que pueden estar invirtiendo en la reparación del daño a su relación, (Pérez-Ruíz y Mondragón-Ceballos, 1994; Call, *et al.*, 1999; Aureli, *et al.*, 2002; De la O-Rodríguez, 2006).

Otro aspecto a considerar, sobre todo si se habla de monopolización de recursos, es el aspecto sexual, ya que dicta mucho de las relaciones de los animales, no solo por su carácter reproductivo, sino porque también ha sido considerado como una forma de competencia (Paul, 2002) y reconciliación (Call *et al.*, 1999). En la misma tendencia, se encontró que las agresiones se correlacionan positivamente con la actividad sexual de su mismo bimestre y del anterior y siempre con las sumisiones, además de que los subgrupos formados a partir de estas conductas tienden a conservarse, es decir, que los sujetos que se asociaron sexualmente de manera preferencial, también intercambiaron encuentros agresivos, lo que puede indicar coerción sexual, ya que los machos dirigen mucho de sus agresiones a las hembras, acaso porque intentan obligar la cópula, o como una forma de disminuir el contacto sexual con otro macho (Hausfater y Hrdy, 1984; Smuts y Smuts, 1993; Anaya-Huertas, 2003), de tal manera que las hembras actuarán de manera sumisiva, ante estos, para disminuir los riesgos. Además de lo anterior, resulta interesante que a pesar de que en la mayoría de las ocasiones los machos son lo que emiten la mayor cantidad de conducta sexual, en enero-febrero, las hembras incrementan su actividad considerablemente y controlan mucha de esta información en la colonia, lo que robustece el supuesto de la competencia intrasexual en este periodo; sin embargo, solo una hembra mantiene esta condición durante todo el estudio y curiosamente, a medida que incrementa su actividad sexual, incrementa su control sobre las relaciones de aseo, las cuales parecen ser las dirigidas de las conductas afiliativas.

Un último aspecto a considerar en relación a las conductas agonistas, es el juego, ya que se ha propuesto que este actúa como un controlador de la agresión, distinción de los recipientes apropiados para la conducta social y un medidor de fuerza entre individuos, por lo que generalmente ocurre entre monos de la misma edad (Walters, 1987). Se halló una relación positiva entre el juego y las agresiones durante todo el estudio, mientras que con las sumisiones, la asociación positiva solo se pudo documentar en noviembre-diciembre, de tal modo que estos eventos en muchas ocasiones derivan en luchas pero sus relaciones sumisivas parecen ser erráticas y flexibles, lo que refleja su proceso de aprendizaje (Walters, 1987; Mondragón-Ceballos *et al.*, 2010). En las redes de juego, la hembra joven es la más central y actúa como intermediaria entre los monos adultos y los infantes, lo que sugiere que está en la búsqueda de relaciones.

Se ha propuesto que las relaciones entre primates son un compromiso a largo plazo y una promesa de ayuda en el futuro (Dunbar, 1991), de tal forma que el mecanismo más directo en el que esos animales invierten en relaciones y establecen alianzas es a través del aseo social (Cheney y Seyfarth, 1990; Dunbar, 1991), cuya distribución ocurre preferentemente entre parientes (Gouzoules y Gouzoules, 1987), tal como se encontró en este estudio (Cuadro 6 y 15). Del mismo modo que López-Vergara (1987), se halló que la sociodinámica del aseo depende del rango, edad y sexo de los individuos. De esta manera las hembras adultas jóvenes y de rango intermedio emiten más aseo del que reciben, por lo tanto se mantienen en posiciones centrales y controlan la información de la red, mientras que los monos dominantes reciben mucho aseo y emiten poco, lo que los sitúa en una posición de prestigio, pero no les posibilita el control del sistema, aunque el macho alfa siempre se mantiene unido al núcleo de las hembras, tal como lo reportó Sade (1972) en un grupo de monos rhesus, como una forma de mantenerse conectado con el sistema y asegurando que sus mensajes viajen de manera eficiente, mientras que las hembras cooperan con el dominante para maximizar los beneficios (Seyfarth, 1978; Smuts, 1985).

En la red de aseo al igual que en las otras conductas del sistema, los monos con los papeles importantes están repartidos en las comunidades, de tal modo que estos animales están siendo utilizados por los integrantes de los subgrupos como intermediarios para conectarse a toda la estructura, haciendo que la información fluya a mayor velocidad y por tanto sea más eficiente, ya que si bien hay un buen número de conexiones directas disponibles para todos los miembros de la colonia y por tanto, poca centralización, las limitaciones que impone el sistema de dominancia-

subordinación, convierten a estos vínculos solo en potenciales lazos, por lo tanto, es necesario utilizar a un individuo que posea las características no solo para recibir información, sino para redireccionarla a fin de mantener la comunicación en la sociedad de estos macacos. En este sentido, se nota que el parentesco tiene una influencia sobre todas las relaciones afiliativas en cuanto a la formación de subgrupos; sin embargo, estas comunidades también cuentan con miembros de otras matrilineas, muy posiblemente por los lazos de amistad que hay entre los monos (Walters y Seyfarth, 1987). De esta forma, las comunidades de aseo se asocian entre sí a lo largo del estudio, lo que indica que estas relaciones se mantienen en el tiempo no solo por los vínculos familiares (Gouzoules y Gouzoules, 1987), sino porque al ser una de las redes con mayor velocidad de comunicación, y dado que es vulnerable ante la remoción de enlaces, resulta necesario retroalimentar las conexiones de manera continua. Así mismo, estos subgrupos se correlacionan positivamente con los encontrados en las asociaciones por contacto y proximidad, lo que sigue el esquema de la cohesión espacial en animales emparentados (Gouzoules y Gouzoules, 1987). También se nota que en noviembre-diciembre y marzo-abril, los individuos más influyentes y prestigiosos en las relaciones de contacto, también son parte de la misma comunidad de aseo, de tal manera que se interrelacionan para entretejer una red de relaciones que comunique en todos los ámbitos a todos los miembros de la colonia de manera eficaz. La posible explicación de que esto no ocurra en enero-febrero, puede ser dada por las relaciones agresivas registradas, posiblemente derivadas a partir de una situación de competencia por parejas sexuales, explicada en párrafos anteriores y soportada en este por el hecho de que los animales más agresivos, tienden a estar en la misma comunidad de aseo, no solo en este periodo sino también en marzo-abril, lo que sugiere que estas relaciones valiosas están siendo reparadas para evitar repercusiones importantes (De la O-Rodríguez, 2006), pero que además los enlaces se hacen selectivos y solo se establecen entre ciertos individuos (Flack *et al.*, 2006). También en marzo-abril, los monos centrales y emisores activos de conductas sexuales, se encuentran periféricos en la red de aseo, excepto el macho alfa, quien sigue siendo prestigioso; sin embargo, todos estos monos forman parte de la misma comunidad de aseo y los representantes de los subgrupos se encuentran al centro de la red. Esto probablemente debido a que al haber cesado la situación competitiva, ahora las relaciones se hacen más diversas, activando una vez más las vías de conexión más cortas (Flack *et al.*, 2006). De igual modo, se encontró que los individuos de relevancia en el juego no siempre son parte de la misma comunidad, lo que denota que sus relaciones son maleables, pero también es evidente que siguen a sus madres en las dinámicas sociales (Nicolson, 1987).

Teniendo como base todo lo anterior, es posible asegurar que las relaciones sociales se refuerzan a través del aloaseo, ya que no solo conecta a individuos de la misma matrilinea, sino a todos en el sistema de manera efectiva, consolidándose como un lazo afiliativo activo, cuyas funciones consisten en la higiene, mantenimiento de las relaciones, obtención y acaparamiento de parejas sexuales, construcción de alianzas, tolerancia sobre los recursos y reparación de daños, lo que sustenta las correlaciones positivas entre esta conducta y las relaciones de contacto, proximidad, sexuales y sumisiones.

Siguiendo la misma tendencia, se nota que las relaciones de contacto se asemejan en gran medida a los vínculos establecidos a través del acicalamiento; no obstante, las posiciones de mayor influencia en esta estructura, si bien siguen estando en manos de hembras de rango intermedio, no son las mismas monas que en las relaciones de aseo, lo que da cuenta de que los roles están repartidos entre los animales, por lo que una buena cantidad de individuos tienen algún tipo de poder en la colonia, descentralizando este y creando un sistema relajado, cooperativo, resiliente y estable. Pese a esto, el poder obtenido a través de agresiones y sumisiones, incide sobre las relaciones, de tal modo que el estar en contacto, aún cuando puede detonar una conducta afiliativa, también puede hacerlo con una agresiva, congruente con lo encontrado en las correlaciones positivas entre estas redes. Además los monos con mayor actividad agresiva, son parte de la misma comunidad. Así mismo, estos monos están periféricos en la red de contacto, ya que no son los compañeros más propicios si se pretende afiliarse, dada su posición en redes agonistas. En cambio, los animales que permanecen en contacto de manera conspicua, también se mantienen cerca (Gouzoules y Gouzoules, 1987) o establecen relaciones de juego (Walters, 1987). En enero-febrero, los animales que fueron centrales en la red de relaciones sexuales, también se encuentran en contacto constante; sin embargo, no todos son parte de las mismas comunidades de relaciones sexuales, excepto la hembra y el macho más activos, lo que indica que aunque hay un esfuerzo por acaparar a las hembras, no es posible lograrlo, lo que es aprovechado por los otros machos de la colonia (De Rutter y Van Hooff, 1993).

Además del parentesco y dominancia, muchas de las características de la conducta de estos primates, resulta de la atracción entre machos y hembras. Estep y colaboradores en 1988, mencionaron que los monos dominantes tienen mayor acceso a las hembras, y por lo tanto, su éxito reproductivo es mayor; sin embargo, dada la alta competencia intra e inter-sexual, el patrón de

apareamiento de esta especie se caracteriza por múltiples cópulas con eyaculación con la misma pareja (Shively *et al.*, 1982). En este estudio se encontró que esta conducta está altamente monopolizada, lo que genera que las vías de conexión no sean tan directas y la velocidad de los mensajes disminuya con respecto a las otras conductas analizadas. De este modo, las relaciones entre los sexos son un ejemplo de estrategias individuales que generan conflictos y fuerzan compromisos (Krebs, y Davies, 1993), por lo que el análisis de estas relaciones resulta interesante desde el punto de vista de las redes sociales. Así pues, se tiene que los individuos buscan parejas en estado reproductivo que incrementen las posibilidades de generar descendencia, (Gooldfoot *et al.*, 1975; Kuester y Paul, 1996), diversificando sus relaciones e incrementando las posibilidades de afiliación que reduzcan la agresión y acrecienten la tolerancia sobre los recursos (Cheney y Seyfarth, 1990), congruente con la correlación positiva encontrada entre las relaciones sexuales y las afiliaciones (aseo, contacto y proximidad). También se hallaron correlaciones positivas entre la conducta sexual y las agresiones y sumisiones del mismo bimestre, por un lado, porque si los animales dominantes ejecutan la mayor cantidad de conducta sexual con hembras de distinto rango que el suyo, entonces las agresiones pueden ser constantes y los signos de subordinación también lo son, pero además puede ser un indicador de coerción sexual por parte de los machos, lo que implica que se reduzca la elección de las hembras (Hausfaster y Hrdy, 1984; Anaya-Huertas, 2003). De la misma forma, hay una asociación positiva entre la actividad sexual y el juego en los infantes, y se ha documentado que en *M. arctoides* hay una alta propensión a que se presente un comportamiento homosexual, como parte del desarrollo de la conducta sexual adulta y génesis de relaciones afiliativas (Harlow, 1965; Hanby y Brown, 1974). Cabe mencionar que los monos centrales e intermediarios de las conductas estudiadas, están repartidos en las comunidades de actividad sexual, de tal forma que intentan utilizar diferentes caminos de asociación con los miembros de la colonia, al mismo tiempo que son utilizados como los conectores principales en la red, a través de todas las formas posibles.

Con respecto a los infantes, se ha documentado que estos pasan la mayor parte de su tiempo jugando (Walters, 1987), de tal modo que se posicionan centralmente y controlan la información en esta red. Es así que estas relaciones se establecen principalmente entre monos de la misma edad y no parientes, ya que se buscan compañeros de la misma talla y fuerza, los cuales frecuentemente no son los hermanos. Además, las interacciones más frecuentes ocurren entre animales de distinto rango social, probablemente porque siguen los patrones de relación de sus madres, están en el aprendizaje y diversificación de vínculos en la sociedad (Nicolson, 1987), aunado con que buscan como receptores

a monos de alto rango, probablemente como un medio que les permita la incorporación a la red de los adultos a medida que van creciendo.

## 9. CONCLUSIONES.

Los resultados de esta tesis muestran que la sociedad de los macacos cola de muñón cautivos en el INPRFM es una compleja red de relaciones que balancean de manera eficiente el conflicto y la cooperación.

Tal como se esperaba, las redes son poco densas, lo que indica que hay pocos vínculos directos. Sin embargo, esto no significa que la red esté desconectada, sino que la comunicación se facilita a través de intermediarios que disminuyan los riesgos y pasen de manera eficiente la información.

Se ha reportado que *Macaca arctoides* es una especie altamente sociable y tolerante (Butovskaya, 1993; Flack y de Waal 2004). A partir de los análisis realizados, es posible concluir que su sistema jerárquico está determinado en gran medida a través de señales activas de subordinación más que de agresiones desenfrenadas. Por tanto, las relaciones sumisivas son enteramente transitivas y están controladas por los individuos dominantes, sobre todo por la hembra alfa. De igual modo, dada su importancia en el sistema, la ruptura de relaciones que permitan el reconocimiento de las posiciones sociales, compromete la red y la dominancia de manera determinante, por lo que se invierten en afiliaciones, particularmente en aseo para reparar sus relaciones y evitar que el sistema colapse.

Las relaciones agresivas por su parte, si bien tienden a efectuarse hacia abajo en la dominancia, frecuentemente son bidireccionales. Adicionalmente, se encontró que sirven como moduladores de la vida en sociedad. El principal regulador es el macho dominante. Es notorio que infantes y jóvenes participan activamente en las agresiones, de tal modo que pueden estar invirtiendo en la adquisición de su rango social o pueden ser amortiguadores en la colonia que faciliten la disminución de eventos agresivos que comprometan el sistema social como un todo.

Las relaciones espaciales (proximidad y contacto) son los desencadenantes de otro tipo de asociaciones de tal modo que son recíprocas y resultan facilitadores de la cooperación a través de distancias cortas entre los individuos. De manera general ocurren entre parientes, aunque no son

exclusivas de ellos. En este sentido, se encontró que las relaciones de proximidad buscan establecerse entre monos con distinto número de vínculos en la red a fin de diversificar las asociaciones en el sistema. Las relaciones son poco recíprocas, aunque una vez que se establecen, la probabilidad de que se mantengan es alta. Los principales actores en estas relaciones son hembras adultas-jóvenes, de rangos intermedios que favorecen la comunicación en ambos extremos de la jerarquía. Los dominantes por su parte se encuentran hacia la periferia pues son un riesgo constante si se intenta afiliarse con ellos, aunque se mantienen unidos al grupo central.

Tal como se suponía, el aseo social es la herramienta afiliativa más importante en este grupo, pues permite que los mensajes viajen rápidamente a lo largo de la estructura, ya que posee las distancias más cortas, sin embargo al ser tan valiosa necesita de mantenimiento constante. Estas relaciones rara vez siguen la dirección de las relaciones que establece el sistema de dominancia. Al ser la conducta más eficiente, también es utilizada como reparador de relaciones dañadas. Los ejecutores son hembras de rangos intermedios a las que se encuentra asociado de manera directa el dominante como una forma de asegurar estar conectado al sistema.

Por otro lado, las relaciones sexuales tienden a estar sesgadas a los monos dominantes, pero no son exclusivas de ellos. El macho alfa tienden a controlar este tipo de información, sin embargo, los otros machos frecuentemente ocupan la coerción sexual como una forma de obtener cópulas incluso cuando las hembras no están receptivas. El macho dominante tiende a permanecer en contacto, cercanía o aseando a la hembra como una forma de alejar a los competidores. Este tipo de relaciones son selectivas y ocurren de manera preferencias entre individuos en estado reproductivo. Por su parte, los infantes se entablan en relaciones sexuales, acaso porque se encuentran en el proceso de aprendizaje o como una forma de establecer relaciones sociales entre individuos con los que tienen relaciones fuertes

En el caso del juego, los resultados no son claros, aunque apuntan a la flexibilidad de las relaciones como producto de los procesos de aprendizaje.

Es importante mencionar que los papeles sociales se encuentran distribuidos entre los animales y los subgrupos, de tal modo que las hembras que son intermediarias se encuentran en el borde de las comunidades como una forma de mantener conectados a todos en el sistema. Sin

embargo, el hecho de que los individuos que controlan el flujo de mensajes no sean siempre los mismos, sugiere que el mantenimiento de estas posiciones es costoso y que una estadía prolongada comprometería su propio estado. Ahora, si bien los monos dominantes no asumen los papeles activos como intermediarios, sí poseen las centralidades por *eigenvector* más altas, por lo que sin estar en el centro del sistema, obtienen vínculos de alta calidad, de tal suerte que el ser un individuo en el tope del escalafón social otorga beneficios implícitos, mientras que las hembras que no poseen estos privilegios se mantienen invirtiendo constantemente a fin de tener poder social que les dé ventajas sobre otros. Por su parte, los monos viejos se encuentran desplazados hacia la periferia en todas las conductas, ya sea por su condición fisiológica o porque ya no se encuentran interesados en mantener relaciones competitivas constantes que los comprometan tanto física como socialmente.

Lo anterior sugiere que todos los tipos de relaciones contribuyen de manera esencial en el mantenimiento de la red social, de tal modo que el sistema es robusto ante la remoción de individuos pero no de vínculos y se establece como estructura compleja y sinérgica que determina las condiciones en las que se desarrolla cada miembro del grupo.

## 10. LITERATURA CITADA.

- Altmann, J. 1974. Observational study of behaviour: sampling methods. *Behaviour* 48: 227- 265.
- Anaya-Huertas, M. C. 2003. Papel de la coerción sexual en las relaciones heterosexuales en sistemas sociales uni-macho/multi-hembra: Un estudio con primates no humanos (*Papio hamadryas*). Tesis de Doctorado. Facultad de Psicología. Universidad Complutense de Madrid. 155 pp.
- Andersson, M. 1994. *Sexual selection*. Princeton University Press. 599 pp.
- Anthony, L. L. y D. T. Blumstein. 2000. Integrating behaviour into wildlife conservation: the multiple ways that behaviour can reduce N-e. *Biological Conservation* 95: 303-315.
- Armitage, K. B. 1986. Marmot poligyny revisited: determinants of male and female reproductive strategies. En: Rubenstein, D. y R. W. Wrangham (eds.). *Ecological aspects of social evolution*. Princeton University Press. Princeton, Nueva Jersey. 303-331 pp.
- Aureli, F. y F. B. M. de Waal. 2000. *Natural conflict resolution*. University California Press. Berkeley. 409 pp.
- Aureli, F., M. Cords, C. D. van Schaik. 2002. Conflict resolution following aggression in gregarious animals: a predictive frame work. *Animal Behaviour* 64(3): 325-343.
- Barabási, A. 2003. *Linked. How everything is connected to everything else and what it means for bussines, science, and everyday life*. Plume. Massachussetts. 294 pp.
- Barabási, A. L. Y Z. Oltvai. 2004. Network biology: understanding the cell's functional organization. *Nature Reviews Genetics* 5: 101-113.
- Barret, L., P. Henzi y T. Weingrill, J. E. Lycett y R. A. Hill. 1999. Market forces predict grooming reciprocity in female baboons. *Proceedings of the Royal Society London B* 226: 665-670.
- Bejder, L., D. Fletcher y S. Bräger. 1998. A method for testing association patterns of social animals. *Animal Behaviour* 56: 719-725.
- Boccia, M. L., B. Roockwood y M. A. Novak. 1982. The influence of behavioral context and social characteristics on the physical aspects of social grooming in rhesus monkeys. *International Journal of Primatology* 3: 91-108.
- Boelkins, R. C. 1968. Social grooming in two species of macaques. En: Carpenter K. R. (ed.) *Behavioral regulators of behaviour in primates*. Bucknell University Press. Atlanta. 303 pp.
- Bonacich, P. 1972. Technique for analyzing overlapping memberships. En: Costner, H. (ed.). *Sociological Methodology*. Jossey-Bass. San Francisco. 176-185.

- Borgatti, S. P., M. G. Everett y L. C. Freeman 2002. Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis. Analytic Technologies. Harvard.
- Butovskaya, M. 1993. Kinship and different dominance styles in group of three species of the genus *Macaca* (*M. arctoides*, *M. mulatta*, *M. fascicularis*). *Folia Primatologica* 60: 210-224
- Butovskaya, M. 2004. Social space and degrees of freedom. En: Thierry, B., M. Singh y W. Kaumanns (eds.). *Macaque societies: A model for the study of social organization*. Cambridge University Press. Cambridge. 182-185.
- Butovskaya, M. y A. G. Kozintsev. 1996. Gender-related factors affecting primate social behavior: Grooming, rank, age, and kinship in heterosexual and all-male groups of stump-tailed macaques. *American Journal of Physical Anthropology* 101:39-54.
- Byrne, R. y A. Whiten. 1997. *Machiavellian intelligence*. En: Whiten A. y R. Byrne (eds.). *Machiavellian intelligence II: Extensions and Evaluations*. Oxford University Press. Oxford. 1-23.
- Call, J. F. Aureli y F. B. M de Waal. 1999. Reconciliation patterns among stump-tailed macaques: a multivariate approach. *Animal Behaviour* 58: 165-172.
- Call, J. F. Aureli y F. B. M. de Waal. 2002. Postconflict third-party affiliation in stump-tailed macaques. *Animal Behaviour* 63(2): 209-216.
- Carpenter, C. R. 1973. *Behavioral regulator of behavior in primates*. Bucknell University Press. Lewisburg. 303 pp.
- Cheney D. L. y R. M. Seyfarth. 1990. *How monkeys see the world*. Chicago University Press. Chicago. 377 pp.
- Cheney, D. L. 1978. Interactions of immature male and female baboons with adult females. *Animal Behaviour* 26: 389-408.
- Chepko-Sade, B. D. y D. S. Sade, 1982. Peripheralization of eldest daughters within genealogies of rhesus monkeys, *Macaca mulatta*. Artículo leído en la Reunión Regional de Comportamiento Animal del Centro de Estados Unidos. Champaigns, Illinois.
- Chepko-Sade, B. D. y D. S. Sade. 1979. Patterns of group splitting within matrilineal kinship group. A study of group structure in *Macaca mulatta* (Cercopithecidae: Primates). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 5: 67-86.
- Chepko-Sade, B. D., K. P. Reitz y D. S. Sade. 1989. Sociometrics of *Macaca mulatta* IV: Network analysis of social structure of a pre-fission group. *Social Networks* 11: 293-314.

- Colmenares, F. 1996. Conflictos sociales y estrategias de interacción en los primates I: Esquema conceptual y tipología basada en criterios estructurales. En: Colmenares F. (ed.). *Etología, psicología comparada y comportamiento animal*. Síntesis. Madrid. 341-398.
- Colmenares, F., F. Zaragoza y M. V. Hernández-Lloreda. 2002. Grooming and coercion in one-male units of Hamadryas baboons: market forces of relationship constraints? *Behaviour*, 139: 1525-1553.
- Colvin, J. 1983a. Description of sibling and peer relationships among immature male rhesus monkeys. En: Hinde, R. A. (ed.). *Primate social relationships: An integrated approach*. Blackwell. Oxford
- Colvin, J. 1983b. Rank influences rhesus male peer relationships. En: Hinde, R. A. (ed.). *Primate social relationships: An integrated approach*. Blackwell. Oxford.
- Cords, M y F. Aureli. 1993. Patterns of reconciliation among juvenile long-tailed macaques: En: Pereira, M. E. y L. A. Fairbanks (eds.) *Juvenile primates: life history, development and behavior*. Oxford University Press. Nueva York. 271-284.
- Cords, M. 1988. Resolution of aggressive conflicts by immature long-tail macaques, *M. fascicularis*. *Animal Behaviour* 36: 1124-1136.
- Cords, M. 1997. Friendships, alliances, reciprocity, and repair. En: Whiten, A. y R. W. Byrne (eds.) *Machiavellian intelligence II. Extensions and Evaluations*. Cambridge University Press. Cambridge. 24-49.
- Croft, D. P., R. James y J. Krause. 2008. *Exploring animal social networks*. Princeton University Press. Nueva Jersey. 192 pp.
- Crook, J. H. 1970. Social organization and environment: aspects of contemporary ethology. *Animal Behaviour* 18: 197-209.
- Cyram. 2008. NetMiner 3.3.0. Seoul: Cyram Co., Ltd.
- Davies, N. B. 1993. Parental care and mating systems. En: Krebs J. R. y N. B. Davies (eds.). *An introduction to behavioural ecology*. Blackwell scientific publications. Oxford. 208-243.
- De la O-Rodríguez. C. E. 2006. Interferencias a las afiliaciones postconflicto en macacos cola de muñón *Macaca arctoides*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM. México. 58 pp.
- De Rutter, J. R. y J. A. R. M. van Hoof. 1993. Male dominance rank and reproductive success in primate groups. *Primates* 34(4): 513-523.
- De Vries, H. 1998. Finding a dominance order most consistent with a linear hierarchy: a new procedure and review. *Animal Behaviour* 55: 827-843.

- De Waal, F. B. M. 1987. Dynamics of social relationships. En: Smuts, B. B., D. L. Seyfarth, R. M. Wrangham y T. T. Struhsaker (eds.). *Primate societies*. The University of Chicago Press. Chicago. 421-429 pp.
- De Waal, F. B. M. 1989. *Peacemaking among primates*. Harvard University Press. Cambridge. 249 pp.
- De Waal, F. B. M. y F. Aureli. 1996. Consolation, reconciliation and the possible cognitive difference between macaques and chimpanzees. En: Russon, A. E., A. Bard y S. T. Parker (eds.) *Reaching into thought. The minds of the great apes*. Cambridge University Press. Cambridge. 80-110.
- Dunbar, R. I. M. 1988. *Primate social systems*. Cornell University Press. Ithaca. 373 pp.
- Dunbar, R. I. M. 1991. Functional significance of social grooming in primates. *Folia Primatologica* 57: 121-131.
- Dunbar, R. I. M. 1993. Coevolution of neocortex size, group size, and language in humans. *Behavioural and Brain Sciences* 16(4): 681-735.
- Dunbar, R. I. M. 1996. *Grooming, gossip, and the evolution of language*. Harvard University Press. Cambridge. 230 pp.
- Dunbar, R. I. M. 2003. The social brain: Mind, language, and society in evolutionary perspective. *Annual Review of Anthropology* 32: 163-181.
- Dunne J. A., R. J. Williams y N. D. Martínez. 2002. Food-web structure and network theory: the role of connectance and size. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 99: 12917-12922.
- Estep, D. K. Bruce, M. Johnston y T. Gordon. 1984. Sexual behavior of group stumptailed macaques (*Macaca arctoides*): temporal, demographic and sociosexual relationships. *Folia Primatologica* 42: 115-126.
- Estep, D. K., K. Nieuwenhuijsen, K. E. M. Bruce, K. J. De Neef, P. A. Walters, S. C. Baker y A. K. Slob. 1988. Inhibition of sexual behaviour among subordinate stumptail macaques, *Macaca arctoides*. *Animal Behaviour* 36: 854-864.
- Estrada, A., R. Estrada y F. Ervin, 1977. Establishment of a free-ranging colony of stumptail macaques (*Macaca arctoides*): relations to the ecology I. *Primates* 18: 647-676.
- Fairbanks, L. A. y M. T. McGuire. 1984. Determinants of fecundity and reproductive success in captive vervet monkeys. *American Journal of Primatology* 7: 27-38.
- Fairbanks, L. A. y M. T. McGuire. 1985. Relationships of vervet monkeys with sons and daughters from one through three years of age. *Animal Behaviour* 33: 40-50.

- Fairbanks, L. A. y M. T. McGuire. 1986. Age, reproductive value, and dominance behaviour in vervet monkey females: cross-generational influences on social relationships and reproduction. *Animal Behaviour* 34: 1710-1099.
- Faust, K. y J. Skvoretz. 2002. Comparing networks across space and time, size, and species. *Sociological Methodology* 32(1): 267-299.
- Fedigan, L. M. 1992. *Primate paradigms: sex roles and social bonds*. The University of Chicago Press. Chicago. 386 pp.
- Flack, J. C. y F. B. M. de Waal. 2004. Dominance style, social power, and conflict management in macaque societies: A conceptual framework. En: Thierry, B., M. Singh y W. Kaumanns, (eds.) *Macaque societies: A model for the study of social organization*. Cambridge University Press. Cambridge. 157-185 pp.
- Flack, J. C., D. C. Krakauer y F. B. M. de Waal. 2005. Robustness mechanisms in primate societies: a perturbation study. *Proceedings of the Royal of London, Series B* 272: 1091-1099.
- Flack, J. C., M. Girvan, F. B. M. de Waal y D. C. Krakauer. 2006. Policing stabilizes construction of social niches in primates. *Nature* 439: 426-429.
- Fooden, J. 1990. The bear macaque, *Macaca arctoides*: a systematic review. *Journal of Human Evolution* 19: 607-686.
- Girvan, M. y M. E. J. Newman. 2002. Community structure in social and biological networks. *Proceedings of the National Academy of Science, U. S. A.* 99: 7821-7826.
- Goldfoot, D. A., A. K. Slob, G. Scheffler, J. A. Robinson, S. J. Wiegand y J. Cords. 1975. Multiple ejaculations during prolonged sexual test and lack of resultant serum testosterone increases in stumptail macaque (*M. arctoides*). *Archives of Sexual Behavior* 4: 547-560.
- Gouzoules S. y H. Gouzoules. 1987. Kinship. En: Smuts, B. B., D. L. Seyfarth, R. M. Wrangham y T. T. Struhsaker, (eds.) *Primate societies*. The University of Chicago Press. Chicago. 299-305 pp.
- Hamilton, W. D. 1964. The genetical evolution of social behaviour, I and II. *Journal of Theoretical Biology* 7: 1-52.
- Hanby, J. P. y c. E. Brown. 1974. The development of sociosexual behaviours in Japanese macaques *Macaca fuscata*. *Behaviour* 49(1/2): 152-196.
- Hanneman, R. A. y M. Riddle. 2005. Introduction to social network methods. Riverside, Ca: Universidad de California, Riverside. Publicado en formato digital en <http://faculty.ucr.edu/> <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/>.

- Harcourt, A. H. y F. B. M. de Waal. 1992. *Coalitions and alliances in human and other animals*. Oxford University Press. Oxford. 531 pp.
- Harlow, H. C. 1965. Sexual behavior in the rhesus monkey. En: Beach, F. A. (ed.) *Sex and behavior*. John Wiley and Sons. Nueva York. 108-132.
- Hauser, M. y G. Tyrrell. 1984. Old age and its behavioural manifestations: A study on two species of macaque. *Folia Primatologica* 43(1): 24-35.
- Hausfater G. y S. B. Hrdy. 1984. *Infanticide, Comparative and evolutionary perspectives*. Aldine, Nueva York. 598 pp.
- Hemelrijk, C. K. 1990a. A matrix partial correlation test used in investigations of reciprocity and other social interaction patterns at group level. *Journal of Theoretical Biology* 143: 405-420.
- Hemelrijk, C. K. 1990b. Models of, and test for, reciprocity, unidirectionality and other social interaction patterns at group level. *Animal Behaviour* 39: 1013-1029.
- Hendy-Neely, H. y R. J. Rhine. 1977. Social development of stump-tail macaques (*Macaca arctoides*): momentary touching and other interactions with adult males during the infants' first 60 days of life. *Primates* 18: 589-600.
- Henkel, S., M. Heistermann y J. Fischer. 2010. Infants as costly social tools in male Barbary macaque networks. *Animal Behaviour* 79(6):1199-1204.
- Hinde, R. A. 1974. *Biological bases of human social behavior*. MacGraw Hill. Nueva York. 462 pp.
- Hinde, R. A. 1976a. Interactions, relationships and social structure. *Man* 11: 1-17
- Hinde, R. A. 1976b. On describing relationships. *Journal of child psychology and psychiatry* 17: 1-19.
- Hinde, R. A. 1983. A conceptual framework. En: Hinde, R. A. (ed.) *Primate social relationships. An integrated approach*. Sinauer Associates, Inc. Sunderland. 1-7 pp.
- Hinde, R. A. 1987. Can nonhuman primates help us to understand human behavior? En: Smuts, B. B., D. L. Seyfarth, R. M. Wrangham y T. T. Struhsaker, (eds.) *Primate societies*. The University of Chicago Press. Chicago. 413-429.
- Hinde, R. A. 1987. *Individuals, relationships and culture: links between ethology and the social sciences*. Cambridge University Press. Cambridge. 207 pp.
- Hutchins, M. y D. P. Barash. 1976. Grooming in primates: implications for its utilitarian function. *Primates* 17: 145-150.
- Kadushin, C. 2004. Introduction to social network theory. Disponible en (<http://home.earthlink.net/~ckadushin/Texts/>)

- Kaplan, J. R. 1987. Dominance and affiliation in the Cercopithecini and Papionini: a comparative examination. En: Zucker, E. L. (ed.) *Monographs in primatology. Comparative behaviour of African monkeys*. Alan R. Liss Inc. NuevaYork. 127-150 pp.
- Kappeler, P. y C. P. van Schaik. 2002. Evolution of primate social systems. *International Journal of Primatology* 23(4):707-740.
- Krause, J. y G. D. Ruxton. 2002. *Living in groups*. Oxford University Press. Nueva York. 240 pp.
- Krebs, J. R. y N. B. Davies. 1993. *An introduction to Behavioral Ecology*. Blackwell Scientific Publication, Oxford. 175-207 pp.
- Kuester, J. y Paul. 1996. Female-female competition and male mate choice in Barbary macaques (*Macaca sylvanus*). *Behaviour* 133(9/10): 763-790.
- Kummer, H. 1967. Tripartite in Hamadryas baboons. En: Altmann, S. A. (ed.) *Social communication among primates*. The University of Chicago Press. Chicago. 63-71.
- Laughlin, S. B. y T. J. Sejnowski. 2003. Communication in neuronal networks. *Science* 301: 1870-1874.
- Lee, P. C. 1983. Play as a means for developing relationships. En: Hinde, R. A., (ed.) *Primate social relationships: An integrated approach*. Blackwell. Oxford. 82-89 pp.
- Lindburg, D. G. 1973. Grooming behaviour as a regulator of social interactions in rhesus monkeys. En: Carpenter, K. R. (ed.) *Behavioral regulators of behaviour in primates*. Bucknell University Press. Atlanta. 124-148 pp.
- López-Luján, A. X., I. Ramírez-Ochoa, L. Mayagoitia y R. Mondragón-Ceballos. 1989. Sex differences in intragroup spacing behaviour in stump-tail macaques (*Macaca arctoides*). *Folia Primatologica* 52: 102-108.
- López-Vergara, L. 1987. Sociodinámica del asejo social en macacos (*Macaca arctoides*). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. 143 pp.
- Lusseau, D. 2003. The emergent properties of a dolphin's social network. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B* 270: S186-S188
- Lusseau, D., K. Schneider, O. J. Boisseau, P. Haase, E. Slooten y S. M. Dawson. 2003. The bottlenose dolphin community of Doubtful sound features a large proportion of long-lasting associations. Can geography isolation explain this trait? *Behavioral Ecology and Sociobiology* 54: 396-405.
- Mantel, N. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer research*, 27: 209-220.
- Martin, P. y P. Bateson. 1991. La medición del comportamiento. Alianza Editorial. Madrid. 237 pp.

- Massey, A. 1977. Agonistic aids and kinship in a group of pigtail macaques. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 2: 31-40.
- Mayagoitia, L., A. M. Santillán-Doherty, L. López-Vergara, y R. Mondragón-Ceballos. 1993. Affiliation tactics prior to a period of competition in captive groups of stumptail macaques. *Ethology Ecology & Evolution* 5: 435-446.
- McKenzie, M. M., W. C. McGrew y A. S. Chamove. 1985. Social preferences in stump-tail macaques (*Macaca arctoides*): effects of companionship, kinship, and rearing. *Developmental Psychobiology* 18: 115-123.
- Milgram, S. 1967. The small world problem. *Psychology today* 22: 61-67.
- Mondragón-Ceballos, R. 1989. Variaciones diurnas del aseo social en macacos cola de muñón (*Macaca arctoides*). Tesis de Maestría. Facultad de Psicología, UNAM. 54 pp.
- Mondragón-Ceballos, R. 2001. Interfering in affiliations: sabotaging by stumptailed macaques, *Macaca arctoides*. *Animal Behaviour* 62: 1179-1187.
- Mondragón-Ceballos, R. 2002. Interferencia a las conductas generosas en macacos cola de muñón (*Macaca arctoides*): El dilema del prisionero y los atributos sociobiológicos compartidos entre los actores. Tesis de Doctorado. Centro de Neurobiología. UNAM. Querétaro. 124 pp.
- Mondragón-Ceballos, R., P. Chiappa, L. Mayagoitia y P. Lee. 2010. Sex differences in learning the allocation of social grooming in infant stumptailed macaques. Versión electrónica: <http://www-lab.biomedicas.unam.mx/aibir/wp-content/uploads/2010/05/r-mondragon.pdf>.
- Moura, A. C. 2003. Sibling age and intragroup aggression in captive *Sanguinus midas midas*. *International Journal of Primatology* 24(3): 639-652.
- Murray, D., E. Bour y O. Smith, 1985. Female menstrual cyclicity and sexual behavior in stumptail macaques (*Macaca arctoides*). *International Journal of Primatology* 6: 101-113.
- Newman, M. E. J. 2003. Mixing patterns in networks. *Physical Review E* 67: 026126.
- Newman, M. E. J. 2004. Analysis of weighted networks. *Physical Review E* 70: 056104.
- Newman, M. E. J. 2006. Modularity and community structure in networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103(23): 8577-8582.
- Nicolson, N. A. 1987. Infants, mothers, and other females. En: Smuts, B. B., D. L. Seyfarth, R. M. Wrangham y T. T. Struhsaker, (eds.) *Primate societies*. The University of Chicago Press. Chicago. 343-357 pp.
- Noë, R. y P. Hammerstein. 1995. Biological markets. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 336-339.

- O'Brien, T. G. 1993. Asymmetries in grooming interactions between juvenile and adult female wedge-capped capuchin monkeys. *Animal Behaviour* 46: 929-938.
- O'keeffe, R. T., K. Lifshitz y G. Linn. 1983. Relationships among dominance, inter-animal spatial proximity and affiliative social behavior in stump-tail macaques (*Macaca arctoides*). *Applied Animal Ecology* 9(3-4): 331-339.
- Okamoto, K. y S. Matsumura. 2000. The evolution of punishment and apology. An integrated prisoner's dilemma model. *Evolutionary Ecology* 14: 703-720.
- Pastor-Nieto, R. 2001. Grooming, kinship, and co-feeding in captive spider monkeys (*Ateles geoffroyi*). *Zoo Biology* 20: 293-303.
- Paul, A. 2002. Sexual selection and mate choice. *International Journal of Primatology* 23: 877-904.
- Peña-Ramírez, O., A. L. Cerda-Molina, R. Mondragón-Ceballos y L. E. Hernández-López. 2010. Agresiones y afiliaciones entre individuos de una colonia de macacos cola de muñón (*Macaca arctoides*) dependiendo de las fases del ciclo de las hembras. En preparación.
- Pereira, M. E. y J. Altmann. 1985. Development of social behaviour in free-living non-human primates. En: Watts, E. S. (ed.) *Non-humans primates models for human growth and development*. Alan R. Liss. Nueva York. 217-309 pp.
- Pérez-Ruíz, A. y R. Mondragón-Ceballos. 1994. Rates of reconciliatory behaviors in stump-tail macaques. Effects of age, sex, rank, and kinship. En: Roeder, J. J., B. Thierry, J. R. Anderson y N. Herrenschildt (eds.) *Current Primatology. Volume II*. University Louis Pasteur. Strasbourg. 147-155.
- Quiatt, D. y V. Reynolds. 1995. *Primate behaviour: Information, social knowledge, and the evolution of culture*. Cambridge University Press. Cambridge, Massachusetts. 322 pp.
- Radcliffe-Brown, A. R. 1961. *Structure and function in primitive society*. Cohen West. London. 219 pp.
- Ramos-Fernández, G., D. Boyer, F. Aureli y L. G. Vick. 2009. Association networks in spider monkeys (*Ateles geoffroyi*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 63: 999-1013.
- Ransom T. W. y B. S. Ransom. 1971. Adult male-infant relations among baboons (*Papio anubis*). *Folia Primatologica* 16: 179-195.
- Requena-Santos F. 1989. El concepto de red social. *Reis* 48: 137-152.
- Roonwal, M. L. y S. M. Mohnot. 1977. *Primates of South Asia. Ecology, socio-biology and behaviour*. Harvard University Press. Cambridge. 421 pp.
- Ruiz-León, A. A. 2006. Análisis exploratorio de la estructura de colaboración científica de la UNAM. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 74 pp.

- Sade, D. S. 1965. Some aspects of parent-offspring and sibling relations in a group of rhesus monkeys, with a discussion of grooming. *American Journal of Physical Anthropology* 23: 1-18.
- Sade, D. S. 1972. Sociometrics of *Macaca mulatta*. I. Linkages and cliques in grooming matrices. *Folia Primatologica* 18: 196-223.
- Sade, D. S. 1989. Sociometrics of *Macaca mulatta* III: n-path centrality in grooming networks. *Social Networks* 11: 273-292.
- Sade, D. S., M. Altmann, J. Loy, G. Hausfater y J. A. Breuggeman. 1988. Sociometrics of *Macaca mulatta*: II. Decoupling centrality and dominance in rhesus monkey social network. *American Journal of Physical Anthropology* 77: 409-425.
- Santillán-Doherty, A. M., J. L. Díaz y R. Mondragón-Ceballos. 1991. Synergistic effects of kinship, sex and rank in the behavioural interactions of captive stump-tailed macaques. *Folia Primatologica* 56: 177-189.
- Schino, G. 2001. Grooming, competition and social rank among female primates: a meta-analysis. *Animal Behaviour* 62: 265-271.
- Seyfarth, R. M. 1977. A model of social grooming among adult female monkeys. *Journal of Theoretical Biology* 65: 671-698.
- Seyfarth, R. M. 1978. Social relationships among adult male and female baboons, 2: Behaviour throughout the female reproductive cycle. *Behaviour* 64: 227-247.
- Seyfarth, R. M. 1980. The distribution of grooming and related behaviours among adult female vervet monkeys. *Animal Behaviour* 28: 798-813.
- Shively, C., S. Clarke, N. King, S. Schapiro y G. Mitchell. 1982. Patterns of sexual behavior in male macaques. *American Journal of primatology* 2: 373-384.
- Silk, J. B. 1982. Altruism among female *Macaca radiata*: explanations and analysis of patterns of grooming coalition formation. *Behaviour* 79: 162-188.
- Silk, J. B. 1987. Social behaviour in evolutionary perspective. En: Smuts, B. B., D. L. Seyfarth, R. M. Wrangham y T. T. Struhsaker, (eds.) *Primate societies*. The University of Chicago Press. Chicago. 318-329 pp.
- Silk, J. B., C. B. Clark-Wheatley, P. S. Rodman y A. Samuels. 1981. Differential reproductive success and facultative adjustment of sex ratios among captive female bonnet macaques (*Macaca radiata*). *Animal Behaviour* 29: 1106-1120.
- Simmel, G. 1939. *Sociología*. Espasa-Calpe. Buenos Aires. 359 pp.

- Simpson, M. J. A. 1973. Social grooming of male chimpanzees. En: Crook, J. H. y R. P. Michael, (eds.) *Comparative ecology and behaviour of primates*. Academic Press. Nueva York. 411-505 pp.
- Singh, M., L. D'Souza y M. Singh. 1992. Hierarchy, kinship and social interactions among japanese monkeys (*Macaca fuscata*). *Journal of Biosciences* 17(1): 15-27.
- Smuts, B. B. 1985. *Sex and friendships in baboons*. Aldine, Nueva York. 319 pp.
- Smuts, B. B. 1987a. Gender, aggression and influence. En: Smuts, B. B., D. L. Seyfarth, R. M. Wrangham y T. T. Struhsaker, (eds.) *Primate societies*. The University of Chicago Press. Chicago. 400-412 pp.
- Smuts, B. B. 1987b. Sexual competition and mate choice. En: Smuts, B. B., D. L. Seyfarth, R. M. Wrangham y T. T. Struhsaker, (eds.) *Primate societies*. The University of Chicago Press. Chicago. 400-412 pp.
- Smuts, B. y R. W. Smuts. 1993. Male aggression and sexual coercion of females in nonhuman primates and other mammals: evidence and theoretical implications. *Advances in stuffy of behavior* 22: 1-63.
- Sparks, J. H. 1969. Allogrooming in primates: a review. En: Morris, D. (ed.) *Primate ethology: essays on the socio-sexual behaviour of apes and monkeys*. Doubleday. Nueva York. 190-225 pp.
- Stammmbach, E. y H. Kummer, 1982. Individual contributions to a dyadic interaction: and analysis of baboon grooming. *Animal Behaviour* 30: 964-971.
- Strushaker, T. 1967. Correlates of ecology and social organization among Africa cercopithecines. *Folia primatologica*. 11(1-2): 80-118.
- Thierry, B. 2000. Covariation of conflict management patterns across macaque species. En: Aureli, F y F. B. M. de Waal. (eds.) *Natural conflict resolution*. University California Press. Berkeley. 106-128.
- Thierry, B., M. Singh y W. Kaumanns. 2004. *Macaque societies*. Cambridge University Press. Cambridge. 418 pp.
- Trivers, R. L. 1971. The evolution of reciprocal altruism. *The Quarterly Review of Biology* 46: 35-57.
- Van Dyke, F. 2008. *Conservation biology: foundations, concepts, applications*. Springer. Illinois. 477 pp.
- Ventura, R., B. Majolo, N. F. Koyama, S. Hardie y G. Schino. 2006. Reciprocation and interchange in Wild Japanese Macaques: Grooming, cofeeding, and agonistic support. *American Journal of Primatology* 68: 1138-1149.

- Voelk, B. y C. Kasper. 2009. Social structure of primate interaction networks facilitates the emergence of cooperation. *Biology letters* 5(4): 462-464.
- Walters, J. R. 1981. Inferring kinship from behaviour: Maternity determinations in yellow baboons. *Animal Behaviour* 29: 126-136.
- Walters, J. R. 1986. Determinants of social interaction in juvenile female baboons: kinship, dominance, personality, and special relationships. Typescrit.
- Walters, J. R. 1987. Transition to adulthood. En: Smuts, B. B., D. L. Seyfarth, R. M. Wrangham y T. T. Struhsaker, (eds.) *Primate societies*. The University of Chicago Press. Chicago. 358-369 pp.
- Walters, J. R. y R. M. Seyfarth. 1987. Conflict and cooperation. En: Smuts, B. B., D. L. Seyfarth, R. M. Wrangham y T. T. Struhsaker, (eds.) *Primate societies*. The University of Chicago Press. Chicago. 306-317 pp.
- Wasserman S. y K. Faust. 1994. *Social network analysis: Methods and applications*. Cambridge University Press. Cambridge. 825 pp.
- Wey, T., D. T. Blumstein, W. Shen y F. Jordan. 2008. Social network analysis of animal behaviour: a promising tool for the study of sociality. *Animal Behaviour* 75(2): 333-344.
- Whitehead, H. 2008. *Analyzing animal societies: Quantitative methods for vertebrate social analysis*. University of Chicago Press. Chicago. 336 pp.
- Widdig, A., P. Nürnberg, M. Krawczak, W. J. Streich y F. B. Bercovitch. 2001. Paternal relatedness and age proximity regulate social relationships among adult female rhesus macaques. *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.* 98(24): 13769-13773.
- Wilson, E. O. 1975. *Sociobiology: The new synthesis*. Belknap Press. Cambridge. 697 pp.

**ANEXO 1.****Cuadro II.** Etograma de los macacos cola de muñón (*Macaca arctoides*) del Instituto Nacional de Psiquiatría “Ramón de la Fuente Muñiz”

<b>Tipo de conducta</b>	<b>Conducta</b>	<b>Descripción</b>
<b>Agresivas</b>	Cara de amenaza	Boca ligeramente abierta y comisuras parcialmente retraídas
	Cara de amenaza con dientes	Boca totalmente abierta con las comisuras completamente retraídas, dientes expuestos
	Cara de amenaza con boca abierta	Boca en forma circular con las comisuras adelantadas, labios tensos y mirada directa
	Prender	Inmovilización parcial o total de otro individuo
	Fintar	Ademán de golpe, bofetada o persecución interrumpida tan pronto inicia
	Carga	Galopar hacia otro individuo con un alto súbito, sin que el receptor corra o se desplace
	Empujar	Arrojar o impeler a otro animal
	Golpear	Pegar con la mano en alguna parte del cuerpo de otro animal
	Bofetada	Impacto con la mano en la cara de otro individuo
	Mordida	Hincar los dientes en alguna parte del cuerpo del receptor
	Persecución	Movimiento hacia otro animal, seguido de una huida por parte del receptor
	Lucha	Intercambio rápido de golpes, tirones o asimientos con intenso contacto corporal
	Manotazo en objeto	Golpe con la mano sobre un objeto para amedrentar a un animal
	Poner los dientes	Colocar los dientes en alguna parte del cuerpo de otro, mirando a los ojos al interactuante
	Buscar la cara	Colocar la cara cerca de la cara del receptor
Buscar la cara con castañeteo	Colocar la cara cerca de la cara del receptor acompañado de castañeteo.	

	Sostener la mirada	Fijación visual directa, intensa y mayor a 3 segundos en los ojos de otro animal
	Jalar	Atraer una parte de otro animal hacia él
	Sacudir	Agitar violentamente a otro
	Desplazar a	Un individuo se coloca en lugar de otro
<b>Sumisivas</b>	Agazaparse	Piernas encogidas debajo del cuerpo y la cabeza encogida entre los brazos
	Encogerse	Posición pasiva con el cuerpo encorvado y las extremidades contraídas hacia el vientre
	Evitar	Movimiento de retirada cuando un individuo se acerca o dirige alguna conducta hacia él
	Presentación pudenda inhibitoria	Dirige cadera o región perineal hacia la cara de un individuo que antes lo agredió
	Congelamiento	Posición pasiva en donde el animal permanece "helado" en una posición
	Desviar mirada	Mira fuera de la mirada de otro
	Revolverse	Esfuerzos para liberarse de otro que lo tiene inmovilizado
	Presentación frontal	Levantar el brazo y la pierna, mostrando el vientre, exponiendo los genitales
	Presentación lateral	Mostrar el vientre a otro levantando la mano o pata
	Huir	Trotar o galopar para alejarse de otro
Chillido	Aullido de intensidad intermedia	
<b>Sexuales</b>	Levanta caderas	El animal sujeta fuerte a otro para levantar el tren posterior, colocándolo cerca de su cara
	Inspección genital	Mira, olfatea, lame o toca brevemente los genitales
	Presentación pudenda	Caderas y región perineal dirigidas a la cara del receptor, cabeza en el piso y cola levantada

	Carrera de solicitud	La hembra se desplaza con movimientos rápidos alrededor del macho, deteniéndose para hacer presentaciones.
	Monta	Ceñir con uno o ambos pies los muslos o caderas de otro, quedando sostenido
	Penetración	Introducción del pene en la vagina o ano de un receptor
	Eyacuación (candado)	El macho se sienta detrás de la hembra, asiendo fuertemente del pelo
	Castañeteo en cópula	Abrir y golpear la mandíbula inferior, los dientes suenan
	Danza alrededor	Brincos, vocalizaciones y agitación de brazos de algún individuo, alrededor de la pareja que copula
<b>Afilativas</b>	Aseo social	Esparcir el pelo de otro, entresacando partículas con la mano o boca o lamiendo la piel
	Aseo social genital	Retirar partículas de los genitales o región perineal de otro usando la mano o la boca
	Solicitud de aseo	Cualquier posición expuesta, relajada, que no involucra genitales, seguida de aseo
	Arrancar pelo	Jalar un mechón de pelo durante el aseo
	Contacto	Contacto específico entre dos animales
	Proximidad	Animales colocados en cercanía a distancia de una brazo de alcance
	Acurrucarse	Contacto extenso del cuerpo incluyendo la parte superior del cuerpo del acurrucando
	Beso	Colocar la boca ligeramente abierta sobre la boca de otro
	Puchero	Labios protruidos con la boca cerrada o formando una ligera "O" y mirando al interactuante
	Consolidación	Un animal se coloca detrás de otro asiendo las caderas o tocando los genitales
	Seguir	Locomoción de acuerdo con la trayectoria de desplazamiento de otro
	Tocar	Colocar la mano o dedos sobre otro exceptuando las caderas
Juego	Abrazos, acrobacias, fintas	